

# 1 Úvod

Koncepcia monitorovacieho systému životného prostredia územia Slovenskej republiky a Koncepcia integrovaného informačného systému o životnom prostredí Slovenskej republiky, prijatá vládou SR uznesením č. 449 z 26. mája 1992, definuje **monitoring životného prostredia** ako systematické, dôsledné, v čase a priestore definované pozorovanie presne určených charakteristík (atribútov) zložiek životného prostredia, alebo ich vplyvov naň pôsobiacich (spravidla v bodoch, tvoriacich monitorovaciu sieť), ktoré s určitou mierou vypovedacej schopnosti reprezentujú sledovanú oblasť a v súhrne potom väčší územný celok.

Základom monitorovacích činností je pozorovanie a následné hodnotenie stavu životného prostredia. **Hlavným cieľom monitoringu** je sledovanie určeného javu alebo parametra v presne definovaných časových a priestorových podmienkach. Slúži k objektívnemu poznaniu charakteristík životného prostredia a hodnoteniu ich zmien v sledovanej priestorovej oblasti.

Predmetom monitoringu životného prostredia, podľa prijatej Koncepcie, boli oblasti: ovzdušie, voda, pôda, biota (fauna, flóra), lesy, geologické faktory, žiarenie a iné fyzikálne polia, odpady, osídlenie, využitie územia, cudzorodé látky v požívatinách a krmivách a záťaž obyvateľstva faktormi prostredia.

Na základe Uznesenia vlády SR z 12. 1. 2000 č. 7 bolo ministrom životného prostredia uložené doplniť predmet monitoringu o oblasť rádioaktivity životného prostredia. Minister poveril funkciou Strediska Čiastkového monitorovacieho systému (ČMS) Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) v Bratislave. SHMÚ zabezpečuje činnosť „**ČMS Rádioaktivita životného prostredia**“ od januára 2000. Nový ČMS nadviazal vo vybranej oblasti na činnosť zrušeného ČMS Žiarenie a iné fyzikálne polia. Toto ČMS bolo zrušené na základe návrhu MZ SR uznesením vlády SR č. 357 zo 6. mája 1999. Zrušenie úloh bolo odôvodnené krízovým stavom v rezorte zdravotníctva a kritickým obmedzením možností čerpania finančných prostriedkov zo štátneho rozpočtu - kapitoly zdravotníctvo. Pôvodná oblasť monitoringu "Žiarenie a iné fyzikálne polia" je tak do určitej miery sledovaná v rámci kontrolných mechanizmov a plnenia štandardných úloh odborných organizácií: na úseku ochrany zdravia a zabezpečovania výkonu štátneho zdravotného a potravinového dozoru sú to úrady verejného zdravotníctva, na úseku prevádzkovania siete včasného varovania pred žiarením a zberu vzoriek aerosólov je to aj SHMÚ.

SHMÚ vo svojej činnosti ČMS Rádioaktivita životného prostredia nadviazal na dlhoročnú históriu.

## 1.1 História monitorovania rádioaktivity v SHMÚ

Povojnový rozvoj využívania jadrovej energie a predovšetkým vojenské vzdušné jadrové pokusy mali za následok, že v 50. a 60. rokoch dvadsiateho storočia sa výrazne zvýšila hladina umelej rádioaktivity v ovzduší. To vyvolalo potrebu monitorovania rádioaktivity hygienickými a meteorologickými službami väčšiny štátov sveta.

Preto v roku **1962** bolo zriadené v Hydrometeorologickom ústave **oddelenie rádioaktivity ovzdušia**, ktoré sa v priebehu rokov 1962 až 1991 zaoberalo sledovaním celkovej beta rádioaktivity atmosférickej depozície a aerosólov vo vybraných meteorologických staniciach. Úroveň umelej rádioaktivity atmosféry sa vo všeobecnosti zisťovala meraním dlhodobej zložky sumárnej beta rádioaktivity vzduchu a spadov.

**Sumárna beta rádioaktivita vzduchu a spadov** sa pravidelne sledovala na týchto profesionálnych staniciach: v Bratislave, na Štrbskom Plese a na Chopku od roku 1962. Od roku 1966 sa

robili merania v Stropkove, od roku 1970 v Jaslovských Bohuniciach a od roku 1986 v Mochovciach. Merania prebiehali do roku 1991.

Denné spady boli zachytávané do vodorovného rámu o ploche 0,3 m<sup>2</sup> vo výške 1 m nad zemským povrchom, v ktorom bol napnutý filtračný papier a gáza. Týždenné a mesačné spady boli zachytávané do novodurových spadových nádob o ploche 0,2 m<sup>2</sup>, v ktorých sa udržiavala vrstva destilovanej vody. V zimnom období sa do destilovanej vody pridával lieh. Vzorky spadu sa odparovali a žihali pri teplotách 400 – 450 °C. Rádioaktivita vzduchu sa v Bratislave stanovovala filtračnou metódou presávaním vzduchu cez membránové ultrafiltre SYNPOR-III. Rádioaktivita vzoriek sa vyhodnocovala porovnaním s etalónom <sup>90</sup>Sr-<sup>90</sup>Y v rádioaktívnej rovnováhe. Oneskorenie meraní rádioaktivity denných a týždenných spadov bolo 5 dní, mesačných spadov 10 dní od ukončenia odberu. Oneskorenie meraní rádioaktivity vzduchu v Bratislave bolo 48 a 120 hodín. Výmeny vzoriek sa robili vždy o 7. hodine SEČ. Hodnoty sumárnej beta rádioaktivity mesačných spadov boli uvádzané s opravou na samoabsorpciu žiarenia v hmote vzorky. Oprava bola urobená za predpokladu, že zmes izotopov vo vzorke bola energeticky zhodná s etalónom <sup>90</sup>Sr-<sup>90</sup>Y v rádioaktívnej rovnováhe.

## 1.2 Umelá rádioaktivita atmosféry

Jadrová politika svetových veľmocí po roku 1945 viedla vo svojich dôsledkoch k obrovskému rozmachu ťažby a spracovania uránových rúd, k stavbe stále výkonnejších jadrových reaktorov na výrobu plutónia a k manipulácii so stále väčším množstvom veľmi rádioaktívnych látok. Tento proces vyústil nakoniec do veľkej série testovacích jadrových explózií v atmosfére a do globálneho zamorenia celej zemegule rádioaktívnymi látkami. Po moratóriu na skúšky jadrových zbraní v atmosfére, t.j. po roku 1962, počet jadrových explózií silne poklesol, ale k výbuchom jadrových náloží v atmosfére dochádzalo naďalej zásluhou Francúzska a Číny, ktoré sa k moratóriu pripojili až neskôr.

Z dlhodobého screeningu sledovania rádioaktivity ovzdušia vyplýva, že aktivita v prízemných vrstvách atmosféry v Československu dosiahla maximálne hodnoty v rokoch 1962-1963.

V dôsledku zastavenia skúšok jadrových zbraní bol rok 1964 rokom so silným poklesom umelej rádioaktivity atmosféry. Pokles rádioaktivity v rokoch 1963 až 1967 dokumentuje nasledujúci obrázok, z ktorého je vidieť, že za uvedených päť rokov klesla umelá beta rádioaktivita približne 100-krát. Tento pokles súvisel s postupným čistením stratosférického rezervoáru. Jadrové pokusy na zemskom povrchu mali stratosférický dopad a na vyčistenie stratosféry je potrebných asi 8 rokov. To znamená, že ak by Čína a Francúzsko zastavili jadrové pokusy v roku 1963, bola by umelá rádioaktivita atmosféry na našom území už začiatkom 70-tych rokov taká ako po roku 1990 (asi 500-krát nižšia v porovnaní s rokom 1962), t.j. umelá rádioaktivita by bola na úrovni viac-menej prirodzeného pozadia.

Tento pokles však spomalili prvé čínske a francúzske pokusy po roku 1964. V rokoch 1968 až 1971 rádioaktivita v dôsledku týchto pokusov opätovne vzrástla, a to v roku 1971 približne na úroveň z rokov 1964 až 1965. Zníženie počtu pokusov v nasledujúcich rokoch spôsobilo pokles umelej rádioaktivity. Po roku 1973 úroveň rádioaktivity kolísala v relácii k rozsahu skúšok s jadrovými zbraňami. Zvýšenie bolo zaznamenané v roku 1974, 1981 a opäť v roku 1986 ako dôsledok černobyľskej havárie.

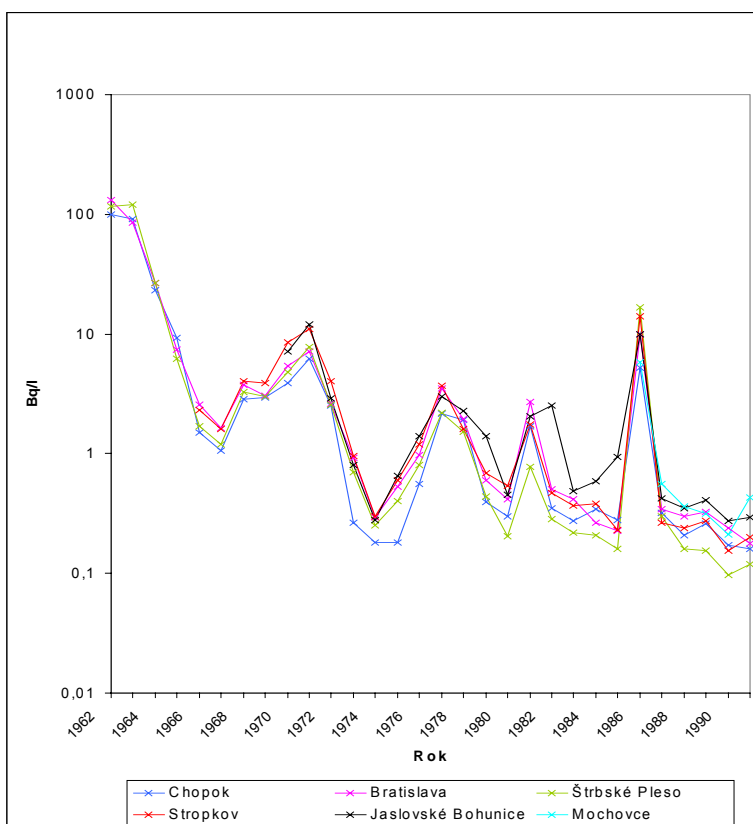
Černobyľská havária mala len troposférický dopad. Na vyčistenie troposféry stačili 2 až 3 mesiace, čo dokumentuje nasledujúci obrázok. Zvýšenie rádioaktivity po černobyľskej havárii bolo teda krátkodobé. V maxime dosiahlo len asi 10 % hodnôt, aké boli v období do roku 1962 po celý rok.

