

**ZÁVEREČNÁ ROČNÁ SPRÁVA
ČIASTKOVÉHO MONITOROVACIEHO SYSTÉMU
„RÁDIOAKTIVITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA“
2006**



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 Rádioaktívita 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 SHMÚ.

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

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 staniách. Úroveň umelej rádioaktivity atmosféry sa vo všeobecnosti zisťovala meraním dlhodobej zložky sumárnej beta rádioaktivity vzduchu a spadov.

Sumárna beta rádioaktivita vzduchu a spad sa pravidelne sledovala na týchto profesionálnych staniách: 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.

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. V rokoch 1963 až 1967 klesla umelá beta rádioktivita 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 nasedujúci 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 stanicích rovnaká. Rádioaktívny spad na ľubovoľnom mieste bol funkciou zrážkového úhrnu, t.j. čím viac pršalo, tým viac štiepných 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.

Legislatívny rámec

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. 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.

Jej úlohy sú definované nasledovným legislatívnym rámcom:

- Zákon č. 387/2002 Z. z. O riadení štátu v krízových situáciach mimo času vojny a vojnového stavu,
- Zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon).

V roku 2006 došlo k dlhoočakávanej legislatívnej zmene, ktorá nahradila už zastarané uznesenia vlády z rokov 1986, 1987 a 1988, ktoré upravovali pravidlá prevádzkovania Radiačnej monitorovacej siete. Vo februári 2006 bol prijatý **zákon č. 126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov**. V tomto zákone sa v § 5, pís. i) hovorí: Úrad verejného zdravotníctva vykonáva monitorovanie radiačnej situácie a zber údajov na území SR na účely hodnotenia ožiarenia a hodnotenia vplyvu žiarenia na verejné zdravie v spolupráci s Ministerstvom vnútra SR, Ministerstvom obrany SR, **Ministerstvom životného prostredia SR**, Ministerstvom školstva SR, Ministerstvom pôdohospodárstva SR a Ministerstvom hospodárstva a zabezpečuje a riadi činnosti ústredia radiačnej monitorovacej siete.

Na tento zákon naväzuje **Nariadenie Vlády SR č. 347**, ktorým sa stanovujú podrobnosti o radiačnej monitorovacej sieti. V § 3 Základné ciele monitorovania radiačnej situácie sa hovorí:

Monitorovanie radiačnej situácie zabezpečí:

- a) podklady na systematické hodnotenie a usmerňovanie ožiarenia obyvateľstva a na hodnotenie ožiarenia obyvateľstva vznikajúceho v dôsledku vykonávania činností vedúcich k ožiareniu pri normálnej radiačnej situácii,

- b) poskytovanie údajov o rádioaktívnej kontaminácii životného prostredia na rozhodovanie o vykonaní a skončení zásahov a opatrení na obmedzenie pri radiačnom ohrození,
- c) údaje o úrovni ožiarenia na informovanie obyvateľstva a na medzinárodnú výmenu informácií o radiačnej situácii na území Slovenskej republiky.

V § 4 Sieť a jej organizácia sa uvádza, že na účely monitorovania sa na území Slovenskej republiky vytvára radiačná monitorovacia sieť. Sieť pozostáva zo stálych zložiek a pohotovostných zložiek; stále zložky a pohotovostné zložky poskytujú namerané údaje dohodnutým spôsobom a v dohodnutej forme ústrediu siete neodkladne alebo v dohodnutých lehotách. Stálymi zložkami sú okrem Úradu verejného zdravotníctva a regionálnych úradov verejného zdravotníctva aj organizácie určené ústrednými orgánmi štátnej správy podľa § 5 zákona č. 126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve. V prípade Ministerstva životného prostredia ide o SHMÚ.

Toto nariadenie vlády upravuje povinnosti jednotlivých stálych zložiek Radiačnej monitorovacej siete SR a zaplnilo tak existujúcu legislatívnu medzeru. Úrad verejného zdravotníctva je zodpovedný za vypracovanie správy do vlády o harmonizácii merania dávkového príkonu podľa požiadaviek EÚ.

Medzinárodné aspekty monitorovacej siete sú odvodzované z **Konvencie o včasnom oznamovaní 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.

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.
- Význam informácií zo sietí včasného varovania má 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 2006. 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.

1. VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV

2.1 Členenie ČMS

Čiastkový monitorovací systém „Rádioaktivita 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 naväzovní 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 metrológii 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 2006 bolo 12 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. 2 – Charakteristika umiestnenia staníc

<p>11 812 Malý Javorník</p> <p>Stanica je umiestnená v lese na hrebeni Malých Karpát neďaleko Bratislavy v nadmorskej výške 584 m n. m.</p>
<p>11 813 Bratislava – Koliba</p> <p>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.</p>
<p>11 819 Jaslovské Bohunice</p> <p>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 tiahne hrebeň Malých Karpát, na východe Považský Inovec. Okolie observatória tvorí poľnohospodárska pôda a objekty atómovej elektrárne. Poloha je dobre ventilovaná.</p>
<p>11 826 Piešťany</p> <p>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.</p>
<p>11 855 Nitra – Veľké Janíkovce</p> <p>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 rovinaté, tvoria ho lúky a orná pôda, len na východe vo vzdialenosti 1 km prechádza do mierne vyvýšenej pahorkatiny. Stanica je dobre ventilovaná.</p>

11 856 Mochovce

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.

