



RADIAČNÝ MONITORING A INFORMOVANIE VEREJNOSTI



*RNDr. Helena Cabáneková, PhD., Slovenská zdravotnícka univerzita
Ing. Terézia Melicherová, Slovenský hydrometeorologický ústav*

SNUS, 2009

OBSAH

OBSAH.....	2
ÚVOD.....	3
1. RADIČNÁ MONITOROVACIA SIEŤ SR.....	5
1.1 História a súčasnosť.....	5
1.2 Štruktúra a činnosť SÚRMS a RMS SR.....	6
2. RADIČNÝ MONITORING SHMÚ.....	10
2.1 Systém štátneho monitoringu životného prostredia.....	10
2.1.1 Meteorológia a klimatológia.....	12
2.1.2 Ovzdušie.....	16
2.1.3 Voda.....	17
2.1.4 Cudzorodé látky v potravinách a krmivách.....	18
2.1.5 Geologické faktory.....	18
2.1.6 Odpady.....	19
2.1.7 Biota.....	19
2.1.8 Pôda.....	20
2.1.9 Les.....	20
2.2 Rádioaktivita životného prostredia.....	21
2.2.1 História radiačného monitoringu SHMÚ.....	21
2.2.2 Vybavenie radiačnej monitorovacej siete SHMÚ.....	23
2.2.3 Zber a spracovanie dát.....	24
2.2.4 Medzirezortná spolupráca.....	26
2.2.5 Medzinárodná spolupráca.....	27
ZÁVER.....	30
LITERATÚRA.....	30



ÚVOD

Využívanie zdrojov ionizujúceho žiarenia (IŽ) v praxi (priemysel, medicína, veda a výskum a špecificky energetika – jadrové zariadenia) prináša so sebou riziko straty kontroly nad týmito zdrojmi, čo môže viesť k mimoriadnemu ožiareniu pracovníkov vykonávajúcich činnosti vedúce k ožiareniu, ku kontaminácii životného prostredia v dôsledku rozptylu rádioaktívnych látok a teda aj k ožiareniu obyvateľstva a následným zdravotným poškodeniam. V prípade radiačnej alebo jadrovej havárie je ochrana obyvateľstva a životného prostredia kľúčovou úlohou havarijného manažmentu a havarijného plánovania. V schéme **havarijného manažmentu a havarijného plánovania**, v zmysle medzinárodných konvencií, je zadefinovaná havarijná odozva a havarijná pripravenosť. Pritom **havarijná odozva** je definovaná ako plánovaná činnosť vykonávaná v priebehu nehody, resp. havárie a havarijná pripravenosť ako odpoveď na vzniknutú situáciu a systematické riešenie jednotlivých postupov, ktoré budú uplatňované v priebehu havárie, resp. nehody. Havarijná odozva sa uskutočňuje vždy v časovej tiesni a v strese, má vlastnú skupinu cieľov a princípov. **Havarijná pripravenosť** je súčasťou normálnej prevádzky, nie je teda pod časovým tlakom a stresom a má tiež svoju vlastnú skupinu cieľov a princípov. V štruktúre havarijného plánovania a manažmentu, spojovacím článkom medzi havarijnou odozvou a pripravenosťou je **havarijné monitorovanie**.

Havarijné monitorovanie je založené na dvoch rozdielnych prístupoch k získavaniu informácií o kontaminácii životného prostredia v dôsledku jadrovej, alebo radiačnej havárie. Na jednej strane sú to reálne údaje o radiačnej situácii získané na základe priamych meraní v teréne a na druhej strane, údaje z modelovania radiačnej situácie na základe vývoja technických udalostí na prevádzkovanom zdroji IŽ, získané extrapoláciou a interpoláciou zdrojového člena v čase a priestore. Treba zdôrazniť, že oba prístupy musia byť kompatibilné, previazané a nemôžu byť vnímané oddelene. Rozdiel medzi tým čo je merané a čo modelované závisí od charakteru havárie, jej fázy rozvoja a dostupnosti vybavenia alebo zdrojov, teda technických a metodických prostriedkov pripravovaných pre odhad a hodnotenie následkov očakávaného, resp. už vzniklého rádioaktívneho úniku. Preventívne modelovanie očakávaného úniku na základe zmien technických parametrov zariadenia je prvým predpokladom pre rýchlu a včasnú informáciu o potenciálnom riziku ožiarenia, ktorý vedie k zavedeniu okamžitých ochranných opatrení (ukrytie, jódová profylaxia, rýchla evakuácia). Hlavným cieľom havarijného monitorovania je potom získanie informácií vedúcich k potvrdeniu, alebo zmene rozhodnutia o okamžitých ochranných opatreniach zavedených na základe modelovej klasifikácie havárie a zavedeniu následných alebo doplnujúcich ochranných opatrení. Schopnosť zahájiť rýchle, presné a zmysluplné monitorovanie reálnej radiačnej situácie v životnom prostredí je základom efektívnej a kvalitnej havarijnej odozvy. Táto schopnosť je priamo úmerná úrovni zabezpečenia stratégie monitorovania. Medzinárodnou agentúrou MAAE, odporúčaná štruktúra stratégie havarijného monitorovania je nasledovná:

- zdefinovanie cieľov monitorovania (kedy, kde a či zaviesť ochranné opatrenia),
- výber vhodných veličín charakterizujúcich IŽ,
- výber vhodnej meracej techniky,
- výber programov monitorovania a odberu vzoriek,
- spracovanie operačných postupov a systémov kvality
- tréningy a cvičenia.

Výber vhodných veličín, vhodnej techniky, vhodných programov monitorovania a odberu vzoriek závisí od fázy havárie (predúniková, úniková, poúniková a fáza úpravy kontaminovaného prostredia), pre ktoré musia byť spracované jednotlivé scenáre. Spracovanie operačných postupov a tréning (pravidelné cvičenie) zasahujúceho personálu je prevenciou a prípravou na riešenie havarijnej situácie.

Neexistuje štandardný systém monitorovania ale napriek tomu môžeme identifikovať kľúčové moduly, ktoré sú súčasťou všetkých používaných systémov.

Takýmito postupmi sú:

- monitorovacie systémy na stabilných staniciach, ktoré pracujú spravidla v automatickom alebo poloautomatickom režime
- mobilné skupiny pre flexibilné merania a odbery vzoriek (autá, lode, helikoptéry, lietadlá)
- laboratória pre stanovenie rádioaktivity vo vzorkách životného prostredia a pre stanovenie inkorporovanej (prijatej) rádioaktivity (celotelové merania).

Tieto kľúčové postupy sú často podporované prídavnými (doplnkovými) modulmi (postupmi), ako napr.:

- technické systémy pre spracovanie dát, ich archiváciu a komunikáciu
- modely pre odhad migrácie rádionuklidov v životnom prostredí a pre hodnotenie ožiarenia obyvateľstva
- systémy pre podporu rozhodovania.

Na základe prehľadu medzinárodných odporúčaní a porovnania so súčasným stavom vybavenia a funkčných možností existujúceho systému monitorovania v našich JEZ a životného prostredia sú spracované odporúčania pre zabezpečenie implementácie a kompatibility optimálneho monitorovacieho systému a to aj vo vzťahu k RMS SR a CHO ÚJD SR. Treba zdôrazniť, že havarijné monitorovanie bude účelné, funkčné a zmysluplné len za predpokladu, že je postavené na monitorovacích systémoch, ktoré v požadovanej miere zabezpečujú kontrolu kontaminácie životného prostredia i v „mierovom období“, teda za normálnej prevádzky všetkých využívaných zdrojov ionizujúceho žiarenia.

1. RADIAČNÁ MONITOROVACIA SIETĽ SR

1.1 *História a súčasnosť*

Pred haváriou Černobyľskej jadrovej elektrárne, štátny dozor nad radiačnou ochranou bol v kompetencii ministerstiev zdravotníctva SR a ČR a realizovaný činnosťami hlavných hygienikov. V roku 1985 bol v parlamente predložený návrh o vybudovaní RMS ČR za účelom kontroly a hodnotenia radiačnej situácie na celom území republiky. Vo februári 1986 vznikla Komisia vlády ČSFR pre koordináciu opatrení pri radiačnej havárii (VHK), ktorá schválila aj smernicu o zásadách monitorovania. Ďalšie uznesenia vlády ČSFR (101/86 Z.z., 62/87 Z.z. a 205/88 Z.z.) legislatívne upravovali činnosti a povinnosti orgánov a organizácií v tejto oblasti. Na základe tejto legislatívy bola RMS ČSFR ďalej budovaná a rozvíjaná až do roku 1991 spoločne.

V roku 1991 bola transferom uznesenia vlády ČSFR vytvorená Komisia vlády SR pre radiačné havárie (KRH SR), ktorej štatút bol schválený uznesením vlády. V zmysle tohto štatútu bolo zriadené Slovenské ústredie radiačnej monitorovacej siete (SURMS) ako výkonný orgán KRH SR. V roku 1993 bol vytvorený Havarijný štáb úradu jadrového dozoru SR (ÚJD SR), ktorý sa postupne transformoval cez Krízové a kontrolné centrum ÚJD SR na súčasné Centrum havarijnej odozvy ÚJD SR. V roku 1996 bola ešte zriadená Uznesením vlády č. 255/96 Z.z. Operatívno - riadiaca skupina ako poradný orgán KRH SR.

V súčasnosti, zákonom SR č. 387/2002 Z.z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu boli zriadené Bezpečnostná rada štátu a Ústredný krízový štáb (UKŠ). UKŠ koordinuje činnosť orgánov štátnej správy, orgánov územnej samosprávy a ďalších zložiek určených na riešenie krízovej situácie v období mimo vojny. Pod ústredný krízový štáb spadajú Ústredná povodňová komisia, Ústredná protinákazová komisia a Komisia vlády pre radiačné havárie. Predsedom ústredného krízového štábu je minister vnútra SR.