Umelá rádioaktivita zrážkovej vody bola v rámci chyby merania na všetkých staniách rovnaká. Rádioaktívny spad na ľubovoľnom mieste bol funkciou zrážkového úhrnu, t.j. čím viac

pršalo, tým viac štiepnych produktov sa z atmosféry vymylo. Najväčšie spady sa pozorovali na miestach najväčších zrážkových úhrnov, t.j. v horských polohách. To znamená, že rádioaktívne znečistenie atmosféry malo globálny charakter.

Nasledujúci obrázok uvádza **sumárnu beta rádioaktivitu zrážok** (litra zrážkovej vody –  $\text{Bq.l}^{-1}$ ) v logaritmickú škále v rokoch 1963 až 1991. Atmosférický spad v  $\text{Bq.m}^{-2}$  dostaneme, ak hodnotu v  $\text{Bq.l}^{-1}$  vynásobíme zrážkovým úhrnom v mm ( $1 \text{ mm} = 1 \text{ l.m}^{-2}$ ).

**Priebeh sumárnej beta rádioaktivity atmosférických zrážok v Bq na liter zrážkovej vody za obdobie 1962 – 1991. Merané na meteorologických staniciach SHMÚ.**



(Zdroj: diplomova praca Michaela Sojakova, 2003)

### 1.3 Súčasný stav

Radiačná monitorovacia sieť SHMÚ je súčasťou **Radiačnej monitorovacej siete Slovenskej republiky** a ako jej stála zložka zabezpečuje kontinuálny monitoring kontaminácie prízemnej vrstvy atmosféry formou sietí včasného varovania. Úlohou týchto sietí je včasná identifikácia možného ohrozenia zdravia obyvateľstva a životného prostredia v dôsledku nepredvídaných radiačných havárií, resp. nehôd, či už na území SR, alebo mimo územia republiky.

Monitorovacia sieť SR pre radiačné havárie nadväzuje na monitorovaciu sieť ČSFR, ktorá sa začala budovať v súlade s Uzneseniami vlády ČSSR č. 101/86, 62/87 a 205/88. V súčasnosti

pripravuje Úrad verejného zdravotníctva vyhlášku, ktorá bude upravovať fungovanie radiačného monitoringu v SR.

Medzinárodné aspekty monitorovacej siete sú odvodzované z **Konvencie o včasnom oznámení jadrovej nehody**. V zmysle tejto konvencie sú zúčastnené krajiny a Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (IAEA) povinné poskytovať informácie o jadrovej havárii, pri ktorej dochádza alebo môže dôjsť k úniku rádioaktívnych látok do životného prostredia a k pravdepodobnosti kontaminácie susedných štátov, čo z hľadiska bezpečnosti a radiačnej ochrany je aj pre iný štát významné.

Konkrétne povinnosti SHMÚ vyplývajúce z legislatívy a medzinárodných dohovorov sú bližšie špecifikované v časti 3 a 4.

## 1.4 Význam monitoringu rádioaktivity

Posilňovanie postavenia radiačného monitorovania je dané viacerými dôvodmi:

- **Podklad pre rozhodovanie v oblasti hospodárstva.** Umelé zdroje žiarenia sa stali neodmysliteľnou súčasťou využívania zdrojov ionizujúceho žiarenia vo viacerých oblastiach ľudskej činnosti. Spolu s ožiarením z prírodných zdrojov žiarenia, ktoré je dominantné v období mimo radiačných resp. jadrových havárií, je potrebné kalkulovať v prípade expozície obyvateľstva aj s expozíciou umelých rádionuklidov.
- **Význam informácií o životnom prostredí pre kvalitu života obyvateľstva.** Len málo oblastí ľudského poznania vyvoláva vo verejnosti také kontroverzné postoje ako práve oblasť účinkov ionizujúceho žiarenia. Dôkladná informovanosť verejnosti v tejto oblasti umožňuje jednak formovať správny vzťah k otázke potenciálneho rizika z ožiarenia, ovplyvňovať správanie verejnosti pri používaní zdrojov ionizujúceho žiarenia, čím sa zabezpečí pochopenie a zavádzanie opatrení, vedúcich k ochrane zdravia obyvateľstva.
- Informácie sietí včasného varovania majú **mimoriadny význam pre manažment priemyselných havárií**. Jednou z funkcií tohto monitoringu je byť súčasťou ochrany obyvateľstva aj v prípade jadrových havárií.
- **Plnenie medzinárodných záväzkov SR:** atmosféra a hydrosféra sú globálne systémy. Medzinárodná spolupráca a výmena informácií je preto základom akýchkoľvek aktivít v lokálnom, regionálnom a globálnom meradle. Táto výmena a spolupráca je primárne založená na reciprocite v poskytovaní dát a v budovaní a prevádzkovaní medzinárodných systémov.

Predkladaná správa hodnotí činnosť ČMS v roku 2005. Jej štruktúra je daná metodickým pokynom MŽP SR pre záverečné ročné správy čiastkových monitorovacích systémov. V analytickej časti sa pozornosť zameriava na dôkladné štatistické spracovanie monitorovaných dát. Detailné poznanie priebehu časových radov v období bez mimoriadnych udalostí umožňuje včas zachytiť a analyzovať prípadné prevýšenia úrovne rádioaktivity v životnom prostredí.

## 2 Vyhodnotenie výsledkov

### 2.1 Členenie ČMS

Čiastkový monitorovací systém „Rádioaktivity životného prostredia“ pozostáva z dvoch subsystémov:

- Sledovanie príkonu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia.
- Sledovanie objemovej aktivity aerosólov.



## 2.2 Základná charakteristika monitorovacej siete

### 2.2.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu

Tento ukazovateľ je monitorovaný v sieti SHMÚ od roku 1991. Profesionálne meteorologické stanice boli vybavené meracím zariadením FHZ 621B firmy FAG pre sledovanie príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia.

Od roku 1994 sa rozvíjala spolupráca s Nemeckom v oblasti výmeny dát v rámci systému IMIS. Tieto aktivity poskytli SHMÚ cenné skúsenosti v oblasti medzinárodnej výmeny radiačných dát, ktoré boli využité v neskoršom období pri naväzovaní podobnej spolupráce s Rakúskom, Európskou komisiou a neskôr s Maďarskom.

Od roku 1995 sa začalo s budovaním účelového programového vybavenia pre radiačný monitoring, ktoré umožňovalo monitorovanie radiačnej siete v reálnom čase, včasnú diagnostiku porúch a zvýšenej radiácie. Informačný systém sa postupne dopĺňal o nové funkcie. V roku 1998 sa začalo v spolupráci s EC JRC Ispra (European Commission Joint Research Centre) s vývojom a testovaním účasti v systéme EURDEP (European Union Radiation Data Exchange Platform).

V roku 1999 došlo k výmene pôvodného typu meracieho zariadenia FHZ 621B, v súčasnosti je už sieť vybavená zariadením typu **GammaTracer** firmy Genitron. Časový postup osadzovania sond typu GammaTracer je možné vidieť v **Tab 1** spolu s informáciou o overovaní sond v Slovenskom metrologickom ústave, ktoré je vykonávané v zmysle zákona 142/2000 Z. z. o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov a tiež v súlade s kalibračným plánom SHMÚ.

Radiačné sondy sú v metrologickom systéme SHMÚ evidované ako zo zákona **určené meradlo**. Sondy sú overované v dvojročnom cykle, každé štyri roky sa vykonáva kalibrácia. V roku 2005 bolo 13 sond overených a kalibrovaných.

Pre účely porovnávacích analýz rôznych typov detektorov má SHMÚ inštalovanú jednu sondu RPSG-05 firmy Microstep-MIS v Bratislave a sondu firmy BITT Technology na aerosólovom zberači v Jaslovských Bohuniciach.

Sondy sú umiestnené na profesionálnych meteorologických staniciach. Všetky stanice majú vyriešené dátové pripojenie pre automatický zber dát (dostupnosť dát je 10 minút). Sú rozmiestnené zhruba rovnomerne na území Slovenska v rôznych nadmorských výškach (**Tab1**). Sondy sú inštalované na základe optimalizácie a reprodukovateľnosti údajov, 1 m nad zemou v súlade s metodickým pokynom Slovenského ústredia radiačnej monitorovacej siete. Jedinou výnimkou umiestnenia zariadenia je Hurbanovo, kde je sonda na streche budovy vo výške 20 m nad zemou a na Lomnickom štíte, kde je sonda na stene budovy.

V **Tab 2** je stručná charakteristika umiestnenia staníc.

**Tab 1 – Rozmiestnenie sond GammaTracer v monitorovacej sieti SHMÚ (stav k 1. 1. 2006)**

Por. čís.	Miesto inštalácie	Indikatív Stanice	Označenie stanice	Zemepisná šírka (N)	Zemepisná dĺžka (E)	Nadmorská výška (m)	Výr. číslo sondy	Dátum inštalácie	Posledné overenie
1	Malý Javorník	11812	SXMJ	48° 15´	17° 09´	584	GF 1254	6.12.2002	28.7.2004
2	Bratislava - Koliba	11813	SOBA	48° 10´	17° 06´	304	GF 1233	13.7.1999	24.5.2005
3	Jaslovské Bohunice	11819	SOJB	48° 29´	17° 40´	176	GF 1232	9.9.1999	24.5.2005
4	Piešťany	11826	LZPP	48° 32´	17° 50´	163	GF 1271	25.10.1999	24.5.2005
5	Žilina - Dolný Hričov	11841	LZZI	49° 14´	18° 37´	310	GF 1236	24.5.2005	24.5.2005
6	Nitra - Janíkovce	11855	LZNI	48° 17´	18° 08´	134	GF 1239	16.9.1999	24.5.2005
7	Mochovce	11856	SOMO	48° 17´	18° 27´	261	GF 1234	20.7.1999	24.5.2005
8	Hurbanovo	11858	STHU	47° 52´	18° 12´	115	GF 1269	5.12.2000	15.6.2004
9	Prievidza	11867	LZPE	48° 46´	18° 36´	260	GF 1277	21.7.2000	16.6.2004
10	Dudince	11880	STDU	48° 10´	18° 52´	140	GF 1275	20.9.1999	24.5.2005
11	Sliač	11903	LZSL	48° 39´	19° 09´	314	GF 1283	20.9.1999	24.5.2005
12	Chopok	11916	STCH	48° 59´	19° 36´	2 005	GF 1280	1.12.1999	24.5.2005
13	Liesek	11918	STLK	49° 22´	19° 41´	692	GF 1276	6.6.2001	16.6.2004
14	Lučenec	11927	LZLU	48° 20´	19° 44´	214	GF 1282	29.5.2001	14.6.2004
15	Lomnický štít	11930	STLS	49° 12´	20° 13´	2 635	GF 1273	13.2.2002	24.9.2004
16	Štrbské Pleso	11933	STSP	49° 07´	20° 05´	1 355	GF 1279	22.7.2000	14.6.2004
17	Telgárt	11938	STSV	48° 51´	20° 11´	901	GF 1272	16.8.2001	15.6.2004
18	Gánovce	11952	STGN	49° 02´	20° 19´	701	GF 1270	2.8.2000	15.6.2004
19	Kojšovská hoľa	11958	STKH	48° 47´	20° 59´	1 242	GF 1235	23.9.1999	24.5.2005
20	Košice	11968	LZKZ	48° 40´	21° 13´	230	GF 1240	26.8.1999	24.5.2005
21	Štropkov	11976	STSK	49° 13´	21° 39´	216	GF 1241	12.10.1999	24.5.2005
22	Milhostov	11978	STMI	48° 39´	21° 43´	105	GF 1267	5.12.2000	15.6.2004
23	Kamenica nad Cirochou	11993	LZKC	48° 56´	22° 00´	177	GF 1238	21.9.1999	24.5.2005
24	"náhradná"						GF 1237		14.6.2004
25	"prenosná"						GF 1242		17.6.2004