11 858 Hurbanovo

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.

11 867 Prievidza

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 Nitry. Okolie stanice je rovinaté a tvoria ho lúky, orná pôda a budova letiska.

11 880 Dudince

Stanica sa nachádza v plytkom údolí Ipeľskej 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.

11 916 Chopok

Stanica sa nachádza na ostrom hrebene Nízkyh 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 snehu a námrazy. Meteorologická záhradka je na pôvodnom mieste od začiatku pozorovania (december 1954). Stanica veľmi dobre reprezentuje hrebeňové vysokohorské pomery.

11 918 Liesek

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.

11 927 Lučenec – Boľkovce

Stanica sa nachádza v strednej časti Lučeneckej kotliny, ohraničenej na západe Krupinskou vrchovinou, na severe výbežkami Slovenského rudohoria a na juhu Fíľakovskou vrchovinou, na vyvýšenej plošine (letisku) v nadmorskej výške 214 m n. m. pri obci Boľkovce vzdialenej asi 6 km východne od Lučenca.

11 930 Lomnický Štít

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.

11 933 Štrbské Pleso

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.

11 938 Telgárt

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. Poloha stanice je veľmi významná a reprezentatívna.

11 952 Poprad – Gánovce

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.

11 968 Košice

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 VSŽ. Okolie stanice na širokej rovine tvoria lúky a areál letiska (Košice – časť Barca). Stanica je dobre ventilovaná, s prevládajúcim prúdením sever – juh.

11 976 Stropkov

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 záhradkárka osada a obrábané polia. Stanica je situovaná v hornej časti južne orientovaného svahu – na lúke. Je veľmi dobre ventilovaná.

11 978 Milhostov

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 orná pôda, za kanálom sú rodinné domy. Stanica je dobre ventilovaná.

11 993 Kamenica nad Cirochou

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 prevádzkovalo do roku 2006 4 veľkoobjemové odberové zariadenia VAJ-01 umiestnené na meteorologických staniciach v blízkosti hraníc (Hurbanovo, Lučenec, Stropkov, Liesek). Zberače v Lučenci a v Lieseku mali dlhodobú poruchu. Po zvážení nárokov na generálnu opravu a konzultácii s Úradom verejného zdravotníctva sme pristúpili k rozhodnutiu zrušiť tieto dve monitorovacie miesta.

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

Typ detektoru:	2 GeigerMuellerove trubice
Rozsah citlivosti:	a: 20 nSv/h – 10 mSv/h b: 1 mSv/h - 10 Sv/h (sonda kalibrovaná do 1 Sv/h)
Energetický rozsah:	48 keV – 1.25 MeV
Energetická závislosť:	± 22 % (48 keV – 1.25 MeV)
Teplota prostredia:	40 °C - + 60°C (kalibrované v rozsahu -30°C - +50°C)
Tepelná závislosť: (pri vyššie uvedených teplotách)	± 2,5 % (-20°C do +50°C) ± 5 % (-40°C do +60°C)
Relatívna vlhkosť vzduchu:	0 – 100 %
Puzdro sondy:	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 m³.h⁻¹. 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 mm², germániový detektor (HP Ge)

Riadiaca jednotka

Čerpadlo: nominálny prietok 6 m³/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 centrárou 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. Pulsy 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/m³) 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 ²²⁰Rn (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 ²³⁸U a ²³²Th 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.

Prirodzenou rádioaktivitou je spontánny rozpad rádionuklidov. Prirodzené 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. uránová, aktíniová, tóriová). Rádioaktívne látky umelého pôvodu sa do ovzdušia dostávajú pri využívaní jadrovej energie predovšetkým ako produkty skúšok jadrových zbraní v atmosfére alebo v prípade havárie jadrovej energetického zariadenia.

Podľa doby polpremeny rádioaktivitu rozdeľujeme na **krátkodobú rádioaktivitu** (doby polpremeny sú rádovo od zlomkov sekundy po dni) a dlhodobú rádioaktivitu (doby polpremeny sú rádovo v mesiacoch a rokoch). Za **prirodzenú rádioaktivitu** sa mnohokrát pokladá len jej krátkodobá zložka, ktorú v prízemnej vrstve atmosféry v najväčšej miere zastupujú izotopy radónu 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. Jedná sa 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 mSv/rok (max 5 mSv/rok pričom priemer za 5 rokov nesmie presahovať 5 mSv).

Z limitovania sú vypustené prírodné zdroje ožiarenia a z umelých zdrojov ožarovanie v medicíne.

Ľudská populácia obdrží v celosvetovom priemere 2.4 mSv za rok, z toho z prirodzených zdrojov celkom približne 68 %, tj. 1.6 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 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/m³** (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** ⁷Be a **umelý rádionuklid** ¹³⁷Cs je spravidla na alebo pod úrovňou detekčného limitu systému (rádove jednotky $\mu\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$).

Zariadenie AMS-02

Automatický aerosólový zberač umožňuje sledovať tieto ukazovatele:

- Rn-222, Rn-220
- umelé rádionuklidy alfa, beta

- Cs-137, Cs-134
- elem. I-131, I-132, I-133
- Co-60
- 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 2006. 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.
- Mesiace, v ktorých početnosť meraní presiahla úroveň 95 % sú označené modrou farbou.