Požiadavky radiačnej ochrany a bezpečnosti zdrojov ionizujúceho žiarenia sú legislatívne zakotvené v zákone NR SR č. 355/2007 Z.z. „O ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov“ a ďalej v zákone NR SR č.541/2004 Z.z. „O mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon“ v znení neskorších predpisov, v zákone NR SR č. 42/1994 Z.z. „O civilnej ochrane obyvateľstva“ v znení neskorších predpisov, v zákone NR SR č. 575/2001 „O organizácii činnosti vlády a organizácii ústrednej štátnej správy“, v zákone NR SR č. 129/2002 „O integrovanom záchrannom systéme“, v zákone NR SR č. 387/2002 „O riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu“, vo vyhláske MZ SR 524/2007 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o radiačnej monitorovacej sieti. Ku všetkým zákonom príslušné rezorty vydali vykonávacie predpisy. Posledné legislatívne úpravy týkajúce sa aj RMS SR (zákon č. 355/2007 Z.z.) vyžadujú zabezpečenie:

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

poskytovania údajov o rádioaktívnej kontaminácii životného prostredia na rozhodovanie o vykonaní a skončení zásahov a opatrení na obmedzenie pri radiačnom ohrození,

údaje o úrovni ožiarenia na informovanie obyvateľstva a na medzinárodnú výmenu informácií o radiačnej situácii na území Slovenskej republiky.

1.2 Štruktúra a činnosť SÚRMS a RMS SR

SÚRMS je súčasťou vrcholového manažmentu havarijnej pripravenosti a odozvy SR na mimoriadne udalosti spojené s únikom rádionuklidov do životného prostredia a má medzirezortnú pôsobnosť.

Hlavné úlohy a činnosti SÚRMS-u:

- riadenie a metodické vedenie stálych zložiek radiačnej monitorovanej siete SR (RMS SR) tvorenej organizáciami z 5-tich rezortov (MZ SR, MŽP SR, MO SR, MV SR a MH SR),
- koordinácia rozsahu a spôsobu ich zapojenia do havarijnej pripravenosti a odozvy,
- za normálnej radiačnej situácie vykonáva monitorovanie vybraných zložiek životného prostredia, eviduje, zbiera a vyhodnocuje výsledky monitorovania radiačnej situácie stálych zložiek RMS SR z celého územia SR, hodnotí úroveň ožiarenia obyvateľstva,
- vypracováva ročné správy o radiačnej situácii na území SR,
- príprava plánov monitorovania záväzných pre všetky zložky RMS SR,
- v prípade mimoriadnych udalostí spojených s únikom rádionuklidov do ŽP, pre potreby KRH SR, interpretácia údajov havarijného monitorovania vo vzťahu k ochrane obyvateľstva,
- na základe predpovedí a výsledkov monitorovania príprava podkladov pre KRH SR na rozhodovanie o zavádzaní neodkladných a následných opatrení na ochranu obyvateľstva,
- harmonizácia a kompatibilita hodnotenia radiačnej situácie s požiadavkami EÚ,
- zabezpečenie pravidelných porovnávacích meraní a havarijných cvičení všetkých stálych zložiek RMS SR.

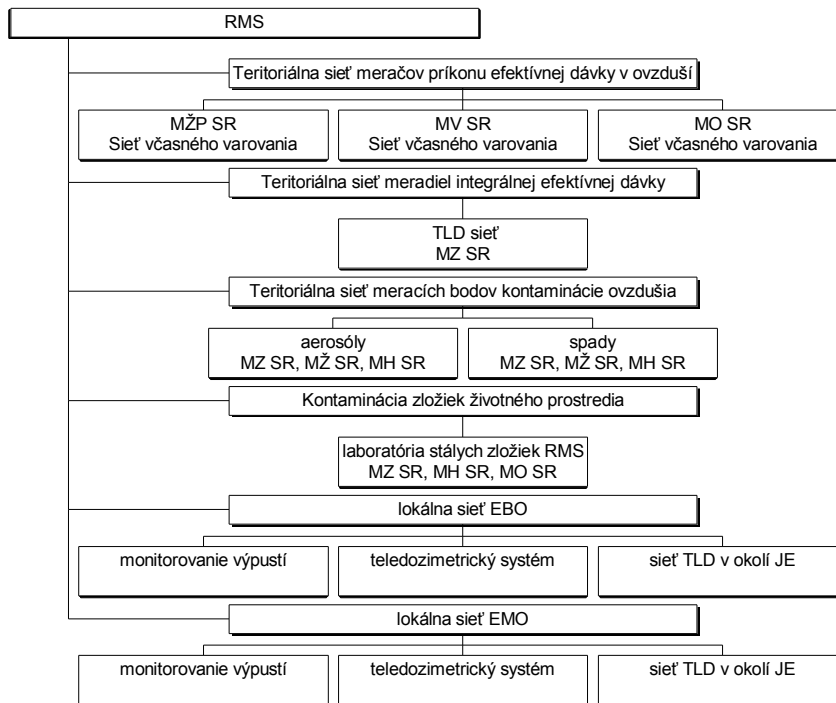
Pre plnenie úloh, vyplývajúcich zo štatútu SÚRMS-u, je štruktúra SÚRMS-u tvorená dvomi úrovňami, reprezentovanými riadiacou a výkonnou zložkou. Výkonnou zložkou SÚRMS-u je RMS SR (obr.č.1), ktorá je tvorená stálymi a pohotovostnými zložkami. Medzi stále zložky RMS SR patria organizácie, úrady a inštitúcie v nasledovných rezortoch:

- MZ SR, ktoré zabezpečuje 4 mobilné monitorovacie skupiny, stacionárne monitorovacie systémy a laboratórne skupiny Úradu verejného zdravotníctva SR (ÚVZ SR), regionálnych ÚVZ B. Bystrica a Košice, a SZU v Bratislave
- MV SR, ktoré zabezpečuje rezortné vyhodnocovacie stredisko, stacionárny monitorovací systém, mobilné monitorovacie skupiny, 3 podporné laboratórne skupiny KCHL
- MO SR, ktoré zabezpečuje rezortnú vyhodnocovaciu skupinu (Stredisko RCHBO OS SR, Trenčín), stacionárnu sieť systému ARIS, mobilné monitorovacie skupiny
- MŽP SR, ktoré zabezpečuje stacionárnu sieť včasného varovania, krátko, stredne a dlhodobé meteorologické prognózy
- MH SR, ktoré prostredníctvom prevádzkovateľa JE J. Bohunice a JE Mochovce zabezpečuje vlastné monitorovacie strediská s lokálnymi radiačnými monitorovacími sieťami, rýchle monitorovacie skupiny EBO a EMO, mobilné monitorovacie skupiny a 2 podporné laboratórne skupiny.

K pohotovostným zložkám RMS SR patria hlavne podporné laboratórne skupiny PF UK, FMFI UK, VÚVH, VÚJE a laboratória hygienickej a veterinárnej služby.

Činnosť RMS prebieha v dvoch režimoch:

- v čase mimo radiačnej, resp. jadrovej havárie alebo nehody (tzv. „normálny režim monitorovania“), kedy je zabezpečené celoplošné monitorovanie aktuálnej radiačnej situácie, vrátane sledovania a hodnotenia následkov predchádzajúcich mimoriadnych udalostí (obr.č.1)
- pri jadrovej havárii, resp. mimoriadnej udalosti spojenej s únikom rádionuklidov do životného prostredia, alebo pri podozrení na ich vznik či už na území, alebo mimo územia SR.



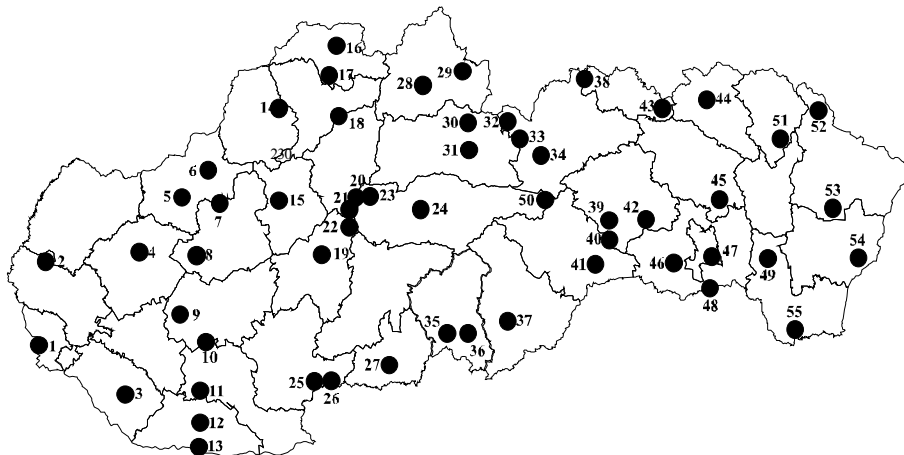
Obr.č.1: Činnosť Radiačnej monitorovacej siete v čase mimo radiačného ohrozenia

Normálny režim monitorovania je zameraný na spracovanie monitorovacích plánov, zabezpečenie akcieschopnosti RMS SR a jej koordináciu, zber údajov a overovanie ich kvality vrátane organizovania porovnávacích meraní, zjednocovanie metodických postupov stálych zložiek RMS z jednotlivých rezortov, spracovanie podkladov pre Správu o radiačnej situácii na území SR. Výsledkom monitorovania v tomto pracovnom režime je prehľad dlhodobých časových trendov distribúcie rádionuklidov v životnom prostredí a úrovni dávok z ionizujúceho žiarenia, ako aj možnosť včasného zistenia prípadných odchýlok od dlhodobého priemeru.