**Tab. 2 – Charakteristika umiestnenia staníc**

<b>Názov stanice</b> a indikatív	<b>Popis umiestnenia</b>
<b>Malý Javorník</b> 11 812	Stanica je umiestnená v lese na hrebeni Malých Karpát neďaleko Bratislavy v nadmorskej výške 584 m n. m.
<b>Bratislava – Koliba</b> 11 813	Stanica sa nachádza na jednom z vedľajších hrebeňov Malých Karpát vo výške 304 m n. m., v mestskej časti Koliba 160 m nad rovinatou časťou mesta. Okolie stanice tvoria ovocné záhrady a budovy SHMÚ. Stanica je dobre ventilovaná s výrazne prevažujúcim prúdením zo severovýchodu a severozápadu.
<b>Jaslovské Bohunice</b> 11 819	Meteorologické observatórium pri atómovej elektrárni leží na rovine v severnej časti Podunajskej nížiny v nadmorskej výške 176 m n. m. Na severozápade vo vzdialenosti 15 – 18 km sa ťahne hrebeň Malých Karpát, na východe Považský Inovec. Okolie observatória tvorí poľnohospodárska pôda a objekty atómovej elektrárne. Poloha je dobre ventilovaná.
<b>Piešťany</b> 11 826	Stanica sa nachádza severne od Piešťan, na rovine v severnom výbežku Trnavskej tabule, v nadmorskej výške 163 m n. m. Širšie okolie tvoria na západe Malé Karpaty a na východe Považský Inovec. Meteorologická záhradka so sondou je umiestnená na rovinatej trávinatej ploche letiska. V blízkom okolí sú len budovy letiska a lúky. Stanica je dobre ventilovaná, najmä v smere sever – juh.
<b>Nitra – Veľké Janíkovce</b> 11 855	Stanica sa nachádza v severnej časti Podunajskej nížiny v nadmorskej výške 134 m n. m., južne od Nitry pri obci Veľké Janíkovce. Najbližším pohorím je Tribeč, ktoré začína Zoborom severne od Nitry vo vzdialenosti 2 km. Okolie stanice je rovinné, tvoria ho lúky a orná pôda, len na východe vo vzdialenosti 1 km prechádza do mierne vyvýšenej pahorkatiny. Stanica je dobre ventilovaná.
<b>Mochovce</b> 11 856	Meteorologické observatórium sa nachádza v severnej časti Nitrianskej pahorkatiny na vyvýšenej plošine v nadmorskej výške 261 m n. m., v blízkosti križovatky ciest do Nemčiňan, Mochoviec a Kozmároviec. Okolie stanice tvorí orná pôda, len na severozápade je les. Stanica je dobre ventilovaná, určité obmedzenie spôsobuje okolitý les na severozápade.
<b>Hurbanovo</b> 11 858	Observatórium Hurbanovo sa nachádza asi 20 km severne od Komárna. Poloha okolia je rovinná a nížinná, nadmorská výška rovnej tabule je 115 m n. m. Smerom na východ sa postupne terén zvyšuje, rozprestiera sa tu pahorkatina Chrbát, ktorej najvyšší vrch má 271 m n. m. Teda aj smerom na východ je prakticky voľná plocha. Observatórium je umiestnené na rovine. Bolo spočiatku na severnej strane mesta, ale výstavbou v okolí sa dostalo do stredu mesta. Sonda je umiestnená na pozorovacej veži, ktorá je 20 m nad zemou.
<b>Prievidza</b> 11 867	Stanica sa nachádza v centre Hornonitrianskej kotliny v nadmorskej výške 260 m n. m. Kotlina je tu široká, rovinatá, na západe obklopená Strážovskými vrchmi, zo severu Malou Fatrou a na juhovýchode Vtáčnikom. Stanica je situovaná západne od Prievidze na širokej rovinatej nive rieky Nitra. Okolie stanice je rovinné a tvoria ho lúky, orná pôda a budova letiska.

<b>Dudince</b> 11 880	Stanica sa nachádza v plytkom údolí Ipeljskej pahorkatiny. Okolité pahorky majú len malé relatívne prevýšenie. Na severozápade sú Štiavnické vrchy a na juhovýchode Krupinská planina. Smerom od severu na juh preteká rieka Štiavnička. Meteorologická záhradka je umiestnená na lúke v okrajovej časti Dudiniec v nadmorskej výške 140 m n. m.
<b>Sliach</b> 11 903	Stanica sa nachádza na letisku Sliach v nadmorskej výške 314 m n. m. Je to rovinatá časť Zvolenskej kotliny, ktorú na západe lemujú Kremnické vrchy, pokračujú Nízke Tatry, Poľana a Javorie. Okolie stanice je rovinaté, tvoria ho lúky a budovy letiska. Stanica je dobre ventilovaná.
<b>Chopok</b> 11 916	Stanica sa nachádza na ostrom hrebeni Nízkych Tatier v nadmorskej výške 2005 m n. m. v sedle medzi východne blízko ležiacim Chopkom a vzdialenejším západne ležiacim Derešom. Stanica je silne ventilovaná najmä v smere sever – juh. Smerom na západ od meteorologickej záhradky je budova lanovky a za ňou budova Rádiokomunikácií. Chopok je po Ďumbieri druhým najvyšším vrchom Nízkych Tatier a meteorologická stanica je u nás druhou najvyššie položenou po Lomnickom štíte. Meteorologická záhradka je na skalnatom podklade, v lete so skromným trávnatým porastom, v zime s veľkou výškou snehovej pokrývky a silnou námrazou. Meteorologická záhradka je na pôvodnom mieste od začiatku pozorovania (december 1954). Stanica veľmi dobre reprezentuje hrebeňové vysokohorské pomery.
<b>Liesek</b> 11 918	Stanica sa nachádza v Oravskej kotline na miernej vyvýšenine nad obcou Liesek v nadmorskej výške 692 m n. m. Je to najsevernejšie položená profesionálna meteorologická stanica na Slovensku. Okolie stanice tvoria lúky a orná pôda. Stanica je veľmi dobre ventilovaná. V okolí 15 km od meteorologickej stanice sa nachádza Oravská priehrada a na druhej strane Roháče.
<b>Lučenec – Bolkovce</b> 11 927	Stanica sa nachádza v strednej časti Lučeneckej kotliny, ohraničenej na západe Krupinskou vrchovinou, na severe výbežkami Slovenského rudohoria a na juhu Filakovskou vrchovinou, na vyvýšenej plošine (letisku) v nadmorskej výške 214 m n. m. pri obci Bolkovce vzdialenej asi 6 km východne od Lučenca.
<b>Lomnický štít</b> 11 930	Stanica sa nachádza v budove lanovky v nadmorskej výške 2635 m n. m. na ostrom vrchole Lomnického štítu. Celá budova, kde je umiestnené observatórium, je vbudovaná do vrcholu štítu a je na severovýchodnej strane asi 18 m vysoká. Poloha stanice je vrcholová – rozloha vrcholu je malá. Stanica dobre reprezentuje vysokohorské polohy Vysokých Tatier.
<b>Štrbské Pleso</b> 11 933	Stanica leží v nadmorskej výške 1355 m n. m., na terase, ktorú pri južne orientovaných svahoch chráni zo severu hlavný oblúk Vysokých Tatier, na západe sa rozprestiera Liptovská a na juhu Popradská kotlina. Terasa je vyvýšená nad kotlinami približne o 600 m. Meteorologická záhradka je umiestnená od jesene 2005 pri hoteli Panoráma, kam bola presťahovaná od liečebného domu Helios.
<b>Telgárt</b> 11 938	Stanica sa nachádza v priestore medzi východnou časťou Nízkych Tatier a Slovenským rudohorím priamo v doline pod Kráľovou hoľou obkolesená okolitými lesmi. Stanica leží mimo obce na vyvýšenom mieste – na lúčach v nadmorskej výške 901 m n. m.
<b>Poprad – Gánovce</b> 11 952	Stanica sa nachádza nad mestom Poprad v nadmorskej výške 701 m n. m. uprostred sadov a polí. Nachádza sa nad Popradskou kotlinou, ktorá je pokračovaním Liptovskej kotliny.