Zoznam sond, ktoré v roku 2006 podliehali overeniu a kalibrácii, je v **Tab 1**. Na týchto meracích miestach došlo k čiastočnému výpadku meraní v mesiacoch jún a júl. K významnejšiemu výpadku meraní došlo iba na meracom mieste Chopok pre technické problémy so sondou. Na Sliači bola sonda poškodená zásahom blesku. V Lučenci boli problémy s dátovým spojením.

2.5.2 Aerosóly

Pri prevádzke aerosólových zberačov VAJ-01 v Lieseku, Hurbanove, Lučenci a Stropkove sa začali prejavovať príznaky opotrebovanosti (zberače sú v prevádzke od konca 80. rokov). V roku 2006 sa na dvoch staniciach pristúpilo po dohode so spracovateľom filtrov - Ústavom verejného zdravotníctva - k ich zrušeniu (Liesek a Lučenec).

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 2006 všetky technické problémy.

2.6 Výsledky monitoringu

V analytickej časti správy sú prezentované výsledky monitoringu, ako boli zaznamenané v databázovom systéme a spracované matematicko-štatistickými metódami. Od roku 2004 sú 24-h priemery príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia z meracích miest SHMÚ prístupné aj na web stránke www.shmu.sk.

2.6.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia

Popisné štatistiky 10-min priemerov v roku 2006

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. Priemer vyjadruje hodnotu, okolo ktorej oscilujú jednotlivé merania so smerodajnou odchýlkou okolo 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 symetricky.

O rozložení hodnôt ďalej vypovedajú štatistiky kvantilov. 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**.

Špecifické zásahové úrovne

V **Tab 17** sú uvedené špecifické signalizačné úrovne. Sú stanovené na základe rozboru časového radu meraní od roku 2000. Rozdiely medzi jednotlivými úrovňami sú spôsobené osobitosťami jednotlivých meracích miest a ich absolútna hladina je daná druhom meracieho zariadenia (GammaTracer).

Grafické znázornenie priebehu 24-h priemerov v roku 2006

Časové rady 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia za rok 2006 boli graficky porovnané na Obr 5 až Obr 7. Prejavujú sa na nich rôzne charakteristiky meracích miest, rôznorodosť umiestnenia vo výškovom reliéfe Slovenska a vplyv prevládajúcich klimatických podmienok.

Grafické znázornenie priebehu 24-h priemerov v rokoch 2000 - 2006

Obr 8 až **Obr 9** umožňujú sledovať priebeh a variabilitu 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v období siedmich rokov. Veľmi významne sa prejavuje sezónne kolísanie hodnôt súvisiace s hrúbkou snehovej porývky v jednotlivých rokoch, ktoré sa na rôznych stanicích prejavuje s rôznou intenzitou.

Grafické znázornenie priebehu 24-h priemerov v rokoch 1991 – 2006

Obr 10 až **Obr 12** prezentuje priebeh 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v období od roku 1991, kedy SHMÚ začal s meraním tejto veličiny vo svojej sieti. V tomto období došlo k výmene meracích zariadení, čo sa prejavilo aj na priebehu hodnôt v časovom rade.

Vplyv použitého meracieho zariadenia na výsledný časový rad hodnôt sme sledovali aj v roku 2006 na dvoch sondách umiestnených v meteorologickej záhradke v Bratislave-Kolibe. Jedným zariadením je štandardné vybavenie monitorovacej siete SHMÚ – sonda GammaTracer a druhým je sonda firmy Microstep-MIS. Porovnanie týchto meraní je zaujímavé z toho dôvodu, že v rámci Radiačnej monitorovacej siete SR sa používajú viaceré typy sond a sonda RPSG-05 od firmy Microstep-MIS je inštalovaná v sieti Úradu civilnej ochrany. Pre porovnateľnosť výsledkov sa vykonáva takéto dlhodobé sledovanie priebehu meraní. V **Tab 18** sú zhrnuté základné štatistické charakteristiky, na **Obr 13** sú vybrané výsledky v grafickej forme.

2.6.2 Aerosóly

Výsledky z automatického aerosólového zberača AMS-02 v Jaslovských Bohuníc sú prezentované na **Obr 14** až **Obr 16**. 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 Hurbanovo a Stropkov boli vykonané v laboratóriách Úradu verejného zdravotníctva a Ústavu preventívnej a klinickej medicíny. Z umelých rádionuklidov len nuklid ^{137}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 ^7Be . Z hľadiska radiačnej záťaže obyvateľstva kontaminácia aerosólov v prízemnej vrstve atmosféry terestriálnymi rádionuklidmi (^{238}U , ^{232}Th a ^{40}K) nepredstavuje významný príspevok k externej expozícii.

S Katedrou jadrovej fyziky FMFI UK sme spracovali časové rady radónu z automatického aerosólového zberača v Jaslovských Bohuniciach a porovnali sme ich s výsledkami aerosólového zberača v Mlynskej doline. Bola preukázaná veľmi dobrá zhoda výsledkov.

2. 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 rýchlú 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, vyzoomel 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 v roku 2006 pravidelné. Interval vysielania súborov v špeciálnom výmennom formáte EURDEP 2.0 bol stanovený na 24-h, v čase cvičení 2-h. Súbory sa ukladajú na ftp-server, odkiaľ sú automaticky prenášané do centrálnej databázy v Ispre. Na web stránke EC JRC bola verejne sprístupnená stránka s radiačnými dátami zúčastnených krajín.