V rámci normálneho režimu monitorovania radiačnej situácie na území SR je v prevádzke päť monitorovacích subsystémov:

1) Teritoriálna sieť meradiel príkonu dávkového ekvivalentu v ovzduší (TLD sieť), ktorá je vybudovaná na báze integrálnych termoluminiscenčných dozimetrov (obr.č.2). Túto sieť prevádzkuje rezort MZ SR, ktorý prostredníctvom ÚVZ SR v Bratislave, regionálnych ÚVZ v Banskej Bystrici, Košiciach a SZU rozmiestnil TL dozimetre na 55 stálych meracích miestach kontaminácie ovzdušia (MMKO) a zabezpečuje ich štvrtročnú výmenu a vyhodnotenie. Okrem teritoriálnej siete TL dozimetrov sú vybudované v okolí našich jadrových elektrární lokálne siete TL dozimetrov (lokality J.Bohunice – 24 stabilných

meracích miest, lokalita Mochovce – 21 stabilných meracích miest) ktoré sú v správe SE Bratislava (LRKO EBO, LRKO EMO). Ďalej v rámci štátneho dozoru, ÚVZ SR zabezpečuje sledovanie integrálnej dávky z externého ožiarenia na 11-tich lokalitách v 30-km pásme okolia EBO a na 12-tich lokalitách v 20-km pásme okolia EMO. Celkovo, na území SR sa nachádza 123 stabilných monitorovacích miest (SMM) vybavených TL dozimetrami.



Obr.č.2.: Teritoriálna sieť termoluminoiscenčných dozimetrov MZ SR

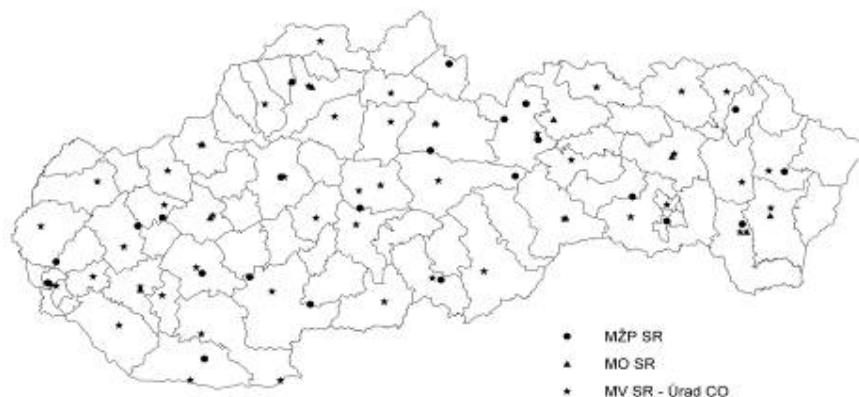
2.) Sieť včasného varovania (SVV), je tvorená teritoriálnou sieťou stabilných meracích miest (SMM) pre kontinuálne sledovanie príkonu ekvivalentnej dávky vo vzduchu, resp. príkonu dávky z gama žiarenia. Ich prevádzku zabezpečujú rezorty MŽP SR, MV SR – Úrad CO a MO SR.

SVV MŽP SR pozostáva z 26 SMM lokalizovaných na profesionálnych meteorologických stanicích SHMÚ SR, vybavených sondami typu Gamma-Tracer a RPSG-05. V súčasnosti tieto sondy sú nastavené na integrálny zber dát v 10 minútových intervaloch a systémom on-line sú dáta prenášané na SHMÚ. Pre účely porovnávacích analýz rôznych typov detektorov má SHMÚ SR inštalovanú sondu typu BITT na aerosólovom zberači v Jaslovských Bohuniciach.

SVV MO SR - OS SR je tvorená 12-timi SMM systému ARIS, so zabezpečeným on-line prenosom dát do Strediska výstrahy ZHN v Trenčíne. Dáta sú zároveň automaticky prenášané aj do strediska SHMU SR. SMM sú vybavené sondami typu RS 03.

SVV MV SR je tvorená 23 SMM lokalizovanými na vybraných obvodných úradoch odborov krízového riadenia, 3 kontrolných chemických laboratóriách CO a Úrade CO MV SR. Táto sieť je vybavená monitormi typu RPSG-05. Systém SVV je on-line prepojený do centra na sekciu krízového manažmentu a CO MV SR. Okrem týchto sond ešte na 30-tich SMM sú v činnosti monitory typu RM-60 poskytujúcimi údaje v 10 minútových intervaloch.

Rozloženie SMM SVV rezortov MŽP SR, MO SR a MV SR – Úrad CO na území SR je na obr. č. 3.



Obr.č.3.: Sieť včasného varovania MŽP SR, MV SR a MO SR

3.) Lokálne siete jadrových zariadení Mochovce a Jaslovské Bohunice pozostávajú z teledozimetrického systému a siete TLD, rozmiestnených v kontrolovanom pásme okolia JE. Patria sem aj stabilné miesta pre kontrolu výpustí. Tieto siete sa riadia monitorovacími plánmi elektrární a SÚRMS-u poskytujú údaje požadované jeho monitorovacím plánom, schváleným hlavným hygienikom SR v štvrtročných intervaloch.

4.) Teritoriálna sieť meracích miest kontaminácie ovzdušia (MMKO), ktorá zabezpečuje kontinuálne sledovanie objemovej aktivity aerosólov v prízemných vrstvách atmosféry je tvorená štyrmi odberovými miestami na profesionálnych meteorologických staniciach SHMÚ, 15-timi MMKO v rámci lokálnej siete EMO a 24-mi MMKO v rámci lokálnej siete EBO. Z ekonomických dôvodov odber aerosólov na filtre v 4-och MMKO SHMÚ nie je kontinuálny, ale uskutočňuje sa vždy v prvý týždeň každého mesiaca. Spracovanie a vyhodnocovanie filtrov je zabezpečené v rámci rezortu MZ SR (SZU SR, RÚVZ B.Bystrica, RÚVZ Košice). Laboratória radiačnej kontroly okolia EMO a EBO (LRKO EMO, LRKO EBO) zabezpečujú kontinuálny 14 – dňový interval odberu aerosólov na filtre. V Jaslovských Bohuniciach je umiestnený na meteorologickej stanici SHMÚ automatický aerosólový zberač AMS-02.

5.) Sieť laboratórií MZ SR spolu s LRKO EMO a LRKO EBO zabezpečuje monitorovanie obsahu rádionuklidov v životnom prostredí, v potravinovom reťazci a v biologických vzorkách. Počty a druh analyzovaných vzoriek ako aj frekvencia ich odberu sa upravuje ročnými monitorovacími plánmi SÚRMS-u a JEZ, schválenými hlavným hygienikom SR a prevádzkovateľom JEZ. Počet vzoriek potravinového reťazca, v ktorých sa stanovuje obsah jednotlivých rádionuklidov sa za posledné roky výrazne zredukoval vzhľadom na nízku koncentráciu týchto rádionuklidov v analyzovaných vzorkách, pričom sú sledované len základné druhy potravín a poľnohospodárskej výroby, s cieľom stanovenia dlhodobého priemeru úrovne koncentrácie jednotlivých rádionuklidov.

Vnútná kontaminácia osôb sa stanovuje na základe celotelových meraní skupiny dobrovoľníkov na celotelovom počítači na SZU v Bratislave.



2. RADIAČNÝ MONITORING SHMÚ

Radiačný monitoring Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) je stálou zložkou Radiačnej monitorovacej siete SR. V tejto súvislosti plní úlohu systému včasného varovania. Jeho úloha vyplýva zo *Zákona č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov*. Podľa tohto zákona Ministerstvo zdravotníctva SR 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 vytvára radiačnú monitorovaciu sieť a zabezpečuje a riadi činnosti radiačnej monitorovacej siete. Ministerstvo životného prostredia poverilo touto úlohou v svojej pôsobnosti SHMÚ.

Radiačný monitoring SHMÚ však plní súčasne aj inú úlohu. Je súčasťou **systému monitoringu životného prostredia SR** a z jeho prostriedkov je aj v plnom rozsahu financovaný.

Nasledujúca časť predstavuje stručný prehľad aktivít, ktorými sa tento systém zaoberá .

2.1 Systém štátneho monitoringu životného prostredia



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 pôsobiach (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. Služi 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 ministrovi 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 Ministerstva zdravotníctva SR uznesením vlády SR č. 357 zo 6. mája 1999. Zrušenie úlohy 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.

Monitoring životného prostredia Slovenskej republiky sa v súčasnosti skladá z nasledovných čiastkových monitorovacích systémov:

Názov subsystému	Správca
Meteorológia a klimatológia	SHMÚ
Ovzdušie	SHMÚ
Voda	SHMÚ
Rádioaktivita ŽP	SHMÚ
Cudzorodé látky v potravinách a krmivách	Výskumný ústav potravinársky
Odpady	Slovenská agentúra ŽP
Pôda	Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy
Lesy	Výskumný ústav lesnícky
Biota	Štátna ochrana prírody
Geologické faktory	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Podrobné informácie o jednotlivých subsystémoch možno nájsť na internetovej stránke www.enviroportal.sk/ism/spravy.php, ktorú spravuje Slovenská agentúra životného prostredia, v časti venovanej Informačnému systému monitoringu.

Nasleduje základný prehľad aktivít, ktoré monitoring životného prostredia SR vykonáva.

2.1.1 Meteorológia a klimatológia



Sieť pozemných synoptických staníc

Cieľom tejto siete staníc SHMÚ je merať a pozorovať stav a vývoj počasia v najväčšom možnom rozsahu, frekvencii a s presnosťou a reprezentatívnosťou pre účely synoptickej a leteckej meteorológie, pre meteorologické zabezpečenie činnosti jadovoenergetických zariadení a vykonávať tiež klimatologické merania a pozorovania.