<b>Košice</b> 11 968	Stanica sa nachádza v rovinatej strednej časti Košickej kotliny v nadmorskej výške 230 m n. m., obkolesenej Slovenským rudohorím, Šarišskou vrchovinou a Slanským pohorím na východe. Severne od meteorologickej stanice sa rozprestiera metropola Košíc a južne U. S. Steel. Okolie stanice na širokej rovine tvoria lúky a areál letiska (Košice – časť Barca). Stanica je dobre ventilovaná, s prevládajúcim prúdením sever – juh.
<b>Stropkov</b> 11 976	Stanica sa nachádza v Nízkych Beskydách v povodí rieky Ondavy 15 km od priehrady Domaša v nadmorskej výške 216 m n. m. Okolie stanice tvorí záhradkárská osada a obrábané polia. Stanica je situovaná v hornej časti južne orientovaného svahu – na lúke. Je veľmi dobre ventilovaná.
<b>Milhostov</b> 11 978	Stanica leží v strednej časti Východoslovenskej nížiny v nadmorskej výške 105 m n. m. Obzor okolo MS je voľný, len v diaľke na severozápad sa tiahne hrebeň Slanských vrchov a na juhozápade vystupuje Milič (896 m n. m.). Stanica je umiestnená na rovine v intraviláne obce Milhostov, ktorá je súčasťou Trebišova, za vodným kanálom. Okolie meteorologickej záhradky tvorí omá pôda, za kanálom sú rodinné domy. Stanica je dobre ventilovaná.
<b>Kamenica nad Cirochou</b> 11 993	Stanica sa nachádza v severovýchodnej časti Humenskej kotliny na širokej nive riečky Cirochy v smere na Sninu v nadmorskej výške 177 m n. m. Obkolesená je Nízkymi Beskydami a na juhu a juhovýchode Vihorlatom. Okolie stanice na severnom okraji obce Kamenica nad Cirochou tvorí rovinatá letisková plocha, ktorá je väčšinou trávnatá a nízka prevádzková budova. Stanica je veľmi dobre ventilovaná.

V rámci slovensko-maďarskej spolupráce boli v roku 2001 a 2003 vykonané na staniciach našej monitorovacej siete „**in situ**“ **merania**. Ich výsledky sú dôležité pre charakterizovanie prirodzeného pozadia lokalít, na ktorých sú sondy umiestnené a pre interpretáciu meraní.

**Rozmiestnenie sond** radiačnej monitorovacej siete SHMÚ je determinované umiestnením profesionálnych meteorologických staníc. Tie jej poskytujú technické zázemie (dátové spojenie), ochranu zariadení, obsluhu personálom stanice. Keďže SHMÚ je iba jedným z prevádzkovateľov sietí včasného varovania pred žiarením, konzultuje otázky rozmiestnenia sond v rámci medzirezortnej odbornej spolupráce a so Slovenským ústredím radiačnej monitorovacej siete.

Geografické rozmiestnenie staníc, na ktorých sú umiestnené sondy GammaTracer je prezentované v mape (**Monitorovacia sieť príkonu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia a aerosólov**).



## 2.2.2 Aerosóly

SHMÚ prevádzkuje 4 veľkoobjemové odberové zariadenia VAJ-01, ktoré sú umiestnené na meteorologických staniciach v blízkosti hraníc (Hurbanovo, Lučenec, Stropkov, Liesek). Okrem týchto stabilných monitorovacích miest (SMM) pre odber aerosólov z prízemnej vrstvy atmosféry je umiestnený v Jaslovských Bohuniciach automatický aerosólový zberač AMS-02.

Zariadenie AMS-02 je darom Spolkového ministerstva poľnohospodárstva, lesov, životného prostredia a ochrany vôd Rakúska Ministerstvu životného prostredia SR na základe platnej medzirezortnej dohody o výmene údajov zo systémov včasného varovania pred žiarením. Aerosólový zberač AMS-02 od firmy BITT Technology G.m.b.H bol inštalovaný 4. 10. 2001.

## 2.3 Spôsob a frekvencia odberu vzoriek

### 2.3.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia

Tab 3 - Technický popis meracieho zariadenia GammaTracer

<b>Typ detektoru:</b>	2 GeigerMuellerove trubice
<b>Rozsah citlivosti:</b>	a: 20 nSv/h – 10 mSv/h b: 1 mSv/h - 10 Sv/h (sonda kalibrovaná do 1 Sv/h)
<b>Energetický rozsah:</b>	48 keV – 1.25 MeV
<b>Energetická závislosť:</b>	± 22 % (48 keV – 1.25 MeV)
<b>Teplota prostredia:</b>	40 °C - + 60°C (kalibrované v rozsahu -30°C - +50°C)
<b>Tepelná závislosť:</b>	± 2,5 % (-20°C do +50°C) ± 5 % (-40°C do +60°C)
<b>Relatívna vlhkosť vzduchu:</b>	0 – 100 %
<b>Puzdro sondy:</b>	hermeticky uzavreté odolávajúce tlaku 10m vodného stĺpca

Sondy všetkých SMM sú prostredníctvom privátnej siete prepojené s telekomunikačným počítačom STRATUS Continuum, ktorý je umiestnený v Bratislave na Kolibe. Prostredníctvom MSS (Message Switching System) sú správy prerozdeľované prostredníctvom ftp-protokolu do servera RADSRV a ostatným užívateľom (Úrad jadrového dozoru, Úrad Civilnej ochrany Ministerstva vnútra SR, stredisko Výstrahy ZHN práporu RCHBO Pozemných síl OS SR v Trenčíne).

Z meracích miest SHMÚ prichádzajú 10-minútové a 24-hodinové priemery príkonu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia.

Aplikačné programové vybavenie radiačného servera umožňuje prostredníctvom komunikačného modulu komunikáciu s telekomunikačným počítačom STRATUS Continuum. Modul pre zápis prichádzajúcich dát do databázy, prezentačný modul (tabuľková časť, grafická časť: grafy a geografický modul), servisný modul (archivácia údajov) a konfiguračný modul (aktualizácia metainformácií systému) zabezpečujú ďalšie funkcie. Dáta sa priebežne zapisujú do databázy MS SQL Server 2000 v prostredí operačného systému WINDOWS 2000 Server Family.

## 2.3.2 Aerosóly

### Technický popis zariadenia VAJ-01

Odberové zariadenie VAJ-01 je určené pre kontinuálny odber vzoriek aerosólov z prízemnej vrstvy atmosféry a slúži predovšetkým pre identifikáciu kontaminácie ovzdušia.

Zariadenie VAJ-01 je veľkoobjemové zariadenie pre odber aerosólov z prízemnej vrstvy atmosféry s deklarovaným objemom presávania cca 200 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Pre odber aerosólov z ovzdušia sa používajú filtre typu FLPS PC-9A PND 5913388 o rozmeroch 55x65 cm. Odber vzoriek aerosólov sa uskutočňuje presávaním vzorkovej vzdušiny cez vláknitú filtračnú látku s vysokou účinnosťou zachytu aerosólových častíc. Hlavným zachytným procesom je impakt na vláknach látky (pre prípad použitia doporučovaného druhu FLPC resp. pre sklovláknité materiály). Hlavný podiel zachytených aerosólov sa ukladá vo vnútornom objeme filtračnej látky. Hĺbkový zachyt aerosólových častíc umožňuje zachytiť na jednotke plochy filtra relatívne veľký počet častíc pri veľmi miernom zvyšovaní aerodynamického odporu filtra.

Po ukončení odberu sú filtre skladané, hermeticky uzavreté a po zmeraní dávkového príkonu sú zasielané na gamaspektrometrické analýzy. Polovodičovými detektormi z čistého germánia sú na pracoviskách Ministerstva zdravotníctva po spracovaní tieto filtre analyzované na obsah jednotlivých rádionuklidov. Výsledkom je hodnota objemovej aktivity pozitívne detegovateľného rádionuklidu.

Filtre sú exponované po dobu jedného týždňa raz do mesiaca.

### Technický popis automatického aerosólového zberača AMS-02

Hlavné časti meracieho systému AMS-02 firmy BITT Technology G.m.b.H:

**Detektory:** 2" x 2" Na(Tl) (2 kusy), PIPS 1700 mm<sup>2</sup>, germániový detektor (HP Ge)

### Riadiaca jednotka

**Čerpadlo:** nominálny prietok 6 m<sup>3</sup>/h

**Filtre:** priemer 60 mm Schleicher & Schüll typ 10 (DIN 24 184) zo sklenej vaty, priemer 60 mm filter z papiera nasýteného aktívnym uhlím, silikágelový filter (zariadenie je vybavené zásobníkom 500 filtrov automaticky zakladaných manipulátorom)

Zariadenie sa skladá z dvoch PC spojených lokálnou sieťou:

- komunikačné PC v Bratislave na Kolibe spojené s centrálou v Rakúsku,
- PC v kontajneri v Jaslovských Bohuniciach vybavené špeciálnou kartou (MCA - Multikanálový analyzátor) pre analyzovanie PIPS detektora, germániového detektora, pohybov manipulátora.



### **Prevádzka zariadenia:**

Pred nasávaním vzduchu sa robí meranie pozadia. Je to nevyhnutné pre nastavenie správnych hodnôt pre testovacie merania. Meranie pozadia trvá 900 sec. Opakuje sa po každej výmene filtra.

Čerpanie vzduchu sa spúšťa po ukončení merania pozadia. Prúd vzduchu otvorí klapku aerosolového a následne aj jódového filtra. Pulzy sa sčítavajú po dobu 5 minút.

Z počtu pulzov je vypočítaná aktuálna hodnota aktivity rádioaktívnej kontaminácie zachytenej na filtroch. Ak hodnota prekročí prírodné pozadie, odošle sa výstražné hlásenie. Pre potvrdenie tohto hlásenia musia mať tri po sebe nasledujúce hlásenia vyššiu hodnotu. Pre odoslanie poplachového hlásenia je potrebná iba jedna nameraná aktivita, ktorá je 10-násobne vyššia ako výstražná hodnota. Riadiaci program ukladá objemy meraného vzduchu, takže je možné určiť maximálnu a minimálnu aktívnu koncentráciu pre každú kontaminačnú zložku.

Spektrum z detektoru HP Ge sa nezmazáva a obnovuje sa v 5 minútových intervaloch, takže pulzy z jednotlivých cyklov sa sčítavajú. Tým sa detekčný limit pre umelé izotopy nepriamo zlepšuje, pretože sa u nich predpokladá dlhšia doba polpremeny ako u dcérskych prvkov radónu. V prípade nízkej, ale stálej aktivity v presávanom vzduchu je ich intenzita (t.j. pomer pulzov k celkovému vzorkovaciemu času) konštantná, kým u „potlačených“ dcérskych produktov radónu klesajú. Na druhej strane, tento detektor nemôže „držať krok“ s rýchlymi zmenami úrovni radónu, na to je vhodnejší PIPS detektor.

Pravidelné spracovanie toku dát z PIPS a NaI(Tl) detektorov dodáva priemerné hodnoty súčasnej rovnovážnej koncentrácie radónového ekvivalentu (v Bq/m<sup>3</sup>) v atmosfére pri použití hodnôt z aerosólových filtrov. Rovnako je indikovaný stav jódového filtra.

Po 12 – 24 hodinách normálneho merania je aerosólový filter vymenený za nový po vyprchaní prirodzenej rádioaktivity, inak môže obsah dcérskych produktov <sup>220</sup>Rn (thoronu) viesť k zvýšeniu počtu pulzov pri výmene filtrov a nárastu pravdepodobnosti falošného poplachu. Nový cyklus sa spustí výmenou aerosólového filtra, po ňom prípadne nasleduje test zosilnenia a merania pozadia.