V júni 2006 sa konal 4. EURDEP workshop, na ktorom boli prijaté niektoré zmeny týkajúce sa spôsobu a pravidiel výmeny dát:

- Zmena výmenného formátu EURDEP 2.0 na XML formát do roku 2008.
- Návrh textu Memoranda o porozumení. Tento dokument uvádza technické podrobnosti dátovej výmeny v rámci systému EURDEP a prístup k týmto dátam. EC JRC očakáva jeho podpis aspoň na úrovni vedenia inštitúcie, ktorá dátovú výmenu realizuje, teda v našom prípade SHMÚ.
- EC JRC odporúča, aby v emergency mode boli do európskej radiačnej databázy vysielané dáta vo frekvencii 1 hodina. Keďže v radiačnej databáze SHMÚ boli k dispozícii iba 10-min, 2-h a 24-h priemery, bolo aktualizované softwareové vybavenie a v súčasnosti sú k dispozícii aj 1-h priemery.

EC JRC doporučuje, aby v prípade, že to technické možnosti členskej krajiny umožňujú, boli dáta do európskej databázy vysielané v emergency frekvencii aj mimo času cvičení prípadne havárie. Zabezpečí sa tým dostupnosť dát v prípade havárie aj bez potreby prepínania z rutinného modu do emergency modu. Po dohode so systémovým inžinierom SHMÚ sme na túto výmenu vo frekvencii 1-h pristúpili a sme jedni z mála v Európe, ktorí majú takúto prístupnosť dát. Možno si to overiť na verejnej web stránke EC JRC <http://eurdep.jrc.it>.

Aj v roku 2006 sme plnili povinnosti vyplývajúce z **článkov 35 a 36 zmluvy Euratom**. Tieto články hovoria o povinnostiach členskej krajiny EÚ nepretržite monitorovať rádioaktivitu v životnom prostredí, pravidelne oznamovať namerané výsledky EC JRC v Ispre. 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 za rok 2006 splnená zaslaním mesačných priemerov za meracie miesta Bratislava, Sliač a Košice.

Úspešne sme sa zapojili do medzinárodného **cvičenia ECURIE stupeň 3**, ktoré sa konalo 4. októbra 2006. Naša účasť bola veľmi úspešná, vysielanie 1-h priemerov do centra prebehlo bez problémov.

3.3 Spolupráca s Rakúskom

Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia

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 γ žiarenia. Používaný je medzinárodný výmenný formát EURDEP verzie 1.3, lebo rakúska strana zatiaľ nepristúpila na novšiu verziu v dvojstrannej výmene. V poslednom období nastali problémy s transformáciou rakúskych súborov do databázy. Rakúska monitorovacia sieť totiž prešla celkovou rekonštrukciou, nastali zmeny aj vo formáte vysielaných súborov. Vzniknutú situáciu bude treba riešiť v spolupráci s rakúskym centrom. Pre tieto problémy je rozsah ukážok zo spracovania dát menší (**Obr 17**).

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

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. Dáta zo vzájomnej výmeny maďarská strana sprístupňuje v on-line režime na internetovej stránke Maďarskej meteoslužby www.met.hu.

V roku 2006 prebiehala vzájomná dátová výmena bez problémov.

Nasledujúce ukážky (**Tab 19 - Tab 24, Obr 18 a 19**) prezentujú spracovanie vybraných dát z maďarských sietí v systéme SHMÚ.

3. 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 je ionizujúce žiarenie v prírodnom a pracovnom prostredí.

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. Vybrané 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 20** a **Obr 21**. Grafy prezentujú prvý a druhý polrok 2006. Medzi týmito dvoma radmi meraní boli sondy recalibrované a nastal posun hodnôt do významne odlišnej hladiny. Ide zrejme o technické problémy s meracími zariadeniami, ktoré bude treba riešiť v záujme zvýšenia kvality monitoringu.

Spolupráca so **Slovenskými elektrárňami, a. s.** (SE) je už dlhodobá a je na veľmi dobrej úrovni. Výsledky sú prezentované v **Tab 25** až **Tab 34** výpočtom popisných štatistík za rok 2006 a v grafoch **Obr 22** a **Obr 24**, na ktorých je prezentovaný časový rad meraní 2004 - 2006.

Úrad Civilnej ochrany (ÚCO) v období 2005 – 2006 obnovil svoju monitorovaciu sieť sondami typu RPSG-05 od firmy Microstep-MIS, čím sa podstatne zvýšila kvalita meraní. Možno to sledovať na polročných výsledkoch štatistických analýz v **Tab 35** až **Tab 40** a grafický priebeh na **Obr 25** až **Obr 26**.

Ukážka výsledkov z teritoriálnej siete TL dozimetrov **Ministerstva zdravotníctva** za obdobie rokov 2004 až 2006 je na **Obr 27** a **Obr 28**.

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.