Merania sa vykonávajú buď automaticky prostredníctvom automatickej meteorologickej stanice alebo manuálne, pozorovania majú charakter subjektívnych odhadov. Celá sieť je automatizovaná. (27 staníc so zariadeniami typu VAISALA MILOS 500 alebo MPS04 s doplnkovým spracovateľským a distribučným systémom). Na meteorologickej stanici na letisku gen. M. R. Štefánika v Bratislave pracuje zdvojený letiskový monitorovací systém MIDAS 600 zabezpečujúci monitoring v priestore vzletových a pristávacích dráh a gradientové merania od zeme do výšky 586 metrov. Na letiskách v Poprade a v Košiciach pracuje jednoduchší letiskový systém MIDAS 600.

Počet meraných a pozorovaných veličín predstavuje veľmi rozsiahlu množinu údajov, obsahujúcich jednak exaktne merané prvky ako aj subjektívne stanovované kvalitatívne javy.



Sieť meteorologických rádiolokátorov v SR

Cieľom siete meteorologických rádiolokátorov je meranie plošného aj vertikálneho rozloženia oblačnosti a zrážok nad územím SR.

Cieľom systému na detekciu atmosférických výbojov je predovšetkým zisťovanie výskytu bleskov nad územím SR.

Sieť meteorologických rádiolokátorov pozostáva:

- z rádiolokátora DSWR92C, ktorý meria rádiolokačnú odrazivosť a súčasne radiálne rýchlosti vetra pomocou dopplerovského módu. Je umiestnený na Malom Javorníku. Jeho softvér umožňuje prípravu základných produktov - rádiolokačná odrazivosť, intenzita zrážok a horná hranica rádioeča - ako aj viacerých meteorologických produktov, napr. sledovanie pohybu a vývoja búrkových oblakov a extrapolácia ich polohy s predstihom 30

minút, úhrny zrážok za časové intervaly 1, 3, 6, 18, 24 hodín, vertikálne profily smeru a rýchlosti vetra a ďalšie.

- z dualpolarizačného radaru RDR250-GC umiestneného na Kojšovskej holi, ktorý je v operatívnej prevádzke od roku 2005 a patrí k najmodernejším radarom. Dodaný software umožňuje z údajov tohto rádiolokátora spracovanie celopriestorových meraní a prípravu celej škály produktov.

Systém na detekciu atmosférických výbojov pozostáva z troch senzorov na meranie atmosférických výbojov. Umiestnené sú na Malom Javorníku, kde sa nachádza aj spracovateľský terminál, v Lučenci a v Milhostove. Z nameraných údajov sa rozlišujú dva druhy atmosférických výbojov a to oblak - oblak a oblak - zem s presnou polohou a časovým údajom výskytu. Meranie sa vykonáva nepretržite. V rámci dohody je zabezpečená medzinárodná bilaterálna výmena údajov o atmosférických výbojoch s Maďarskou republikou.



Meteorologické družicové merania

Meteorologické družicové merania slúžia pre sledovanie plošného rozloženia oblačnosti a pre meranie radiačných vlastností atmosféry a oblačnosti.

Na SHMÚ sú prijímané údaje z geostacionárnych meteorologických družíc METEOSAT 5, 6 a 7 nachádzajúcich sa na orbitálnej dráhe nad rovníkom vo výške 36 000 km. Režim ich merania riadi a údaje z nich distribuuje medzinárodná organizácia pre využívanie meteorologických družíc EUMETSAT so sídlom v Darmstade, Nemecko. V súčasnosti základné merania s intervalom 30 minút z nominálnej polohy na nultom poludníku vykonáva družica Meteosat 7 a merania so skráteným intervalom 10 minút z polohy 10 stupňov západne vykonáva družica Meteosat 6. Družica Meteosat 5 je v súčasnosti umiestnená 63 stupňov východne a jej údaje sú prijímané na SHMÚ len pre informatívne účely.



Sieť staníc s klimatologickým programom pozorovania

Tento monitorovací subsystém získava komplexné a celoplošné údaje o stave a vývoji klimatického systému, ktoré slúžia pre klimatologickú službu a informácie pre rôzne oblasti hospodárskeho a spoločenského života, pre sledovanie variability a zmien klímy, pre skúmanie a poznanie procesov v klimatickom systéme. Pre analýzu stavu klimatického systému a jeho vývoja majú význam len dlhodobé, kvalitné a homogénne merania a pozorovania. Kým pre výpočet klimatických charakteristík, za predpokladu stacionárneho chovania sa systému, sú postačujúce 50-ročné, niekedy i 30-ročné rady pozorovania, pre

skúmanie zmien klímy sa vyžadujú 100-ročné rady a dlhšie. Pravidelné merania v sieti klimatologických staníc začali v polovici 19. storočia.

Sieť klimatologických staníc tvorí 104 staníc s klimatologickým programom. Na klimatologických stanicích je meraných a pozorovaných 19 veličín.



Sieť zrážkomerných staníc

Cieľom subsystému je získavanie údajov o výskyte a množstve zrážok a ich časová a priestorová interpretácia. Údaje o zrážkach sú dôležitým komponentom pri výpočtoch vodnej bilancie, sú podkladom pri všetkých rozboroch týkajúcich sa vodohospodárskej bilancie, výstavby a prevádzky vodných diel, v poľnohospodárstve, lesníctve, projektovaní. Subsystém poskytuje informácie o výskyte nebezpečných a katastrofických zrážkových javov. Monitorovacie siete poskytujú dostatočne reprezentatívne charakteristiky pre všetky typy krajiny na území Slovenska a časovo poskytujú obraz o variabilite zrážok od prelomu storočia. Sieť staníc slúži pre sledovanie regionálnej klímy, dlhodobé pozorovania zrážok slúžia pre sledovanie kolísania a zmien klímy v regionálnom a národnom meradle.

Sieť zrážkomerných staníc tvorí 568 staníc okrem synoptických a klimatologických staníc. Údaje zo systému tvoria základ pre spracovanie klimatických charakteristík a ukazovateľov, pre analýzu variability a zmien klímy.



Sieť staníc na meranie slnečnej radiácie a celkového ozónu

Slnečná radiácia: Monitorovací subsystém na meranie slnečnej radiácie získava a interpretuje informácie o slnečnej radiácii na území Slovenska. Slnečná energia je primárnym zdrojom energie pre atmosférické procesy, preto jej poznanie tvorí základnú informáciu pre stav a vývoj ostatných meteorologických prvkov.

Celkový atmosférický ozón: Cieľom monitorovacieho subsystému sú kontinuálne merania celkového atmosférického ozónu pre zistenie stavu stratosférického ozónu pre určenie intenzity ultrafialového žiarenia nad územím Slovenskej republiky a zostavenia predpovedí na najbližšie obdobie.

Stanica Poprad - Gánovce je súčasťou globálneho ozónového pozorovacieho systému (GOOS), ktorý v súčasnosti zahŕňa vyše 250 staníc, z toho asi 30 staníc s dlhodobými časovými radmi. Namerané výsledky sa mesačne odosielajú do Svetového centra ozónových dát (WODC) v gréckych Thessalonikách a kanadskom Toronte.

Monitorovacia sieť na meranie slnečnej radiácie pozostáva zo 7 staníc, na meranie slnečného žiarenia sa využíva aj subsystém siete pozemných synoptických staníc (na 22 automatických stanicích vykonáva meranie globálneho žiarenia).

Kontinuálne merania celkového atmosférického ozónu nad územím Slovenska pomocou Brewerovho ozónového spektrofotometra sa denne vykonávajú na jedinej stanici na Slovensku v Gánovciach pri Poprade.



Sieť fenologických staníc

Cieľom tohto monitorovacieho subsystému je celoplošné sledovanie sezónnej a medzi-sezónnej dynamiky vývinu rastlín vo vzťahu k počasiu. Predmetom sledovania je časový nástup a priestorový výskyt vybraných fenologických fáz na bežne rozšírených kultúrnych aj divorastúcich druhoch rastlín. Pomocou makroskopického pozorovania fenologických fáz rastlín, následného vyhodnotenia a porovnania s meteorologickými charakteristikami vegetačného obdobia sa monitorujú aj dlhodobé trendy vývinu rastlín vo vzťahu k predpokladaným klimatickým zmenám a variabilite klímy.

Pozorovanými subjektami sú vybrané kultúrne poľné plodiny, ovocné dreviny, lesné dreviny a byliny.



Sieť na meranie pôdnej teploty a pôdnej vlhkosti

Cieľom subsystému je získavanie informácií o teplote pôdy v štandardných podmienkach vo vrstve do 1 m, (na vyčlenených staniciach do hĺbok až 10 m), o vlhkosti pôdy v štandardne definovaných podmienkach povrchu pôdy a pod rôznymi typmi poľnohospodárskych plodín.

Meranie teploty pôdy je vykonávané v dvoch subsystémoch: sieť pozemných synoptických staníc a sieť staníc s klimatologickým programom pozorovania. Teplota pôdy je meraná na 55 staniciach.



Sieť pre merania v prízemnej vrstve atmosféry

Meteorologická stanica Jaslovské Bohunice sa zameriava na sledovanie základných meteorologických veličín vo vrstve 200m nad zemským povrchom pomocou 200 m a 10 m vysokého meteorologického stožiaru. Pravidelným odberateľom vybraných meteorologických stožiarových údajov sú Atómové elektrárne Jaslovské Bohunice a na základe medzinárodných dohôd aj rakúski užívatelia.



Rádiosondážne merania

Cieľom monitorovacieho subsystému je sondovať atmosféru v celej jej hrúbke. Údaje sa využívajú ako vstupné údaje do atmosférických modelov, aktuálne údaje pre leteckú prevádzku, ale aj ako podklad pre poznanie variability jednotlivých prvkov atmosféry v rôznych výškach nad zemským povrchom.

Merania sú vykonávané na aerologickej stanici Poprad - Gánovce. Vertikálna sondáž atmosféry je robená 2 - krát denne rádiosondážnym systémom DigiCORA firmy VAISALA.