Efektívne doby polpremeny <sup>238</sup>U a <sup>232</sup>Th radónových dcérskych produktov je 30 min a 10 hodín. Aerosólový filter môže byť znovu použitý po dostatočnom znížení aktivity Thoronu – teda asi po 84 hodinách (7 meracích cyklov), ak je jeho vzdušný odpor v limite. Odpor sa kontroluje po každom vyhodnotení dát. Ak je nadlimitný, filter sa nahradí novým.

## **2.4 Sledované ukazovatele a metódy hodnotenia jednotlivých veličín**

Celkovú rádioaktivitu atmosféry obvykle rozdeľujeme na prirodzenú a umelú rádioaktivitu.

**Prírodnou rádioaktivitou** je spontánny rozpad rádionuklidov. Prírodné rádioaktívne prvky sa dostávajú do atmosféry hlavne z hornín napr. pri povrchovej ťažbe fosílnych palív sa do vzduchu uvoľňuje radón, rovnako je to pri ich spaľovaní, z vodných zdrojov, alebo spracovaním prírodných látok. Okrem toho vznikajú i bombardovaním atmosférických atómov neutrónmi kozmického žiarenia.

**Umelá rádioaktivita** je rozpad nuklidu vyvolaný umelým pridaním energie nuklidu tak, že sa stane nestabilným a rozpadne sa s vyslaním žiarenia alfa, beta alebo gama (rádioaktívne žiarenie). Ak je produkt rozpadu rádioaktívny, vzniká rozpadový rad. Rozpadový rad je postupnosť rádioaktívnych rozpadov nuklidov. Rad končí stabilným nuklidom až po niekoľkých následných rozpadoch (napr. uránový, aktíniový, tóriový). Rádioaktívne látky umelého pôvodu sa do ovzdušia dostávajú pri využívaní jadrovej energie predovšetkým ako produkty

skúšok jadrových zbraní v atmosfére alebo v prípade havárie jadrovo energetického zariadenia.

Podľa doby polpremeny rádioaktivitu rozdelujeme na **krátkodobú rádioaktivitu** (doby polpremeny sú rádovo od zlomkov sekundy po dni) a dlhodobú rádioaktivitu (doby polpremeny sú rádovo v mesiacoch a rokoch). Za **prírodnú rádioaktivitu** sa mnohokrát pokladá len jej krátkodobá zložka, ktorú v prízemnej vrstve atmosféry v najväčšej miere zastupujú izotopy rádónu a ich rozpadové produkty.

#### 2.4.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia

Veličinou, ktorá sa v súčasnosti meria v sieti včasného varovania je **príkon absorbovanej dávky**, ktorý slúži pre stanovenie **príkynu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia v nSv/h**. Ide o operačnú veličinu charakterizujúcu súčasne prírodné i umelé rádionuklidy bez možnosti kvalitatívnej identifikácie jednotlivých rádionuklidov.

**Absorbovaná dávka** (radiačná dávka) je definovaná ako podiel množstva energie ionizujúceho žiarenia pohltenej v anorganickej látke a hmotnosti tejto látky. Jednotkou absorbovanej dávky je gray (Gy),  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$ . Staršou jednotkou absorbovanej dávky je rad (radiation absorbed dose). Platí  $100 \text{ rad} = 1 \text{ Gy}$ .

**Ekvivalentná dávka** (dávkový ekvivalent) je daná súčinom absorbovanej dávky a akostného faktoru charakterizujúceho biologický účinok daného druhu rádioaktívneho žiarenia na organickú látku. Jednotkou ekvivalentnej dávky je sievert (Sv),  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$ . Staršou jednotkou ekvivalentnej dávky je rem (röntgen equivalent man);  $100 \text{ rem} = 1 \text{ Sv}$ . Akostný faktor pre gama žiarenie sa rovná 1.

**Efektívna dávka** je definovaná ako súčet všetkých ekvivalentných dávok vo všetkých orgánoch alebo tkanivách vynásobených príslušným váhovým faktorom. Váhový faktor vyjadruje vzťah medzi pravdepodobnosťou náhodných účinkov žiarenia a ekvivalentnou dávkou. Jednotkou je  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$ .

**Kolektívna efektívna, resp. ekvivalentná dávka** sa používa na účely kvantifikácie ožiarenia skupín obyvateľstva; je to súčet efektívnych resp. ekvivalentných dávok všetkých jednotlivcov v určitej skupine, udáva sa v manSv.

**Úväzok ekvivalentnej dávky**  $H(t)$  je časový integrál ekvivalentnej dávky v orgáne alebo tkanive T za čas  $t$  od príjmu rádionuklidu.

**Úväzok efektívnej dávky**  $E(t)$  je časový integrál efektívnej dávky za čas  $t$  od príjmu rádionuklidu. Pre výpočet úväzku efektívnej alebo ekvivalentnej dávky sa u osôb starších ako 18 rokov veku počíta s obdobím 50 rokov a u osôb mladších ako 18 rokov veku s obdobím 70 rokov od príjmu rádionuklidov, ak nie je uvedené inak.

**Limity ožiarenia** sú stanovené legislatívou na základe odporúčaní Medzinárodnej komisie na ochranu pred žiarením (ICRP). Pre obyvateľstvo je stanovený limit efektívnej dávky na  $1 \text{ mSv/rok}$  (max  $5 \text{ mSv/rok}$  pričom priemer za 5 rokov nesmie presahovať  $5 \text{ mSv}$ ). Z limitovania sú vypustené prírodné zdroje ožiarenia a z umelých zdrojov ožarovanie v medicíne.

Ľudská populácia obdrží v celosvetovom priemere  $2.4 \text{ mSv}$  za rok, z toho z prírodných zdrojov celkom približne 68 %, t.j.  $1.6 \text{ mSv}$ . Smrteľná dávka pre človeka je medzi 3 a 4 Sv.

Z dlhodobých meraní v jednotlivých SMM a ich následného spracovania vyplynulo, že vzhľadom na špecifické podmienky meracích miest (geologické podložie, nadmorská výška, klimatické podmienky, ...) je potrebné stanoviť **signalizačné úrovne** diferencovane. Preto v časti 2.6 je uvedená tabuľka hodnôt signalizačných úrovní, ktorá zohľadňuje tieto aspekty.

**Varovná úroveň** je všeobecne stanovená na  $500 \text{ nSv/h}$ .

## 2.4.2 Aerosóly

### Zariadenie VAJ-01

Aktivita charakterizuje zdroj žiarenia a **objemová aktivita** charakterizuje obsah rádionuklidu v jednotke objemu. Jednotkou aktivity je **Bq** (počet rádioaktívnych rozpadov za jednotku času), jednotkou objemovej aktivity je **Bq/m<sup>3</sup>** (počet rádioaktívnych rozpadov za jednotku času v jednotke objemu).

Na základe gamaspektrometrických analýz odobratých filtrov v aerosóloch prízemnej vrstvy atmosféry je pravidelne detekovaný a vyhodnocovaný **prírodný rádionuklid <sup>7</sup>Be** a **umelý rádionuklid <sup>137</sup>Cs** je spravidla na alebo pod úrovňou detekčného limitu systému (rádove jednotky mBq.m<sup>-3</sup>).

### Zariadenie AMS-02

Automatický aerosólový zberač umožňuje sledovať tieto ukazovatele:

- <sup>222</sup>Rn, <sup>220</sup>Rn
- alfa, beta, umelé rádionuklidy
- <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs
- elem. <sup>131</sup>I, <sup>132</sup>I, <sup>133</sup>I
- <sup>60</sup>Co
- príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia (nSv/h)
- zrážky, teplota vzduchu, rýchlosť a smer vetra

## 2.5 Štatistické vyhodnotenie odobratých vzoriek

### 2.5.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia

V **Tab 4** sú vyhodnotené početnosti 10-min meraní za rok 2005. Dve číslice uvádzané pri každej stanici a mesiaci majú nasledovný význam:

- prvá číslica predstavuje počet 10-min meraní úspešne zapísaných do databázy,
- druhá číslica predstavuje podiel počtu úspešne zapísaných meraní do databázy a maximálneho počtu meraní, ktoré je možné realizovať v príslušnom mesiaci v percentách.

Zoznam sond, ktoré v roku 2005 podliehali overeniu a kalibrácii, je v **Tab 1**. Na týchto meracích miestach došlo k čiastočnému výpadku meraní v mesiaci máj. Vďaka dobrej koordinácii prác s odborom Meteorologický a klimatologický monitoring a s pracovníkmi Slovenského metrologického ústavu bol výpadok minimálny.

K významnejšiemu výpadku meraní došlo iba na meracom mieste Chopok. Pre náročné klimatické podmienky vo vysokohorskom teréne musela byť sonda odinštalovaná s časovým predstihom a trvalo dlhší čas, ako na iných stanicach, kým bola opäť inštalovaná.