4. ZÁVER

Zhodnotenie plnenia úloh ČMS “Rádioaktívita životného prostredia” podľa kontraktu s MŽP SR:

- Bola zabezpečená plynulá prevádzka on-line zberu dát z radiačnej monitorovacej siete, početnosť výsledkov meraní zapísaných do databázy sa väčšinou pohybovala na úrovni 95 – 100 %.
- Bola zabezpečená prevádzka databázy Radiacia. Server, na ktorom je databáza uložená, prestáva vyhovovať svojimi výkonovými parametrami požiadavkam narastajúcich komunikačných aktivít. Bude potrebná jeho obnova.
- Operatívne informácie poskytované zákazníkom. Pravidelná výmena dát a spolupráca v oblasti metodickej sa uskutočňovala so všetkými ostatnými inštitúciami zapojenými do radiačného monitoringu v SR: Slovenské ústredie radiačnej monitorovacej siete, Úrad jadrového dozoru, Úrad verejného zdravotníctva, Úrad civilnej ochrany, Ozbrojené sily SR, Slovenské elektrárne.
- Plnenie povinností vyplývajúcich z medzinárodných dohôd. V on-line režime boli pravidelne vymieňané radiačné dáta s Rakúskom, Maďarskom a európskou radiačnou databázou spravovanou EC JRC v Ispre. Úlohy sa darilo plniť na vysokej úrovni s minimálnymi výpadkami. Úspešne sme si splnili aj naše povinnosti vyplývajúce z čl. 35 zmluvy EURATOM.
- Overenie a kalibrovanie sond v SMÚ prebehlo podľa kalibračného plánu a v roku 2006 mu podliehalo 12 sond. Všetky sondy vyhoveli, ale na viacerých sa začínajú prejavovať problémy, ktoré súvisia s ich končiacou sa životnosťou. Je potrebné plánovať postupnú obnovu meracieho vybavenia siete.

- Záverečná ročná správa za rok 2005 bola vypracovaná a odovzdaná na MŽP SR v stanovenom termíne 30. mája 2006. U odbornej verejnosti sa stretla s pozitívnym ohlasom.
- Dáta od rôznych prevádzkovateľov radiačných monitorovacích sietí boli podrobené porovnávacím štatistickým analýzám a výsledky boli poskytnuté spolupracujúcim inštitúciám. Slúžia na lepšiu interpretáciu výsledkov meraní ako aj overenie kvalitatívnych parametrov jednotlivých meraní.
- Keďže radiačná monitorovacia sieť SHMÚ je jednou zo súčastí systému radiačného monitoringu v SR, je nevyhnutná medzirezorná spolupráca a koordinácia. V roku 2006 sa koordinovaný prístup uplatnil hlavne v otázke aerosólových zberačov. Vzájomne výhodná je aj spolupráca s Katedrou jadrovej fyziky FMFI UK v oblasti vyhodnocovania aerosólov.
- Účasť na cvičeniach havarijného plánovania organizovaných medzinárodnými aj domácimi inštitúciami bola úspešná.

Perspektívy

Za obdobie svojej existencie od roku 2000 si ČMS „Rádioaktivita životného prostredia“ získal svojimi výsledkami dobré meno v systéme monitoringu životného prostredia a aj v systéme radiačnej ochrany v SR. Za predpokladu, že v ňom budú postupne nahradené niektoré dožívajúce súčasti a bude modernizovaný aj informačný systém s ním spojený, bude môcť aj naďalej plniť na dobrej úrovni svoje úlohy vyplývajúce z domácej a európskej legislatívy.

5. ZOZNAM TABULIEK

- Tab 1**..... Rozmiestnenie sond GammaTracer v monitorovacej sieti SHMÚ
- Tab 2**..... Charakteristika umiestnenia staníc SHMÚ
- Tab 3**..... Technický popis meracieho zariadenia GammaTracer
- Tab 4**..... Vyhodnotenie počtu meraní 10-min priemerov príkonu priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia v roku 2006, SHMÚ
- Tab 5 – 16**..... Popisné štatistiky príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia z meracích miest SHMÚ (počítané na báze 10-min priemerov), SHMÚ
- Tab 17**..... Špecifické signalizačné úrovne príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia meracích miest SHMÚ
- Tab 18**..... Porovnanie štatistických ukazovateľov z meraní sondami GammaTracer (Genitron) a RPSG-05 (Microstep-MIS)
- Tab 19 - 24**..... Popisné štatistiky vybraných meracích miest siete včasného varovania Maďarska – 2006 (počítané na báze 10-min priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia)
- Tab 25 – 34**..... Popisné štatistiky vybraných meracích miest Slovenských elektrární – 2006 (počítané na báze 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia)
- Tab 35 – 40**..... Popisné štatistiky vybraných meracích miest Úradu Civilnej ochrany MV SR (počítané na báze 10-min priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia)

6. 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 – 7.....** Porovnanie priebehu hodnôt 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v roku 2006 na meracích miestach SHMÚ
- Obr 8 – 9.....** Porovnanie ročného priebehu hodnôt 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia na vybraných meracích miestach SHMÚ v rokoch 2000 - 2006
- Obr 10 – 12..** Porovnanie ročného priebehu hodnôt 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia na vybraných meracích miestach SHMÚ v rokoch 1991 - 2006
- Obr 13.....** Porovnanie meraní sond GammaTracer (Genitron) a RPSG-05 (Microstep-MIS)
- Obr 14 – 16..** Výsledky meraní z automatického aerosólového zberača AMS-02 v Jaslovských Bohuniciach v roku 2006
- Obr 17.....** Porovnanie údajov z vybraných meracích miest sietí včasného varovania Rakúska v období 2003 - 2006
- Obr 18 – 19..** Porovnanie údajov z vybraných meracích miest sietí včasného varovania Maďarska v období 2003 - 2006
- Obr 20 – 21..** Porovnanie údajov z meracích miest Ozbrojených síl SR
- Obr 22 – 24..** Porovnanie údajov z vybraných meracích miest Slovenských elektrární, a.s v období 2004 - 2006
- Obr 25 – 26..** Porovnanie údajov z vybraných meracích miest Úradu civilnej ochrany v roku 2006