2.1.2 Ovzdušie



Monitorovací systém venovaný kvalite ovzdušia má dva subsystémy:

Regionálne znečistenie ovzdušia a kvalita zrážkových vôd

Skúma znečistenie hraničnej vrstvy atmosféry krajiny vidieckeho typu v dostatočnej vzdialenosti od lokálnych priemyselných a mestských zdrojov. Hraničná vrstva atmosféry je vrstva premiešavania siahajúca od povrchu do výšky asi 1000 m. V regionálnych polohách sú už priemyselné exhaláty viac-menej rovnomerne vertikálne rozptýlené v celej hraničnej vrstve a úroveň prízemných koncentrácií je nižšia ako v mestách. Tento monitoring sa vykonáva na základe prístúpenia našej krajiny k Dohovoru Európskej hospodárskej komisie OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia prechádzajúcim hranicami štátov. Na našom území prevádzkujeme 4 zo 100 monitorovacích staníc tohto typu, ktoré patria do európskej siete EMEP (Program spolupráce pri monitorovaní a spracovaní diaľkového prenosu znečisťujúcich látok v ovzduší). Naše regionálne stanice sa nachádzajú na Chopku, na Starine, v Starej Lesnej a Topoľníkoch. Do meracieho programu staníc sú zahrnuté merania zlúčením síry, analýzy zrážok, merania oxidov dusíka, dusičnanov, amónne ióny v ovzduší, tuhé častice, ozón, prchavé organické látky, ťažké kovy a perzistentné organické látky.

Lokálne znečistenie ovzdušia

Na základe platnej legislatívy je SHMÚ poverený meraním koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší a hodnotením kvality ovzdušia na Slovensku. Znečistenie ovzdušia je na Slovensku vykonávané od roku 1971, kedy boli do prevádzky uvedené prvé manuálne stanice v Bratislave a Košiciach.

V súčasnosti Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia má 27 automatických staníc, ktoré podľa monitorovacieho programu kontinuálne merajú SO₂, NO₂, NO_x, prachové častice, benzén, ťažké kovy Pb, As, Ni, Cd, benzo(a)pyrén.

V súlade s požiadavkami zákona je územie Slovenska rozdelené na 8 monitorovacích zón, ktoré sú identické s krajmi a 2 mestské aglomerácie (Bratislava a Košice). Monitorovacie stanice sú napr. v Malackách, Trnave, Prievidzi, Handlovej Bystričanoch, Trenčíne, Žiline, Ružomberku, B. Bystrici, Žiari nad Hronom, Hnúšti, Jelšave, Krompachoch, Strážskom, Prešove, Humennom. Najzávažnejšie prekročenia limitných hodnôt sa vyskytujú u prachových častíc.

2.1.3 Voda



Monitorovací systém založený na stálom a pravidelnom monitorovaní základných údajov o kvantite a kvalite vodných zdrojov. Je členený do nasledovných podsystémov:

- Kvantitatívne ukazovatele povrchových vôd
- Kvantitatívne ukazovatele podzemných vôd
- Kvalita povrchových vôd
- Kvalita podzemných vôd
- Termálne a minerálne vody
- Závlahové vody
- Rekreačné vody

Podzemné a povrchové vody patria do pôsobnosti SHMÚ, termálne, minerálne a rekreačné vody do rezortu Ministerstva zdravotníctva a závlahové vody do rezortu Ministerstva pôdohospodárstva.

Monitorovaciu sieť kvantity povrchových vôd tvorí 413 vodomerných staníc, pozorovaciu sieť podzemných vôd 1500 objektov. Kvalita povrchových vôd sa sleduje na 4 314 km vodných tokov, čo je asi 17.5 % celkovej dĺžky tokov na Slovensku. Kvalita podzemnej vody sa sleduje v 130 objektoch. Kvalitatívne a kvantitatívne parametre minerálnych vôd sa sledujú v 39 lokalitách na 156 objektoch. Závlahy sú na Slovensku vybudované na viac ako 308 tis. ha poľnohospodárskej pôdy a úlohou monitoringu je sledovať kvalitu ich vôd počas vegetačného obdobia. Kvalitu vôd na kúpanie sleduje Úrad verejného zdravotníctva a 36 regionálnych úradov verejného zdravotníctva na cca 70 prírodných kúpaliskách a 180 umelých kúpaliskách.

Správcom systémov Meteorológia a klimatológia, Ovzdušie a Voda je SHMÚ.

2.1.4 Cudzorodé látky v potravinách a krmivách



Sledovanie výskytu cudzorodých látok v jednotlivých zložkách životného prostredia i vo výsledných produktoch poľnohospodárskej a potravinárskej výroby sa rozdeľuje z hľadiska cieľov do dvoch základných skupín. Prvou skupinou je kontrola, ktorá sa vykonáva zo zákona a jej cieľom je zachytenie prístupu nevyhovujúcich potravín k spotrebiteľovi. Druhou skupinou je monitoring, ktorého cieľom je získavanie objektívnych informácií o stave a vývoji kontaminácie zložiek životného prostredia SR, ale i informácií o zdravotnej neškodnosti potravín na našom trhu. Výsledky kontroly cudzorodých látok slúžia k okamžitému prijímaniu opatrení a výsledky monitoringu, vrátane hodnotenia rizík, slúžia k prijímaniu preventívnych opatrení.

Na vlastnej realizácii monitoringu sa podieľajú: Štátna veterinárna a potravinová správa SR, Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky, Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy a Výskumný ústav potravinársky, ktorý je správcom monitoringu.

Monitorovací systém pozostáva z troch subsystémov:

Koordinovaný cieleň monitoring – jeho cieľom je zistiť v reálnych podmienkach poľnohospodárskej prvovýroby a spotreby jej produkcie vo vybraných lokalitách vzájomný vzťah medzi stupňom kontaminácie poľnohospodárskej pôdy, závlahovej vody, napájacej vody, rastlinnej a živočíšnej produkcie. Základnými sledovanými kontaminantami sú olovo, kadmium, ortuť, chróm, nikel, kongenery PCB, dusičňany a dusitany.

Monitoring spotrebného koša – cieľom realizácie je získať objektívne údaje o kontaminácii potravín v spotrebiteľskej sieti v lokalitách reprezentujúcich cca 20 000 obyvateľov a rôzne formy osídlenia v rôzne znečistených oblastiach. Za obdobie 15 rokov monitorovania bolo analyzovaných viac ako 10 tis. vzoriek, z toho len asi 4.6 % prekročilo povolené limitné hodnoty a to predovšetkým u dusičňanov a chemických prvkov.

Monitoring poľovnej zveri a rýb – Sem patrí monitoring srncov a jeleňov a monitoring rýb v riekach východoslovenského regiónu, čiastočne aj v Zemlínskej Širave.

2.1.5 Geologické faktory



Monitorovací systém je zameraný hlavne na tzv. geologické hazardy, t. j. škodlivé prírodné alebo antropogénne geologické procesy, ktoré ohrozujú prírodné prostredie a v konečnom dôsledku aj človeka.

Patria sem nasledovné dielčie subsystemy:

- Zosuvy a iné svahové deformácie
- Monitoring erózných procesov
- Procesy zvetrávania
- Objemovo nestále zeminy
- Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie
- Zmeny antropogénnych sedimentov
- Stabilita horninových masívov pod historickými objekatmi
- Antropologické sedimenty povrchové
- Tektonická a seizmická aktivita územia
- Monitorovanie chemického zloženia snehovej pokrývky
- Monitorovanie riečnych sedimentov
- Monitorovanie radónu v geologickom prostredí

Správcom systému je Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.

2.1.6 Odpady



Monitorovací systém zabezpečuje celoplošný zber údajov z oblasti odpadového hospodárstva SR na základe hlásení pôvodcov zvláštnych a nebezpečných odpadov. Správcom systému je Slovenská agentúra životného prostredia.

2.1.7 Biota



Pozostáva z 2 subsystemov:

Flóra: Monitoruje sa takmer 40 európsky významných druhov vyšších rastlín.

Fauna: Monitorované sú 2 skupiny a 6 druhov živočíchov európskeho významu. Je to bocian biely, kamzík vrchovský, korytnačka močiarna, netopiere, dravce, vydra riečna, syseľ pasienkový, svišť vrchovský.

Správcom systému je Štátna ochrana prírody.

2.1.8 Pôda



Systém zahŕňa výkon celoštátneho monitoringu pôd SR, hodnotenie možných ohrození pôdy ako je acidifikácia, alkalizácia a sodifikácia, kontaminácia pôd, pôdna organická hmota a úbytok prístupných živín, kompakcia a erózia pôdy.

Prevádzkovateľom systému je Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy.

2.1.9 Les



Monitoring poskytuje aktuálne informácie o zdravotnom stave lesov na Slovensku od roku 1987. Vychádza z údajov extenzívneho celoplošného monitoringu na 112 trvalých monitorovacích plochách v sieti 16 x 16 km a z údajov na 7 plochách intenzívneho monitoringu. Obsahuje informácie z prieskumu defoliácie, zdravotného stavu drevín, stavu korún a výskytu škodlivých činiteľov na monitorovacích plochách. Ďalej sú to informácie týkajúce sa kvality ovzdušia, pôdných roztokov, prírastku, prieskumov vegetácie, vlhkostného režimu pôd.

Prevádzkovateľom je Lesnícky výskumný ústav.