**Tab 4 - Vyhodnotenie počtu meraní 10-min priemerov príkonu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia v roku 2004 (absolútne a relatívne)**

Názov stanice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Malý Javorník</b>	4198 94.06	3988 98.91	4463 99.98	4320 100	4458 99.87	4320 100	4464 100	4464 100	4318 99.95	4461 99.93	4320 100	4463 99.98
<b>Bratislava - Koliba</b>	4199 94.06	4031 99.98	4466 99.98	4320 100	1410 31.59	4320 100	4464 100	4464 100	4318 99.95	4464 100	4320 100	4463 99.98
<b>Jaslovské Bohunice</b>	4155 93.08	4021 99.73	4461 99.93	3482 80.6	1112 24.91	4320 100	4462 99.96	4463 99.98	4319 99.98	4458 99.87	4313 99.84	4463 99.98
<b>Piešťany</b>	4199 94.06	4022 99.75	4463 99.98	3955 91.55	657 14.72	4300 99.54	4436 99.37	4453 99.75	4317 99.93	4460 99.91	4311 99.79	4453 99.75
<b>Žilina</b>	4199 94.06	4028 99.9	4464 100	3932 91.02	672 15.05	3729 86.32	4132 92.56	4462 99.96	4315 99.88	4329 96.98	4318 99.95	4463 99.98
<b>Nitra</b>	4200 94.09	4031 99.98	4464 100	3513 81.32	1102 24.69	4288 99.26	4457 99.84	4431 99.26	4164 96.39	4464 100	3702 85.69	4462 99.96
<b>Mochovce</b>	4200 94.09	4023 99.78	4464 100	3529 81.69	1065 23.86	4320 100	4464 100	4464 100	4320 100	4463 99.98	4315 99.88	4463 99.98
<b>Hurbanovo</b>	4200 94.09	4032 100	4464 100	4316 99.91	4463 99.98	4320 100	4464 100	4464 100	4320 100	4464 100	4320 100	4464 100
<b>Prievidza</b>	4198 94.04	4018 99.65	4462 99.96	4318 99.95	4451 99.71	4319 99.98	4464 100	4432 99.28	4319 99.98	4464 100	4312 99.81	4461 99.93
<b>Dudince</b>	4192 93.91	3979 98.69	4463 99.98	3547 82.11	1057 23.68	4313 99.84	4464 100	4459 99.89	4040 93.52	4446 99.6	4316 99.84	4454 99.78
<b>Sliac</b>	4198 94.04	4017 99.63	4462 99.96	3641 84.28	967 21.66	4318 99.95	4461 99.93	4462 99.96	4314 99.86	4461 99.93	4315 99.88	4462 99.96
<b>Chopok</b>	4198 94.04	4027 99.88	4462 99.96	1894 43.84			3958 88.66	2882 64.56	4291 99.33	4458 99.87	4252 98.43	4462 99.96
<b>Liesek</b>	4200 94.09	4032 100	4464 100	4320 100	4462 99.96	4320 100	4464 100	4463 99.98	4283 99.14	4456 99.82	4283 99.14	4463 99.98

Tab 4 - pokračovanie

Názov stanice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lučenec	3412	4018	4462	4318	4456	4320	4464	4463	4318	4464	4316	4458
	76.43	99.65	99.96	99.95	99.82	100	100	99.98	99.95	100	99.91	99.87
Lomnický štít	4076	4020	4369	4262	4440	4313	4399	4458	4315	4462	4319	4462
	91.31	99.7	97.87	98.66	99.46	99.84	98.54	99.87	99.88	99.96	99.98	99.96
Štrbské Pleso	4199	4032	4460	4320	4457	4320	4464	4442	4109	3502	4242	4424
	94.06	100	99.91	100	99.84	100	100	99.51	95.12	78.45	98.19	99.1
Telgárt	4194	4031	4464	4320	4463	4319	4464	4464	4320	4464	4320	4306
	93.95	99.98	100	100	99.98	99.98	100	100	100	100	100	96.46
Poprad- Gánovce	4196	4022	4459	4305	4453	4318	4462	4464	4316	4464	4319	4463
	94	99.75	99.89	99.65	99.75	99.95	99.96	100	99.91	100	99.98	99.98
Kojšovská hoľa	4116	3992	4416	3657	145	4237	4463	4409	4308	4459	4320	4455
	92.2	99.01	98.92	84.65	3.25	98.08	99.98	98.77	99.72	99.89	100	99.8
Košice	4198	4032	4461	3668	938	4318	4462	4455	4315	4463	4320	4463
	94.04	100	99.93	84.91	21.01	99.95	99.96	99.8	99.88	99.98	100	99.98
Štropkov	4199	4030	4461	3813	807	4319	4462	4464	4318	4464	4318	4463
	94.06	99.95	99.93	88.26	18.08	99.98	99.96	100	99.95	100	99.95	99.98
Milhostov	4200	4032	4464	4319	4464	4320	4464	4460	4319	4464	4320	4464
	94.09	100	100	99.98	100	100	100	99.91	99.98	100	100	100
Kamenica nad Cirochou	3436	4008	4462	3792	820	4320	4464	4420	4276	4464	4320	4456
	76.97	99.4	99.96	87.78	18.37	100	100	99.01	98.98	100	100	99.82

## 2.5.2 Aerosóly

Pri prevádzke aerosólových zberačov VAJ-01 v Lieseku, Hurbanove, Lučenci a Stropkove sa stále častejšie začínajú prejavovať príznaky opotrebovanosti (zberače sú v prevádzke od konca 80. rokov). Keďže výsledky z nich sú dôležité pre plnenie reportovacej povinnosti na základe čl. 35 EURATOM, treba nutne počítať s ich obnovou prípadne náhradou. Ako prvý sa bude riešiť aerosólový zberač v Lieseku, ktorý prestal fungovať.

Automatický aerosólový zberač AMS-02 bol prevádzkovaný v úzkej spolupráci s rakúskou stranou, ktorá prostredníctvom firmy BITT Technology G.m.b.H riešila v roku 2005 všetky technické problémy.

## 2.6 Výsledky monitoringu

V analytickej časti správy sú prezentované výsledky monitoringu. Od roku 2004 sú 24-h priemery príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia z meracích miest SHMÚ prístupné aj na web stránke [www.shmu.sk](http://www.shmu.sk).

### 2.6.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia

#### Popisné štatistiky 10-min priemerov v roku 2005

V tabuľkách **Tab 5** až **Tab 16** sú uvedené popisné štatistiky za každé monitorovacie miesto SHMÚ. Boli vypočítané z 10-min priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia. Jednotlivé merania oscilujú okolo priemeru so smerodajnou odchýlkou približne 15%. Vyššie hodnoty sa vyskytujú v obdobiach, kedy následkom poveternostných podmienok dôjde k rozkolísaniu časového radu. Blízkosť stredných hodnôt priemeru a mediánu naznačuje, že jednotlivé hodnoty 10-min priemerov sú okolo svojho priemeru rozložené rovnomerne.

O rozložení hodnôt ďalej vypovedajú štatistiky kvartilov. Kvartilové rozpätie má stabilne hodnotu okolo 20. To znamená, že pri type sondy GammaTracer polovica hodnôt 10-min priemerov leží v takto širokom intervale.

Hodnoty dolného a horného decilu ohraničujú výskyt hodnôt na číselnú oblasť, v ktorej leží 80% 10-min priemerov vysielaných sondou.

Pre lepšiu názornosť vzájomného vzťahu jednotlivých popisných štatistík a možnosť porovnania meraní na rôznych meracích miestach slúžia ich grafické znázornenia na **Obr 1** až **Obr 4**. Vysvetlivky ku grafickým reprezentáciám popisných štatistík sú uvedené v nasledujúcej legende:

●	Aritmeticky priemer	●	Dolný kvartil
▢	Medián	▲	Horný kvartil
●	Min	●	Dolný decil
▲	Max	▲	Horný decil

Na základe spracovania časových radov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia za rok 2005 s ohľadom na vývoj hodnôt od roku 2000 pre jednotlivé meracie miesta bolo možné upresniť tabuľku pre stanovenie špecifických signalizačných úrovní. Obsahuje ich **Tab 17**. Rozdiely sú spôsobené osobitosťami jednotlivých meracích miest a ich absolútna hladina je daná druhom meracieho zariadenia (GammaTracer).

### **Grafické znázornenie priebehu 24-h priemerov v rokoch 2000 – 2005**

**Obr 5** až **Obr 8** umožňujú sledovať priebeh a variabilitu 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v období šiestich rokov. Veľmi významne sa prejavuje sezónne kolísanie hodnôt súvisiace s hrúbkou snehovej pokrývky v jednotlivých rokoch, ktoré sa na rôznych staniciach prejavuje s rôznou intenzitou.

### **Grafické znázornenie priebehu 24-h priemerov v roku 2005**

Časové rady 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia za rok 2005 boli graficky porovnané na **Obr 9** až **Obr 11**. Prejavujú sa na nich rozdielne charakteristiky meracích miest, rôznorodosť umiestnenia vo výškovom reliéfe Slovenska a vplyv prevládajúcich klimatických podmienok.

### **Porovnanie rôznych typov sond a vplyv zrážok na hodnoty príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia**

V rámci dlhoročnej spolupráce s firmou Microstep-MIS bola na bratislavskej Kolibe v blízkosti sondy GammaTracer inštalovaná sonda RPSG-05, ktorú firma vyrába a postupne je ňou vybavovaná sieť Úradu Civilnej ochrany. Výsledky porovnania týchto dvoch sond sú zaujímavé z hľadiska potrieb Jednotnej DB radiačných údajov, ktorá pracuje s dátami pochádzajúcimi zo sietí rôznych prevádzkovateľov, okrem iných aj Úradu Civilnej ochrany. V **Tab 18** a graficky na **Obr 12** a **Obr 13** možno sledovať vzťah meraných údajov získaných z oboch sond v jednej lokalite a použiť výsledky pri vyhodnocovaní dát v rámci spoločného dátového priestoru Jednotnej DB radiačných údajov.

SHMÚ v rámci spolupráce s rakúskou stranou pri inštalovaní automatického aerosólového zberača AMS-02 v Jaslovských Bohuniciach získal aj jednu sondu výrobcu BITT Technology typ RS 03/X. Keďže túto sondu používajú Slovenské elektrárne a.s., rakúska aj maďarská monitorovacia sieť, je zaujímavé porovnať tieto merania so sondou GammaTracer firmy Genitron, ktorou je osadená sieť SHMÚ. Porovnanie nie je celkom korektné, pretože sonda GammaTracer je umiestnená 1 m nad zemou na voľnom priestranstve a sonda RS 03/X je umiestnená neďaleko na kontajneri aerosólového zberača. Napriek tomu sú výsledky porovnávaní prostredníctvom popisných štatistík (**Tab 19**) aj prostredníctvom grafov (**Obr 14, Obr 15**) veľmi zaujímavé.

Pri grafickej analýze boli použité aj hodnoty zrážok a bola skúmaná citlivosť jednotlivých druhov sond pri zachytení prevýšení, ktoré sú vyvolané zrážkami.

### **Vplyv výšky snehovej pokrývky na hodnoty príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia**

Tento druh závislosti je viditeľný aj na 6-ročných časových radoch prezentovaných na **Obr 5** až **Obr 8**. Detailnejší pohľad na tento problém ponúka **Obr 16**. Tu možno porovnať aj rozdielny vplyv výšky snehovej pokrývky na typicky vysokohorskom a nížinnom meracom mieste (Chopok a Jaslovské Bohunice).

## 2.6.2 Aerosóly

Výsledky z automatického aerosólového zberača AMS-02 v Jaslovských Bohuníc sú prezentované na **Obr 17** až **Obr 19**. Nové dáta sú v národnej centrále na Kolibe k dispozícii každé 3 hodiny a to nielen z Jaslovských Bohuníc, ale z celej monitorovacej siete aerosólov Rakúska.