Obr 27 – 28.. Porovnanie údajov z vybraných meracích miest Úradu verejného zdravotníctva v rokoch 2004 - 2006

OBSAH

ÚVOD	2
1. VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV	8
2.1 Členenie ČMS	8
2.2 Základná charakteristika monitorovacej siete	8
2.2.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu	8
2.3 Spôsob a frekvencia odberu vzoriek	15
2.3.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia	15
2.3.2 Aerosóly	16
2.4 Sledované ukazovatele a metódy hodnotenia jednotlivých veličín	19
2.4.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia	19
2.4.2 Aerosóly	21
2.5 Štatistické vyhodnotenie odobratých vzoriek	22
2.5.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia	22
2.5.2 Aerosóly	23
2.6 Výsledky monitoringu	23
2.6.1 Príkon priestorového dávkového ekvivalentu gama žiarenia	23
2.6.2 Aerosóly	25
2. MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA	26
3.1 Legislatívny rámec	26
3.2 Európska výmena dát EURDEP	27
3.3 Spolupráca s Rakúskom	29
3.4 Spolupráca s Maďarskom	29
3. MEDZIREZORTNÁ SPOLUPRÁCA	30
4. ZÁVER	32
5. ZOZNAM TABULIEK	34
6. ZOZNAM OBRÁZKOV	35
RADIATION MONITORING NETWORK OF SHMI	39
MONITORING NETWORK	39
History	39
Monitoring of gamma dose rate.....	39
Aerosol sampling stations.....	41
DATABASE OF RADIATION MONITORING	41
Collecting of data	41
Database.....	41
Data Analysis.....	42
COOPERATION IN THE DATA EXCHANGE ON THE NATIONAL LEVEL	42
INTERNATIONAL DATA EXCHANGE	42
European Commission Joint Research Centre Ispra.....	42

Austria	42
Hungary	43
Conclusion	43
<i>LIST OF TABLES</i>	44
<i>LIST OF PICTURES</i>	45

RADIATION MONITORING NETWORK OF SHMI

Radiation monitoring network of Slovak Hydrometeorological Institute (SHMI) as system of early warning is one part of Radiation monitoring network of Slovak Republic This system fulfils second function too: it is one part of environmental monitoring in Slovak Republic. In 1962 the department „Radiation of atmosphere“ has been established under the Hydro meteorological Institute in Bratislava. Artificial beta radiation of atmospheric deposition has been measured in the selected meteorological stations from 1962 to 1991. In 1991 the measurements of dose rate started. At present SHMI operates in its monitoring network 23 probes Gamma Tracer fy Genitron. All active probes are placed in the professional meteorological stations in the selected parts of Slovakia. Radiation data (dose rate in the unit nSv/h) are collected via the Institute network to the National Telecommunication Centre in Bratislava. Every 10 minutes the data are inserted into the database. SHMI cooperates with other operators of radiation monitoring like: Nuclear Regulatory Authority, Slovak Army, Civil Protection, Health Regulatory Authority and Slovak Power Plants. SHMI cooperates with European Commission Joint Research Centre in Ispra within the program EURDEP (European Union Data Exchange Platform). Data between SHMI and Radiation Warning Centre Vienna are exchanging in on-line regime every 10 minutes. On the base of agreement Hungarian Ministry of Environment, Hungarian Ministry of Interior and the Slovak Ministry of Environment SHMI started the on-line data exchange with Hungary Meteoservice in summer 2002.

MONITORING NETWORK

History

The extensive development of peace using nuclear energy after the World War II and the tests of nuclear weapons in the 50ies caused the remarkable increasing of artificial radioactivity in the atmosphere. Therefore many hygienic and meteorological services have started to monitor radiation.

In 1962 the department „Radiation of atmosphere“ has been established under the Hydrometeorological Institute in Bratislava. Artificial beta radiation of atmospheric deposition has been measured in the selected meteorological stations from 1962 to 1991. Within 1962, 1963, after the testing of nuclear weapons in the 50ies and the beginning of the 60ies, the maximum values were reached in the former Czechoslovakia. Increased values were recorded again in 1968-1971, 1974, 1981 and in 1986 after the Cernobyl accident. In 1991 the measurements of gamma dose rate started with detectors FHZ 621B (FAG).

In 2000 Centre of Partial monitoring system „Radioactivity of environment“ was established on SHMI.

Radiation monitoring network is one part of Radiation monitoring network of Slovak Republic.

Monitoring of gamma dose rate

At present SHMI operates in its monitoring network 23 detectors GammaTracer fy Genitron, one mobile detector and one standby detector.