2.2 Rádioaktivita životného prostredia



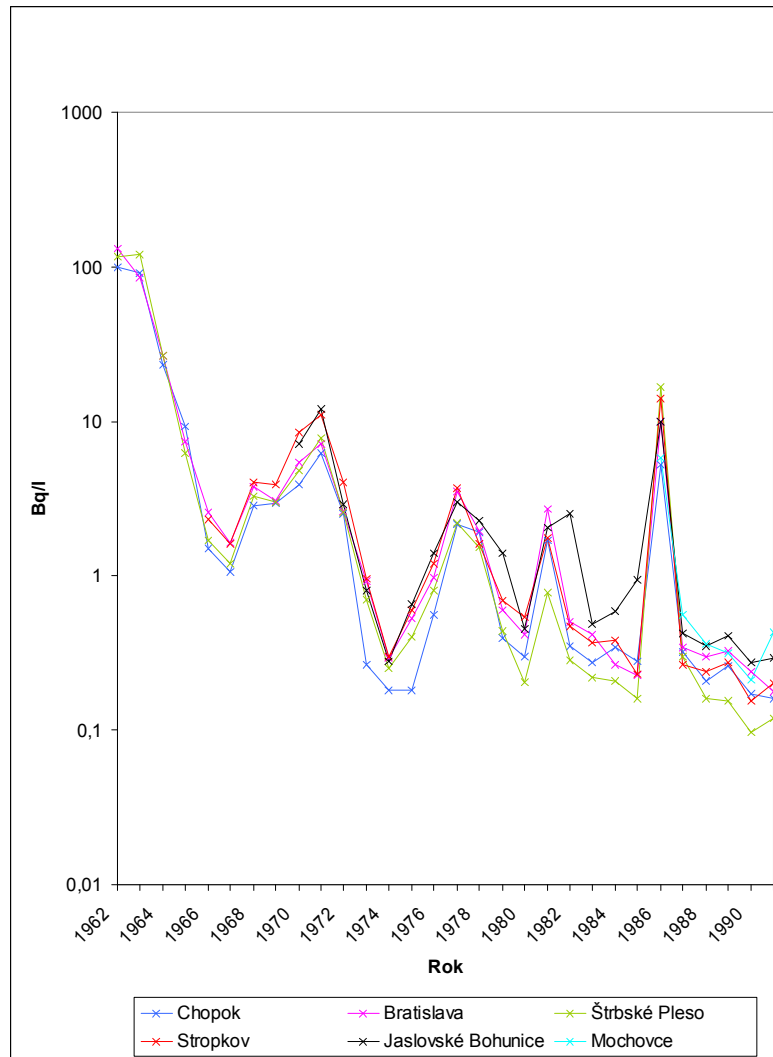
Štvrtým monitorovacím subsystémom životného prostredia, ktorý patrí do pôsobnosti SHMÚ, je Rádioaktivita životného prostredia. SHMÚ je odbornou organizáciou s celoslovenskou pôsobnosťou zameranou na zabezpečenie úloh v oblasti starostlivosti o životné prostredie, najmä na monitorovanie, validáciu, hodnotenie, archivovanie a interpretáciu údajov a informácií o stave a režime ovzdušia a vôd, popis dejov v atmosfére a hydrosfére.

Predmetom záujmu čiastkového monitorovacieho systému Rádioaktivita životného prostredia je v súčasnosti sledovanie príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v ovzduší a aktivity aerosólov. Sieť detektorov žiarenia je schopná sledovať fluktuácie prirodzeného pozadia gama žiarenia a včas zachytiť a preniesť do centra hodnoty prevýšení, ktoré môžu byť pôvodu prirodzeného alebo umelého.

2.2.1 História radiačného monitoringu SHMÚ

Radiačný monitoring SHMÚ má dlhú tradíciu. V roku bolo vytvorené oddelenie Rádioaktivity atmosféry. Jeho vznik bol spojený so situáciou na začiatku 60. rokov dvadsiateho storočia. Skúšky jadrových zbraní spôsobili výrazné znečistenie atmosféry umelou rádioaktivitou. Podpis moratória na ich zákaz v roku 1963 bol spojený aj so snahou monitorovať jeho dodržiavanie. Tejto činnosti sa ujali hygienické a meteorologické služby sveta. Bol to prirodzený postup, meteorológovia a hydrológovia mali už v tých dobách dlhoročné skúsenosti so sledovaním rôznych parametrov prírodného prostredia a mali aj vybudovanú sieť pozorovacích staníc. A tak sa do obvyklého vybavenia meteorologickej záhradky dostalo aj ďalšie zariadenie, ktoré v nasledujúcich rokoch umožnilo sledovať **sumárnu beta rádioaktivitu vzduchu a spadu**. Pravidelne sa sledovala na 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.

Ukážkou výsledkov meraní z tohto obdobia je nasledujúci graf zobrazený v logaritmickú škále. Poukazuje na vývoj stavu umelej rádioaktivity v atmosférických zrážkach s postupným doznievaním dopadu skúšok jadrových zbraní až po haváriu černožskej elektrárne.



Obr. č. 4: Priebeh sumárnej beta rádioaktivity v atmosférických zrážkach na liter zrážkovej vody za obdobie 1962 – 1991

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 rozsiahlej série testovacích jadrových explózií v atmosfére a do globálneho zamorenia celej zemegule rádioaktívnymi látkami.

Po podpísaní moratória na skúšky jadrových zbraní v atmosfére v 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 sledovania rádioaktivity ovzdušia vyplýva, že úroveň umelej rádioaktivity 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 rádiaktivita**

približne 100-krát. Tento pokles súvisel s postupným čistením stratosférického rezervoáru. Jadrové pokusy na zemskom povrchu mali stratosférický dopad a na vyčistenie stratosféry bolo 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 podľa 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. 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**. Zvýšenie priemernej ročnej efektívnej dávky v roku 1986 v dôsledku černobyľskej nehody na našom území predstavovalo asi 6 % priemernej ročnej dávky, ktorú obyvateľstvo obdržalo v dôsledku expozície prírodnými rádionuklidmi (zdroj Hůlka, Malátová).

2.2.2 Vybavenie radiačnej monitorovacej siete SHMÚ

V roku 1991 bola vybudovaná sieť pre monitorovanie príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia postupne na 18 meteorologických staniciach. Meracím zariadením boli sondy typu FHZ 621B od výrobcu FAG, ktoré sa v roku 1998 začali nahrádzať sondami typu GammaTracer od nemeckého výrobcu Genitron. Tými je v súčasnosti vybavených 23 meteorologických záhrad, jedna je náhradná a jedna prenosná. V roku 2007 bola sieť doplnená troma sondami typu RPSG-05 od firmy Microstep-MIS. Celkový počet monitorovacích miest príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v ovzduší je teda 26. Súčasťou monitorovacej siete je aj automatický aerosólový zberač AMS-02 firmy BITT-Technology. Je umiestnený v Jaslovských Bohuniciach, spojený s národnou centrárou v Bratislave a so strediskom v Rakúsku. Poskytuje výsledky meraní v 3-hodinovom intervale. Prostredníctvom národnej centráry máme prístupné výsledky meraní aj z 11 monitorovacích miest v Rakúsku.

Sondy sú na základe zákona v pravidelných 2-ročných intervaloch overované a každé 4 roky kalibrované v Slovenskom metrologickom ústave, čím je zabezpečená kvalita merania.

V nasledujúcej tabuľke je zoznam lokalít, v ktorých SHMÚ vykonáva kontinuálne monitoring rádioaktivity.

Malý Javorník	Dudince	Kojšovská hoľa
Bratislava	Sliač	Košice
Jaslovské Bohunice	Chopok	Stropkov
Piešťany	Liesek	Milhostov
Žilina	Lučenec	Kamenica
Nitra	Lomnický štít	Banská Bystrica
Mochovce	Štrbské Pleso	Trenčín
Hurbanovo	Telgárt	Liptovská Ondrášová
Prievidza	Gánovce	