Gamaspektrometrické analýzy aerosólových filtrov odoberaných veľkoobjemovým odberovým zariadením VAJ-01 na SMM Lučenec, Liesek a Stropkov boli vykonané v laboratóriách Úradu verejného zdravotníctva a Ústavu preventívnej a klinickej medicíny. Z umelých rádionuklidov len nuklid  $^{137}\text{Cs}$  sa pohyboval na hranici detekčného limitu gamaspektrometrických systémov a iné umelé rádionuklidy neboli detegované. Z prírodných rádionuklidov boli sledované len objemové aktivity kozmogénneho nuklidu  $^7\text{Be}$ . Z hľadiska radiačnej záťaže obyvateľstva kontaminácia aerosólov v prízemnej vrstve atmosféry terestriálnymi rádionuklidmi ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  a  $^{40}\text{K}$ ) nepredstavuje významný príspevok k externej expozícii.



## 3 Medzinárodná spolupráca

### 3.1 Legislatívny rámec

Činnosť v oblasti monitoringu rádioaktivity a jeho zapojenie do medzinárodných aktivít je priamo alebo nepriamo upravované viacerými dohovormi a dvojstrannými zmluvami:

#### Všeobecné dohovory

- Dohovor o jadrovej bezpečnosti (Viedeň, 1993) od 24. októbra 1996,
- Dohovor o občianskoprávnej zodpovednosti v oblasti jadrovej energie (Paríž, 1960) v znení protokolu k aplikácii Viedenského dohovoru a Parížskeho dohovoru od 7. júna 1995,
- Rozhodnutie rady ministrov Európskeho spoločenstva č. 87/600/EURATOM zo dňa 14.12.1987 o opatreniach spoločenstva pre rýchlu výmenu informácií v prípade radiačného núdzového stavu ("radiological emergency"),
- Dohovor o zabezpečení ochrany jadrového materiálu (Viedeň - New York, 1980) od 8. februára 1987,
- Dohovor o pomoci v prípade jadrovej havárie alebo rádiologického nebezpečenstva (Viedeň, 1986) od 4. septembra 1988,
- Dohovor o včasnom oznamovaní jadrovej havárie (Viedeň, 1968) od 27. októbra 1986,
- Dohovor o ochrane pracovníkov pred ionizujúcim žiarením (Ženeva, 1960) od 21. januára 1965,
- Zmluva o založení Európskeho spoločenstva pre atómovú energiu (EURATOM) zo 17. apríla 1957 (článok 35 a 36).

#### Dohody s priamou účasťou SHMÚ

- Dohoda medzi Ministerstvom životného prostredia SR a Rakúskym federálnym ministerstvom poľnohospodárstva, lesníctva, životného prostredia a vodného hospodárstva o vzájomnej výmene údajov zo systémov včasného varovania pred žiarením z 23. 5. 1994.
- Dohoda medzi MŽP SR a MŽP Maďarskej republiky a MV Maďarskej republiky o vzájomnej výmene údajov zo systémov včasného varovania pred žiarením z 25. 4. 2001.

### 3.2 Európska výmena dát EURDEP

V Rozhodnutí rady ministrov Európskeho spoločenstva č. 87/600/EURATOM

zo dňa 14. 12. 1987 je definovaný systém **ECURIE** (European Community Urgent Radiological Information Exchange). Toto rozhodnutie požaduje, aby ktorýkoľvek štát, ak sa rozhodne prijať ochranné opatrenia, alebo zistí abnormálne úniky rádioaktivity, vyzval ostatné členské štáty. Túto úlohu u nás plní Úrad jadrového dozoru.

Technickou a expertnou podporou pre ECURIE je systém **EURDEP** (European Union Radiation Data Exchange Platform), ktorý zahŕňa národné databázy radiačného monitorovania v jednej centrálnej databáze. Táto je prístupná všetkým zúčastneným stranám. Odborným a technickým strediskom pre tento systém je Joint Research Centre (EC JRC) v talianskej Ispre. Jeho súčasťou je aj monitorovacia sieť SHMÚ, ktorý je súčasne nositeľom systému za Slovenskú republiku.

Vstupom Slovenskej republiky do EÚ sa stalo prispievanie do európskej databázy radiačných údajov povinným. Prispievanie do európskej databázy spravovanej Institute for Environment and Sustainability (Radioactivity Environmental Monitoring Sector) bolo pravidelné. Interval vysielania súborov v špeciálnom výmennom formáte EURDEP 2.0 bol 24-h, v čase cvičení 2-h. Súbory boli ukladané na ftp-server, odkiaľ boli automaticky prenášané do centrálnej databázy. Na web stránke EC JRC bola verejne prístupná stránka s radiačnými dátami zúčastnených krajín.

12. januára 2005 sa uskutočnilo rokovanie na Úrade verejného zdravotníctva. Jeho predmetom bolo prejednanie a upresnenie návrhu systému monitorovania, ktorý bol pripravený pre účely **plnenia článkov 35 a 36 zmluvy Euratom**. Tieto články hovoria o povinnostiach členskej krajiny EÚ nepretržite monitorovať rádioaktivitu v ŽP, pravidelne oznamovať namerané výsledky EC JRC v Ispre. Rokovanie sa venovalo aj začleneniu jednotlivých inštitúcií do systému monitorovania. SHMÚ plní povinnosť v oblasti merania aerosólov (exponovanie filtrov) a v meraní dávkových príkonov vo svojej monitorovacej sieti. Povinnosť prispenia do reportu zo strany SHMÚ bola splnená 2. marca 2005 zaslaním mesačných priemerov r. 2004 za meracie miesta Bratislava, Sliač a Košice.

11. apríla 2005 navštívili Slovenskú republiku experti Európskej komisie v rámci harmonogramu kontrol plnenia článku 35 EURATOM jednotlivými členskými krajinami EÚ. Na otváracom stretnutí na Úrade verejného zdravotníctva bola prednesená podrobná informácia o radiačnom monitoringu SHMÚ a v popoludňajších hodinách experti EC navštívili priestory SHMÚ, kde kontrolovali umiestnenie meracieho zariadenia a boli oboznámení s mechanizmom prenosu dát zo siete do databázy a distribúciou súborov zákazníkom.

Úspešne sme sa zapojili do medzinárodného **cvičenia ConvEx-3** v dňoch 11. – 12. mája 2005. Cvičenie bolo organizované prostredníctvom Inter-agency Committee on Response to Nuclear Accidents (IACRNA). SHMÚ sa do cvičenia zapojilo v rámci systému EURDEP. Cieľom cvičenia bolo preveriť pohotovosť jednotlivých členských krajín, ale aj centra v Ispre – ako sú členovia schopní aktivovať havarijnú frekvenciu dátovej výmeny a ako ju centrum spracuje.

Ďalšieho medzinárodného **cvičenia Inex-3** sme sa zúčastnili v dňoch 15. – 16. septembra 2005. Uskutočnilo sa v spolupráci s Českou republikou.

### 3.3 Spolupráca s Rakúskom

Spolupráca s rakúskym **Radiation Warning Centre Vienna** je veľmi intenzívna. Pravidelne prebieha aktívna komunikácia pri udržiavaní systému výmeny dát. V priebehu roka 2005 sa vyskytli problémy v spojení pre dátovú výmenu. Rakúske centrum presťahovaním do novej budovy stratilo prístup k linke RMDCN (Regional Meteorological Data Connection Network), po ktorej boli dáta vymieňané. Rokovania s providerom firmou EQUANT boli zdĺhavé, tak sa koncom roka pristúpilo k výmene súborov prostredníctvom ftp-serverov.

Dáta z rakúskeho systému včasného varovania prichádzajú z 336 staníc v 10-minútovom intervale. Zo siete meracích miest SHMÚ sú do Rakúska zasielané v on-line režime

10-minútové a 24-hodinové priemery príkonu priestorového dávkového ekvivalentu  $\gamma$  žiarenia. Používaný je medzinárodný výmenný formát EURDEP verzie 1.3, lebo rakúska strana zatiaľ nepristúpila na novšiu verziu v dvojstrannej výmene.

V spolupráci s firmou BITT Technology bola udržiavaná prevádzka automatického aerosólového zberača AMS-02 v Jaslovských Bohuniciach.

Pre problémy s dátovým spojením v roku 2005 je rozsah ukážok zo spracovania dát vzájomnej výmeny menší. Je prezentovaný na **Obr 20** a **Obr 21**.

### 3.4 Spolupráca s Maďarskom

Dohoda medzi Ministerstvom životného prostredia SR, Ministerstvom životného prostredia MR a Ministerstvom vnútra MR o vzájomnej výmene údajov zo systémov včasného varovania pred žiarením podpísaná 25. apríla 2001 sa stala základom pre praktickú realizáciu dátovej výmeny.

Medzi Bratislavou a Budapešťou bola vybudovaná priama linka v rámci systému RMDCN (Regional Meteorological Data Connection Network). Prostredníctvom nej si SHMÚ a maďarská Meteoslužba vymieňa dáta príkonu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia v podobe 10-minútových priemerov. Dáta slovenskej strany sú do zdieľaného adresára na serveri RADSrv v SHMÚ umiestňované každých 10 minút, dáta maďarskej strany každú hodinu. Používaný výmenný formát je EURDEP ver. 2.0.

V roku 2005 prebiehala vzájomná dátová výmena bez problémov.

Nasledujúce ukážky (**Tab 20 - Tab 23** a **Obr 22**) prezentujú spracovanie vybraných dát z maďarských sietí v systéme SHMÚ.

## 4 Medzirezortná spolupráca

Zabezpečenie radiačnej ochrany a bezpečnosti zdrojov ionizujúceho žiarenia spadá v SR do pôsobnosti viacerých orgánov a organizácií. Vzhľadom na špecifikáciu účelového zamerania a vysoké náklady prevádzkovania monitorovacieho systému nemôže ani jedna organizácia pokryť dostatočnou hustotou bodov a sledovaných ukazovateľov mapovanie takého zložitého javu, akým ionizujúce žiarenie v prírodnom a pracovnom prostredí je.

### Jednotná databáza radiačných údajov v Slovenskej republike

Uznesením Komisie pre radiačné havárie z roku 2001 bol SHMÚ poverený skúšobnou prevádzkou Jednotnej databázy radiačných údajov v Slovenskej republike. Jednotná databáza radiačných údajov SR zhromažďuje a hodnotí výsledky z jednotlivých monitorovacích sietí včasného varovania (Ministerstvo zdravotníctva, Ministerstvo vnútra (Úrad Civilnej ochrany), Ozbrojené sily Slovenskej republiky (stredisko Výstrahy ZHN práporu RCHBO Trenčín) a Ministerstvo hospodárstva (Slovenské elektrárne, a. s.)), a tak vytvára dátový priestor pre spoločné vyhodnocovanie výsledkov a vzájomnú spoluprácu všetkých stálych zložiek Radiačnej monitorovacej siete Slovenskej republiky (RMS SR). O ďalšie zdroje sa tak rozšírila aj informačná základňa ČMS "Rádioaktivita životného prostredia". Dôležitá je aj medzirezortná spolupráca pri interpretácii výsledkov.