N.	Ident.	Station	Long.	Lat.	m a.s.l.
1	11812	Malý Javorník	48 15	17 09	584
2	11813	Bratislava-Koliba	48 10	17 06	340
3	11819	Jaslovské Bohunice	48 29	17 40	176
4	11826	Piešťany	48 32	17 50	163
5	11841	Žilina - D. Hričov	49 14	18 37	310
6	11855	Nitra	48 17	18 08	135
7	11856	Mochovce	48 17	18 27	261
8	11858	Hurbanovo	47 52	18 12	115
9	11867	Prievidza	48 46	18 36	259
10	11880	Dudince	48 10	18 52	140
11	11903	Sliach	48 39	19 09	314
12	11916	Chopok	48 59	19 36	2008
13	11918	Liesek	49 22	19 41	692
14	11927	Lučenec	48 20	19 44	214
15	11930	Lomnický štít	49 12	20 13	2635
16	11933	Štrbské Pleso	49 07	20 05	1355
17	11938	Telgárt	48 51	20 11	901
18	11952	Poprad-Gánovce	49 02	20 19	695
19	11958	Kojšovská Hoľa	48 47	20 59	1242
20	11968	Košice-letisko	48 40	21 13	231
21	11976	Stropkov	49 13	21 39	216
22	11978	Milhostov-Trebišov	48 40	21 44	105
23	11993	Kamenica nadCirochou	48 56	22 00	117

Tab. 1 Radiation Monitoring Network of SHMI (1. 1. 2007)

All active detectors are placed in the professional meteorological stations in the selected parts of Slovakia (Fig. 1). First one of these detectors was installed in 1999 and they replaced former type of detector FHZ 621B (FAG). Last two detectors were installed in 2002.

Detector GammaTracer (Fig. 2) has range of measurement from 20nSv/h to 10 Sv/h. The detectors are verified every 2 years in the Slovak Institute of Metrology in compliance with the calibration plan. Every 4 years detectors are calibrated. In the last year quality of measurements was improved. Earlier deviation was $\pm 15 \%$, at present it is $\pm 5 \%$.

Aerosol sampling stations

SHMI operates 4 aerosol sampling stations in Hurbanovo, Lucenec, Stropkov and Liesek. Filters from these stations are analysed in the Public Health Authority laboratories (Cs-137, Be-7).

On the base of bilateral agreement between the Austrian Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water-Management and the Slovak Ministry of Environment Austrian side gave into the ownership of the Slovak side an automatic aerosol monitor AMS-02 including container and weather station (Fig. 4). This monitor was installed in meteorological station Jaslovske Bohunice on 4-th October 2001. The Slovak Ministry of Environment provides the Austrian Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water-Management with the free readings of this monitor for at least 3 years and vice versa, the Austrian side gives the free readings of the Austrian aerosol monitors to the Slovak Ministry of Environment. At present national monitoring centre in Bratislava-Koliba is connected via ISDN line with Jaslovske Bohunice and Austrian center providing the data exchange.

DATABASE OF RADIATION MONITORING

Collecting of data

Radiation data (dose rate in the unit nSv/h) from detectors in the automated meteorological stations are transmitted by datalogger and private institute network to National Telecommunication Centre in Bratislava. The service program runs on the server RADMON in SHMI and every 10 minutes the data (dose rate and precipitation) from MSS (message switch system) are inserted into the database. The 2hours and 24hours averages are computed on the server automatically. Delay between time of measurements and time of inserting data to database is only 10min.

Radiation files from SHMI network are on-line transmitted to information system of Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic and to information system of Slovak Army. Transmission to to Crisis Centre of Civil Protection is under reconstruction at present.

Database

Two backuped servers work in the system of radiation monitoring under Windows 2000 Server operating system and MS SQL Server 7.0 database system.

Database contains one table for radiation data and several tables for configurations, catalogues of stations and additional tables.

Database works in environment client-server. On client PC runs the user front-end application. This application provides to display the data using many filters, to display tables with configurations concerning technical equipment, to display maps, graphs, etc. There is the possibility to store data

into the archives, to make reports.

This extensive database gives good opportunity to design reports in many formats based on SQL scripts.

Data Analysis

Time series from monitoring sites are analysed by the environment of the statistical software STATISTICA 6.0. and presented in reports and yearbooks.

Precipitations values from meteorological stations were integrated do the information system of radiation monitoring for better interpretation of gamma dose rate values.

COOPERATION IN THE DATA EXCHANGE ON THE NATIONAL LEVEL

On the base resolution of government Commission for radiation accidents SHMI is operating Unit database of radiation data in the Slovak Republic. In the frame this database SHMI cooperates with other partners like: Slovak Army, Civil Protection, Ministry of Health, Slovak Power Plants. At present bilateral of-line data exchange with Slovak Army, Ministry of Health, Slovak Power Plants and Civil Protection is running. Unit database is common platform for data processing, analysis, comparison and cooperation between partners.

INTERNATIONAL DATA EXCHANGE

European Commission Joint Research Centre Ispra

SHMI cooperates with European Commission Joint Research Centre (EC JRC) in Ispra in the frame EURDEP (European Union Data Exchange Platform) from 1998. EURDEP system is a standard format for radiological environmental monitoring data and a platform by which to exchange this data. The data-exchange is regulated for the EU Member States by the Recommendation 2000/473/Euratom, for the ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange) Member States by the Council Decision 87/600/Euratom that data will be made available or be sent at least once a day during routine and at least once each two hours during an emergency. At present we use in the data exchange with EC JRC format EURDEP 2.0 from 1.12.2002, new format EURDEP XML is prepared. We send data from our monitoring network on the ftp server of SHMI every 24 hours and then the data are downloaded to database in Ispra. We took part on all international emergency exercise (INEX, ConvEx).

Austria

Data between SHMI and Radiation Warning Centre Vienna are exchanging by means of directories on the ftp-server of SHMI. Every 10 minutes data from 336 Austrian stations are stored into the directory on our ftp server and then inserted into the radiation database. Every 10 minutes data from our monitoring network are stored to the directory on ftp server on our side and then downloaded to the Austrian side.