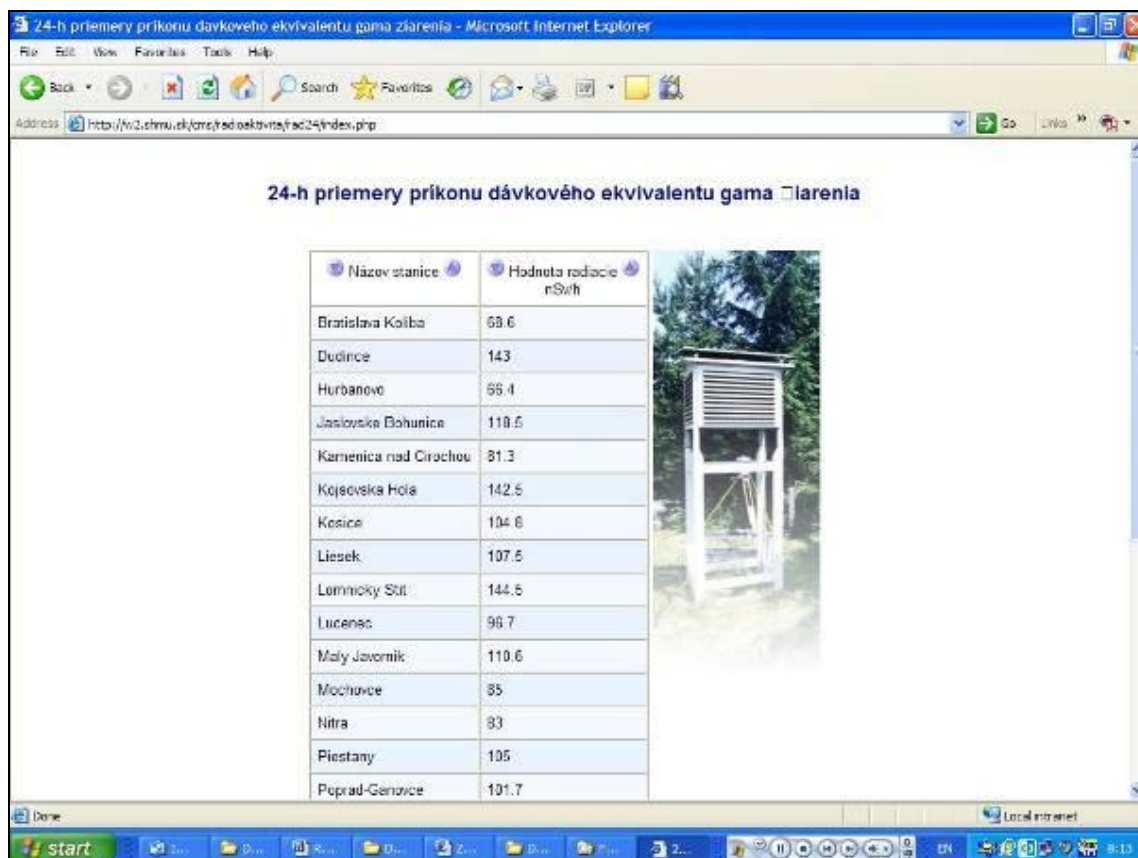


Obr.č.5.: Meteorologické stanice v Kamenici nad Cirochou, Lieseku a Hričove

2.2.3 Zber a spracovanie dát

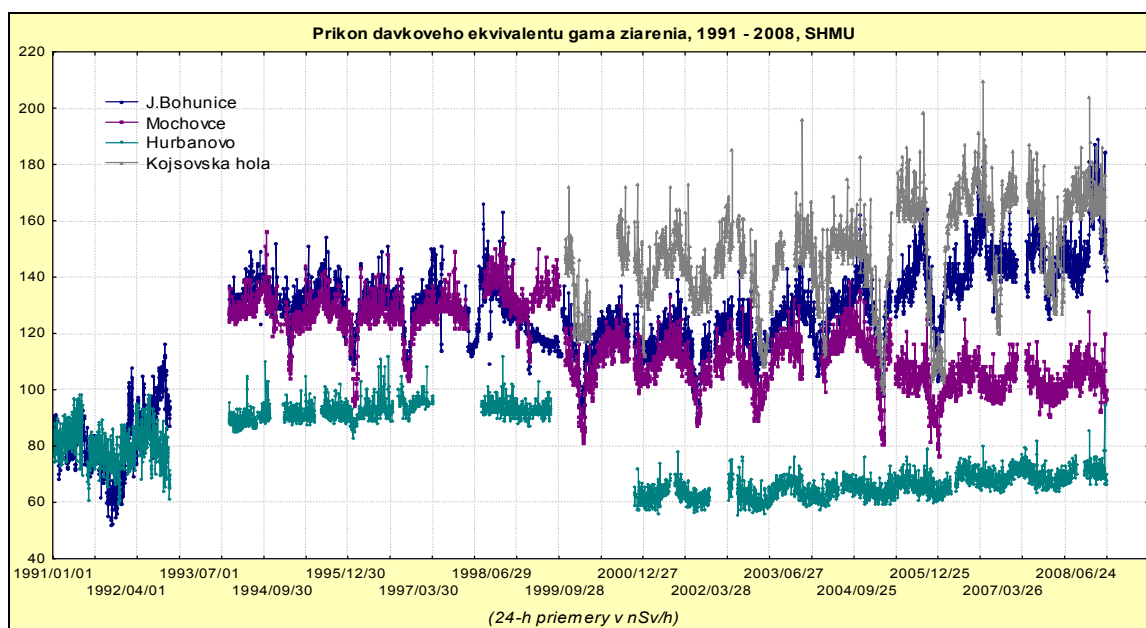
Keďže profesionálne meteorologické stanice sú technicky dobre vybavené pre zber dát s frekvenciou až do 1 minúty, nie je problém v reálnom čase poslať radiačné dáta zo sondy do databázy s oneskorením do 10 minút. Dáta sú ukladané v databázovom prostredí a spracúvané prostredníctvom profesionálneho štatistického softvéru. K dispozícii sú časové rady príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v ovzduší od roku 1991. Každoročne je vydávaná Záverečná ročná správa, ktorá je uverejňovaná aj na internetovej stránke <http://enviroportal.sk/ism/spravy.php>. Na tejto stránke sú prístupné záverečné ročné správy systému od roku 2000. Obsahujú štatistické analýzy nie iba zo siete SHMÚ, ale aj zo sietí ostatných prevádzkovateľov radiačného monitoringu v SR, s ktorými má SHMÚ podpísané bilaterálne dohody o vzájomnej výmene radiačných dát.

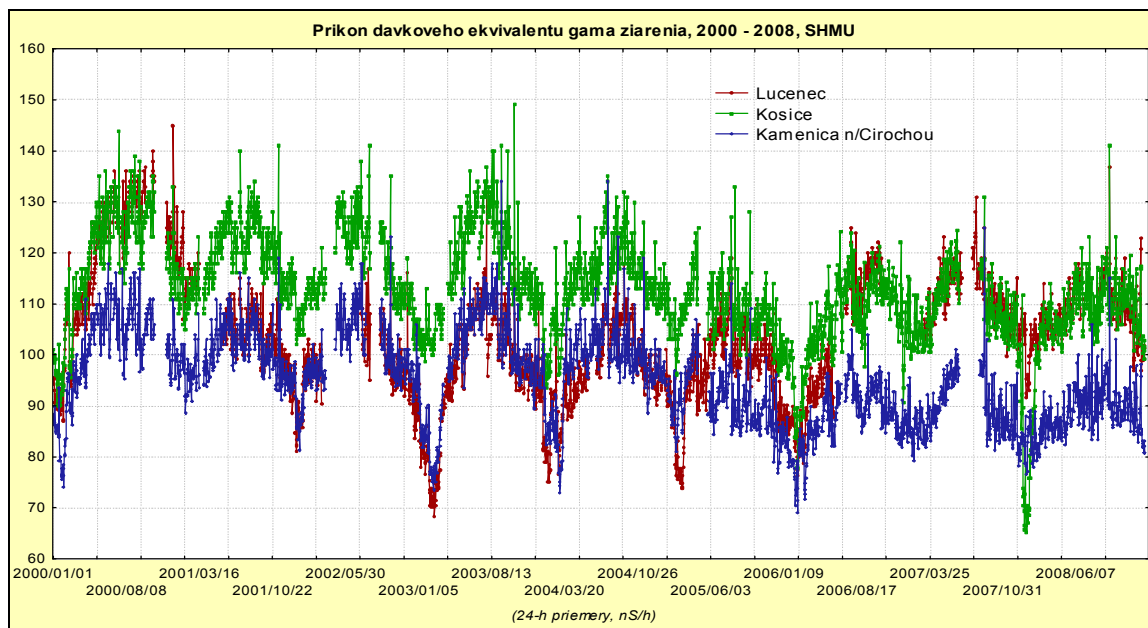
Aktuálne hodnoty príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia v podobe 24-h priemerov a ďalšie informácie o monitoringu sú na internetovej stránke SHMÚ www.shmu.sk v časti Projekty SHMÚ/ČMS/Rádioaktivita. V časti Verejne prístupné informácie je aj informácia o aktuálnych 24-h priemeroch príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia, ako ukazuje nasledujúci obrázok.



Obr.č.6.: Prezentácia aktuálnych radiačných dát na internetovej stránke SHMÚ

Dávkový príkon je v SHMÚ sledovaný od roku 1991, kedy boli skončené merania celkovej beta rádioaktivity v atmosférických zrážkach. Nasledujúce obrázky prezentujú výsledky z monitorovacej siete od roku 1991 v podobe 24-h priemerov príkonu dávkového ekvivalentu gama žiarenia a ukážky ročného chodu dát s ich prirodzenou fluktuáciou spôsobenou geologickým podložíom meracieho miesta a klimatologickými vplyvmi.





Obr.č.7.: Ukážky štatistického vyhodnotenia dát z radiačného monitoringu SHMÚ

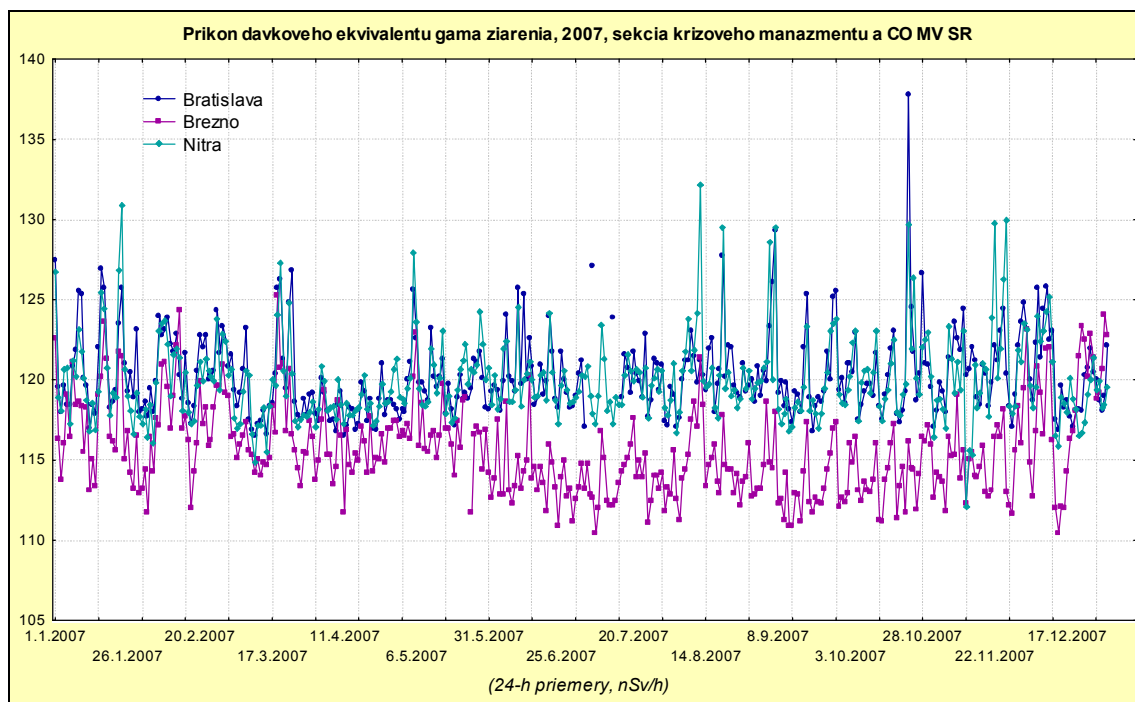
2.2.4 Medzirezortná spolupráca

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 je ionizujúce žiarenie v prírodnom a pracovnom prostredí.