Významným prínosom tejto spolupráce je skvalitnenie poskytovania údajov merania medzi jednotlivými sieťami včasného varovania a kooperácia pri analýze dát zaznamenaných

v prípade zvláštnej udalosti. To však vyžaduje medzirezortnú komunikáciu odborníkov organizácií kooperujúcich v rámci Jednotnej databázy radiačných údajov v SR.

Táto spolupráca zároveň napomáha zvýšeniu úrovne ČMS "Rádioaktivita životného prostredia".

Keďže SHMÚ má k dispozícii vo svojej sieti nielen sondy typu GammaTracer, ale aj sondy ďalších dvoch výrobcov (BITT Technology v Jaslovských Bohuniciach a Microstep-MIS v Bratislave), pre potreby prevádzkovateľov radiačných sietí boli vykonané porovnávacie merania medzi týmito rôznymi technickými zariadeniami. Výsledky sú prezentované v časti 2.6.1.

Nasledujú **vybrané výsledky medzirezortnej spolupráce** v rámci Jednotnej databázy radiačných údajov. Spracovanie vybraných dát zo siete Ozbrojených síl SR je prezentované na **Obr 23** a **Obr 24**. Grafy prezentujú obdobie rokov 2002 – 2005. Časové rady sú poznačené fluktuáciou spôsobenou technickými problémami s meracími zariadeniami.

Spolupráca so Slovenskými elektrárnami je prezentovaná v **Tab 24** až **Tab 33** výpočtom popisných štatistík za rok 2005 a v grafoch **Obr 25** a **Obr 27**, na ktorých je prezentovaný časový rad meraní 2004 - 2005.

Ukážka výsledkov z teritoriálnej siete TL dozimetrov Ministerstva zdravotníctva je na **Obr 28** a **Obr 29**, ukážka z výsledkov kontinuálneho merania externého gama žiarenia na streche Úradu verejného zdravotníctva v Bratislave je na **Obr 30**.

Popisné štatistiky z monitorovacej siete Úradu Civilnej ochrany sú v **Tab 34** a grafické znázornenie je na **Obr 31**. V roku 2005 začal Úrad Civilnej ochrany z obnovou svojej monitorovacej siete. Prvé z nových sond firmy Microstep-MIS bolo osadených na meracích miestach v novembri. Prezentované výsledky sú iba z nových sond.

Rozdiely v absolútnych hodnotách meraní z jednotlivých sietí sú spôsobené rozdielnymi podmienkami na meracích miestach (sondy na strechách, stenách budov, v kontajneroch), ale aj rozdielmi v používanej meracej technike

## 5 Záver

### Vývoj ČMS "Rádioaktivita životného prostredia"

- Vytvorenie Strediska ČMS "Rádioaktivita životného prostredia" v SHMÚ. Január 2000.
- Projekt ČMS. December 2000.
- Dobudovanie technického vybavenia monitorovacej siete. Výmena sond, vytvorenie dvoch nových monitorovacích bodov (Malý Javorník, Lomnický štít). December 2002.
- Databáza radiačného monitoringu: aktualizácia a rozšírenie programového vybavenia, inštalácia nového PC servera, vytvorenie zálohového servera.
- Používanie profesionálneho štatistického software pri analýze dát.
- Zverejňovanie 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia na web stránke SHMÚ a teletexte STV.
- Vysoká dostupnosť dát z monitorovacej siete.
- Medzirezortná spolupráca v rámci Jednotnej databázy radiačných údajov v SR.
- Intenzívna medzinárodná spolupráca.

### Perspektívy

Vzhľadom na kvalitné technické vybavenie monitorovacieho systému má ČMS "Rádioaktivita životného prostredia" všetky predpoklady na to, aby bol zdrojom kvalitných informácií o tejto špecifickej zložke prírodného prostredia a aby bol súčasne, ako jedna zo stálych zložiek Radiačnej monitorovacej siete Slovenskej republiky, pohotovou podporou rozhodovania v havarijnom manažmente Slovenskej republiky. Vďaka medzirezortnej a medzinárodnej spolupráci konfrontuje výsledky svojich meraní s inými sieťami a skvalitňuje úroveň svojich výstupov.

## Zoznam tabuliek

<b>Tab 1</b>	Rozmiestnenie sond GammaTracer v monitorovacej sieti SHMÚ (stav k 1. 1. 2005)
<b>Tab 2</b>	Charakteristika umiestnenia staníc
<b>Tab 3</b>	Technický popis meracieho zariadenia GammaTracer
<b>Tab 4</b>	Vyhodnotenie počtu meraní 10-min priemerov príkonu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia v roku 2004
<b>Tab 5 – 16</b>	Popisné štatistiky príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia z meracích miest SHMÚ (počítané na báze 10-min priemerov)
<b>Tab 17</b>	Špecifické signalizačné úrovne príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia meracích miest SHMÚ
<b>Tab 18</b>	Porovnanie štatistických ukazovateľov z meraní sondami GammaTracer (Genitron) a RPSG-05 (Microstep-MIS)
<b>Tab 19</b>	Porovnanie štatistických ukazovateľov z meraní sondami GammaTracer (Genitron) a BITT Technology
<b>Tab 20 – 23</b>	Popisné štatistiky vybraných meracích miest siete včasného varovania Maďarska – 2005 (počítané na báze 10-min priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia)
<b>Tab 24 – 33</b>	Popisné štatistiky vybraných meracích miest Slovenských elektrární – 2005 (počítané na báze 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia)
<b>Tab 34</b>	Popisné štatistiky vybraných meracích miest Úradu Civilnej ochrany MV SR (počítané na báze 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia)

## Zoznam obrázkov

- Obr 1 – 4** Grafické zobrazenie priebehu popisných štatistík počítaných na báze 10-min priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia na meracích miestach SHMÚ
- Obr 5 – 8** Porovnanie priebehu hodnôt 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v rokoch 2000 – 2005 na vybraných meracích miestach SHMÚ
- Obr 9 – 11** Porovnanie ročného priebehu hodnôt 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia na vybraných meracích miestach SHMÚ v roku 2005
- Obr 12 – 13** Porovnanie meraní sond GammaTracer (Genitron) a RPSG-05 (Microstep-MIS)
- Obr 14 – 15** Porovnanie meraní sond GammaTracer a BITT Technology
- Obr 16** Vplyv výšky snehovej pokrývky na hodnoty príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia
- Obr 17 – 19** Výsledky meraní z automatického aerosólového zberača AMS-02 v Jaslovských Bohuniciach
- Obr 20 – 21** Porovnanie údajov z meracích miest sietí včasného varovania Rakúska
- Obr 22** Porovnanie údajov z meracích miest sietí včasného varovania Maďarska
- Obr 23 – 24** Porovnanie údajov z meracích miest Ozbrojených síl SR
- Obr 25 – 27** Porovnanie údajov z meracích miest Slovenských elektrární
- Obr 28 – 30** Porovnanie údajov z meracích miest Úradu verejného zdravotníctva
- Obr 31** Porovnanie údajov z meracích miest Úradu Civilnej ochrany

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
1.1	História monitorovania rádioaktivity v SHMÚ .....	1
1.2	Umelá rádioaktivita atmosféry .....	2
1.3	Súčasný stav	3
1.4	Význam monitoringu rádioaktivity .....	4
<b>2</b>	<b>Vyhodnotenie výsledkov</b> .....	<b>4</b>
2.1	Členenie ČMS4	
2.2	Základná charakteristika monitorovacej siete .....	5
2.2.1	Príkon priestorového dávkového ekvivalentu .....	5
2.2.2	Aerosóly	11
2.3	Spôsob a frekvencia odberu vzoriek .....	11
2.3.1	Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia .....	11
2.3.2	Aerosóly	12
	Technický popis zariadenia VAJ-01 .....	12
	Technický popis automatického aerosólového zberača AMS-02.....	12
2.4	Sledované ukazovatele a metódy hodnotenia jednotlivých veličín.....	13
2.4.1	Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia .....	14
2.4.2	Aerosóly	15
	Zariadenie VAJ-01.....	15
	Zariadenie AMS-02.....	15
2.5	Štatistické vyhodnotenie odobratých vzoriek.....	15
2.5.1	Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia .....	15
2.5.2	Aerosóly	18
2.6	Výsledky monitoringu .....	18
2.6.1	Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia .....	18
	Popisné štatistiky 10-min priemerov v roku 2005 .....	18
	Grafické znázornenie priebehu 24-h priemerov v rokoch 2000 – 2005 .....	36
	Grafické znázornenie priebehu 24-h priemerov v roku 2005.....	36
	Porovnanie rôznych typov sond a vplyv zrážok na hodnoty príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia .....	36
	Vplyv výšky snehovej pokrývky na hodnoty príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia .....	36
2.6.2	Aerosóly	51
<b>3</b>	<b>Medzinárodná spolupráca</b> .....	<b>55</b>
3.1	Legislatívny rámec .....	55
	Všeobecné dohovory .....	55
	Dohody s priamou účasťou SHMÚ .....	55
3.2	Európska výmena dát EURDEP .....	55
3.3	Spolupráca s Rakúskom .....	56
3.4	Spolupráca s Maďarskom .....	59
<b>4</b>	<b>Medzirezortná spolupráca</b> .....	<b>65</b>
	Jednotná databáza radiačných údajov v Slovenskej republike .....	65
<b>5</b>	<b>Záver</b> .....	<b>86</b>
	Vývoj ČMS "Rádioaktivita životného prostredia" .....	86
	Perspektívy.....	86



# Záverečná ročná správa Čiastkového monitorovacieho systému

## “Rádioaktivita životného prostredia”

2005

### Vydavateľ



MŽP SR, nám. Ľ. Štúra 1, 811 02 Bratislava



SHMÚ, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

### Materiál vypracovali

Text, štatistická analýza, grafy

Ing. Terézia Melicherová

Metodická spolupráca

RNDr. Helena Cabáneková, PhD.

Príprava dát a grafická spolupráca

Mgr. Jana Matejovičová

Mapa

Ing. Jana Marikovičová

Tlač v roku 2006

1.vydanie, náklad 30 výtlačkov