EURDEP format version 1.3 is used. We prepare the migration on platform EURDEP 2.0.

The data exchange is regulated by bilateral agreement.

Hungary

On the base of agreement between Hungarian Ministry of Environment, Hungarian Ministry of Interior and the Slovak Ministry of Environment, SHMI started the data exchange with Hungary Meteoroservices in summer 2002. Leased line Bratislava – Budapest of capacity 16 kbit/s was established. Data files with the radiation data in the EURDEP 2.0 format are exported from our database every 10 minutes and then files are downloaded to the server in Meteoroservice Hungary. Files with radiation data are downloaded from Hungarian side each 1 hour (10 minutes averages).

In-situ measurements were done on all monitoring points SHMI in the cooperation with Hungarian National Directorate General for Disaster Management.

Data between SHMI and Meteoroservices Hungary and SHMI and Radiation Warning Centre Vienna are transmitted via Regional Meteorological Data Communication Network (RMDCN).

Conclusion

Radiation monitoring is important part of early warning system, hazard management and monitoring of environment. In the conditions of SHMI it is one part of monitoring activities.

Radiation monitoring network of SHMI is good equipped with metrologic verified devices. Data are evaluated in many mathematical and statistical analyses.

SHMI is responsible for international data exchange with Euuropean Commision and with partners in Austria and Hungary.

LIST OF TABLES

Tab 1.....	Radiation monitoring network of Slovak Hydrometeorological Institute, situation at 1. 1. 2007. (Last two columns: date of installation, date of the last metrological verification or calibration)
Tab 2.....	Characteristics of SHMI monitoring sites
Tab 3.....	Technical parameters of measurement devices GammaTracer
Tab 4.....	Frequency of 10-min measurements (absolute and relative)
Tab 5 – 16.....	Statistical analysis of dose rate from monitoring sites of SHMI (computed on the base of 10-min averages)
Tab 17.....	Specific signal values for particular monitoring sites
Tab 18	Comparison statistical analysis between two detectors: GammaTracer (Genitron) and RPSG-05 (Microstep-MIS)
Tab 19 – 24.....	Statistical analysis of dose rate from selected monitoring sites of Hungarian monitoring network (computed on the base of 10-min averages)
Tab 25 – 34.....	Statistical analysis of dose rate from selected monitoring sites of Slovak Power Plants monitoring network (computed on the base of 24-hours averages)
Tab 35 – 40....	Statistical analysis of dose rate from selected monitoring sites of Civil Protection monitoring network (computed on the base of 24-hours averages)

LIST OF PICTURES

Obr 1 – 4.....	Monthly average, median value, min value, max value, first quartile, third quartile, first decile, ninth decile from monitoring sites of SHMI
Obr 5 – 7.....	Comparison between selected monitoring sites of SHMI (dose rate, 24-hours averages, 2006)
Obr 8 – 9	Comparison between selected monitoring sites of SHMI (dose rate, 24-hours averages, 2000 - 2006)
Obr 10 – 12.	Comparison between selected monitoring sites of SHMI (dose rate, 24-hours averages, 1991 - 2006)
Obr 13.....	Comparison between two detectors: GammaTracer(Genitron) and RPSG-05 (Microstep-MIS), dose rate, 10-min and 24-hours averages
Obr 14 – 16.	Selected results from automatic aerosol monitor AMS-02 in Jaslovske Bohunice
Obr 17.....	Comparison between selected monitoring sites of Austrian monitoring network (dose rate, 24-hours averages 2003 – 2005, 10-min averages 2005)
Obr 18 - 19..	Comparison between selected monitoring sites of Hungarian monitoring network (dose rate, 24-hours averages, 2003 - 2005)
Obr 20 – 21.	Comparison between selected monitoring sites of Slovak Army monitoring network (dose rate, 24-hours averages, 2006)
Obr 22 – 24.	Comparison between selected monitoring sites of Slovak Power Plants monitoring network (dose rate, 24-hours averages, 2004 - 2006)
Obr 25 – 26.	Comparison between selected monitoring sites of Civil Protection monitoring network (dose rate, 24-hours averages, 2006)

Obr 27 – 28.	Selected values from teritorial network of thermoluminiscent dosimeter, 2004 – 2006, Ministry of Health
---------------------	---

Explanation to statistical analysis tables

Slovak	English
Počet meraní	Frequency of measurements
Mesačný priemer	Monthly averages
Smerodajná odchýlka	Standard deviation
Medián	Median value
Minimum	Min value
Maximum	Max value
Dolný kvartil	First quartile
Horný kvartil	Third quartile
Kvartilové rozpätie	Quartile range
Dolný decil	First decile
Horný decil	Ninth decile
zrážky	precipitation

**Závěrečná ročná správa
Čiastkového monitorovacieho systému
“Rádioaktivita životného prostredia”
2006**

Vydavateľ

MŽP SR, nám. Ľ. Štúra 1, 811 02 Bratislava
SHMÚ, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava



Materiál vypracovali

Text, štatistická analýza, grafy
Metodická spolupráca
Príprava dát aerosólov
Mapa

Ing. Terézia Melicherová
RNDr. Helena Cabánková, PhD.
Mgr. Jana Matejovičová
Ing. Jana Marikovičová

Tlač v roku 2007
1.vydanie, náklad 30 výtlačkov