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 (sekcia Krízového manažmentu a civilnej ochrany), Ozbrojené sily Slovenskej republiky (stredisko Výstrah 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".

Ako príklad je uvedená ukážka z meraní sekcie krízového manažmentu a CO MV SR.



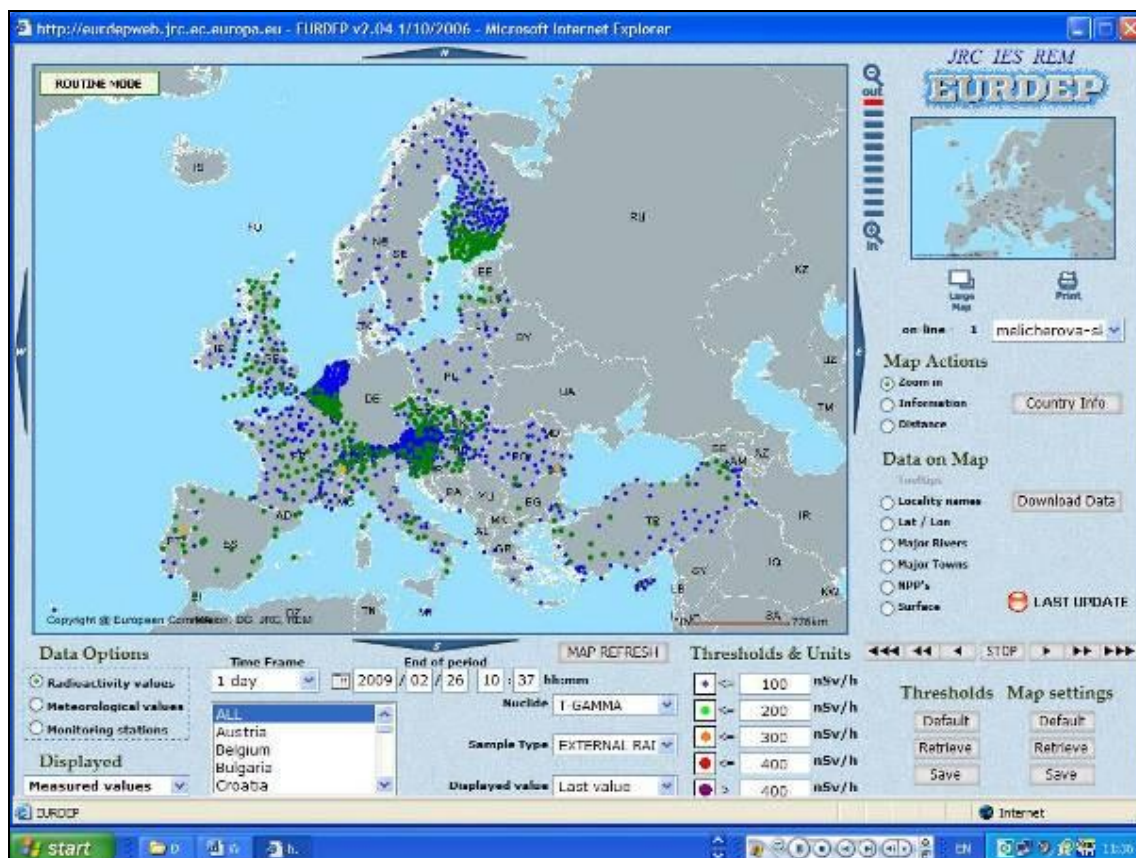
Obr.č.8.: Ukážky štatistického vyhodnotenia dát z radiačného monitoringu sekcie krízového manažmentu a CO MV SR

2.2.5 Medzinárodná spolupráca

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, vyrozumel ostatné členské štáty. Smernica je záväzná pre každý členský štát EÚ aj bez transponovania do národnej legislatívy a jej neplnenie členským štátom je vymáhateľné. Úlohu oznamovateľa 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. Odborným a technickým strediskom pre tento systém je Joint Research Centre (EC JRC) v talianskej Ispre. V systéme EURDEP zastupuje SR SHMÚ, ktorý v roku 2008 podpísal s EC JRC Memorandum o porozumení stanovujúce technické podmienky dátovej výmeny.

Spolupráca SHMÚ a EC JRC trvá od roku 1998, ale povinnosť zúčastňovať sa práce v systéme vznikla až vstupom Slovenskej republiky do EÚ. Interval vysielania súborov v špeciálnom výmennom formáte EURDEP 2.0 je jednohodinový. Na web stránke EC JRC <http://eurdep.jrc.it/> bola verejne sprístupnená stránka s radiačnými dátami zúčastnených krajín.



Obr.č.9.: Prezentácia aktuálnych radiačných dát na internetovej stránke Európskej komisie

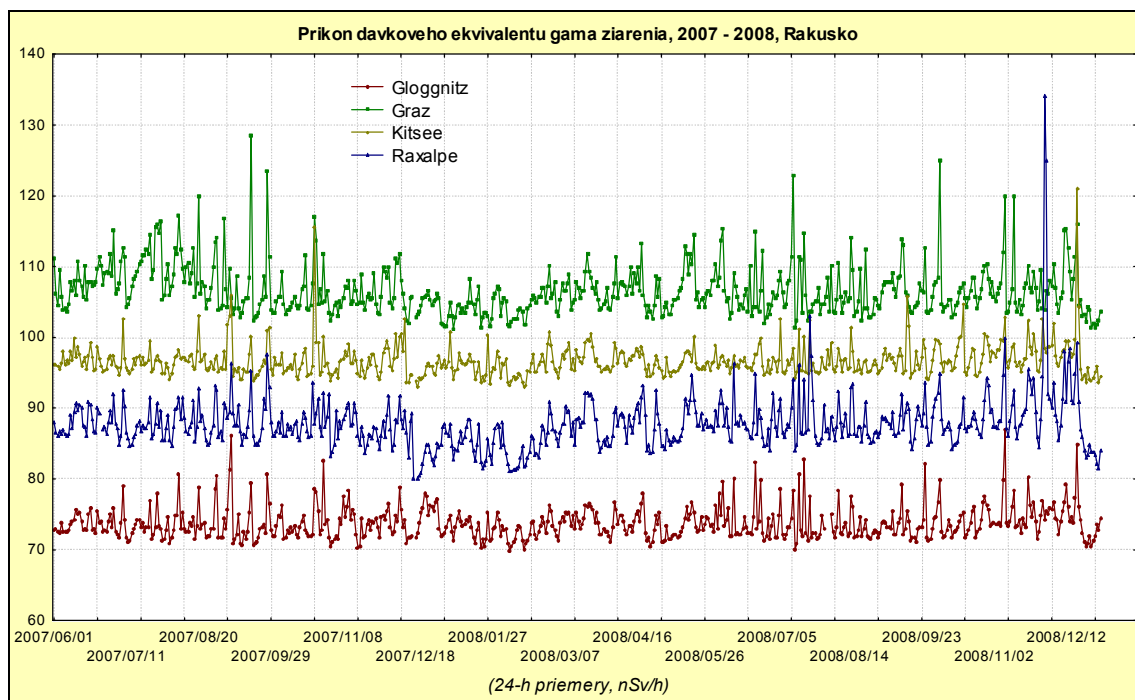
Na základe bilaterálnych zmlúv spolupracuje SHMÚ v oblasti výmeny radiačných dát aj s Rakúskom a Maďarskom.

Spolupráca s Rakúskom

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 bola podpísaná 23. 5. 1994. Odvtedy prešla dátová výmena rôznymi štádiami technického zdokonaľovania a v súčasnosti je spolupráca s rakúskym **Radiation Warning Centre Vienna** v tejto oblasti veľmi intenzívna. Pravidelne prebieha aktívna komunikácia pri udržiavaní systému výmeny dát.

Dáta z rakúskeho systému včasného varovania prichádzajú do radiačnej databázy SHMÚ 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 gama žiarenia. Používaný výmenný formát je EURDEP 2.0.

V informačnom systéme SHMÚ sú dáta z rakúskych staníc pravidelne spracúvané a vyhodnocované. Nasledujúci obrázok je príkladom takéhoto spracovania.



Obr.č.10.: Ukážky štatistického vyhodnotenia dát z radiačného monitoringu Rakúskej republiky

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 Communication Network). Prostredníctvom nej si SHMÚa 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 časti Levegőkörnyezet/Gammadózis teljesitmeny.



Obr.č.11.: Prezentácia aktuálnych radiačných dát SHMÚ a maďarskej radiačnej monitorovacej siete na na internetovej stránke Maďarskej meteoslužby

ZÁVER

Radiačný monitoring SHMÚ je dobre fungujúcim systémom dostatočne vybaveným po technickej stránke a úspešne reprezentujúcim Slovenskú republiku v medzinárodnej spolupráci.

Keďže celý systém radiačného monitoringu SHMÚ je financovaný výlučne z účelovo viazaných prostriedkov určených pre štátny monitoring životného prostredia, jeho ďalšie fungovanie je plne závislé od možností tohto systému.

LITERATÚRA

- [1] Melicherová, T.: Závěrečná ročná správa ČMS Rádioaktivita životného prostredia 2007, SHMÚ, 2008
- [2] Závodský, D.: Kandidátska práca, Bratislava, ÚMK SAV, 1972
- [3] Hůlka, J. – Malátová, I.: Porovnání radiační situace v České republice po nehodě v JE Černobyl s přírodním ozářením, Bezpečnost jaderné energie, 9/10, 2007
- [4] www.enviroportal.sk/ism/spravy.php
- [5] www.shmu.sk
- [6] Bezpečnost jaderné energie, 7/8, 2008