

## Fizikos institutas

# RADIOEKOLOGINIS MONITORINGAS IGNALINOS AE POVEIKIO ZONOJE

Temos vadovas dr R.Jasiulionis

Vilnius, 2003

### Įvadas

Stoties atstumas nuo Ignalinos AE yra optimalus, kad registruoti radionuklidus patekusius į pažemio orą su išlėkomis per kaminą. Bandiniuose su 0,1 mikroBq/m<sup>3</sup> jautrumu registruojami gamtiniai ir Ignalinos AE emituoti radionuklidai. Matavimo jautrumas matuojant atskirų radionuklidų aktyvumo koncentracijas ore, viršija lokaliniam šaltinio monitoringui galiojančių normatyvų keliamus reikalavimus ir tenkina regioninio monitoringo reikalavimus. Matavimai atlikti Fizikos instituto Ignalinos radioekologinio monitoringo stotyje. Gauta technogeninio <sup>137</sup>Cs ir kosmogeninio <sup>7</sup>Be koncentracijų ore eiga. Ignalinos AE pagaminti radionuklidai <sup>60</sup>Co ir <sup>54</sup>Mn 2003 metais registruoti 18 oro bandinių. Trijuose bandiniuose stebėtos <sup>137</sup>Cs koncentracijos didesnės nei galima būtų paaiškinti globaliu pasiskirstymu. Skaičiuojant virš Ignalinos AE praeinančių oro masių trajektorijas, nustatyta, kad vienu atveju <sup>137</sup>Cs galėjo būti atneštas iš Leningrado srityje esančios Leningrado AE, kitais – iš Černobylio AE avarijos metu radionuklidais užterštų rajonų.

### Rezultatai

Laikotarpiu nuo 2003 m sausio mėn. iki 2003 m spalio mėn. Ignalinos AE aplinkoje nuolat matuotos radionuklidų koncentracijos ore. Energetiniai gama spinduliavimo spektrai matuoti 33 oro aerolių bandiniuose, surinktuose, prasiurbiant per filtrus FPP-15-0.1 po 80 000 - 300 000 kub. m. oro, panaudojant skystu azotu šaldomą, geroje apsaugoje nuo išorinių spindulių patalpintą, puslaidininkinį spektrometrą. Oro siurbimo greitis per filtrą yra apie 1800 m<sup>3</sup>/val. Filtrai presuojami į standartinio dydžio tabletes.

Rezultatai rodo, kad išlieka paskutiniiais metais susiklosčiusios tendencijos. Ore didžiausios yra kosmogeninio <sup>7</sup>Be aktyvumo koncentracijos. <sup>7</sup>Be aktyvumo koncentracijos ore svyravo 1100 ÷ 8100 mikroBq/m<sup>3</sup> ribose. Daugumoje oro aerolių bandinių registruojamas <sup>137</sup>Cs spinduliavimas. Stebėti trys žymesni <sup>137</sup>Cs koncentracijų ore padidėjimai. 2003.03.22.–04.04., 2003.04.19.–04.26. ir 2003.08.28.–09.08. Pirmuoju atveju bandinyje buvo registruotas ir Ignalinos AE emituotų <sup>60</sup>Co ir <sup>54</sup>Mn spinduliavimas. Ignalinos AE emituoti <sup>60</sup>Co ir <sup>54</sup>Mn užregistruoti aštuoniolikoje bandinių.

Dauguma išmatuotų <sup>137</sup>Cs koncentracijų ore svyravo 0,5÷ 3,0 mikroBq/m<sup>3</sup> ribose ir tai, tikriausiai, atspindi jo globalinį pasiskirstymą. Laikotarpiais 2003 m. kovo mėn. 22 d. iki 2003 m. balandžio mėn. 4 d., 2003 m. balandžio mėn. 19 d. iki 2003 m. balandžio mėn. 26 d. ir 2003 m. rugsėjo mėn. 12 d. iki 2003 m. rugsėjo mėn. 21 d. buvo stebėti <sup>137</sup>Cs koncentracijos padidėjimai. Analogiški padidėjimai stebėti ir ankstesniais metais. Šiais laikotarpiais tikėtinas <sup>137</sup>Cs patekimas iš nutolusių šaltinių. Kad tą nustatyti, atlikti nešamų į Ignalinos rajoną oro masių trajektorijų skaičiavimai.

### Rezultatų aptarimas

Padidintos <sup>137</sup>Cs koncentracijos pažemio ore per keturis pastaruosius metus buvo stebimos rugsėjo – spalio mėn. ir atskirais atsitiktiniais laikotarpiais [1]. Viena iš priežasčių tokiems procesams yra antrinis <sup>137</sup>Cs patekimas į orą iš regionų užterštų po Černobylio avarijos. Kita oro masių užteršimo <sup>137</sup>Cs priežastis tai emisija į orą iš veikiančių branduolinių įmonių (Leningrado AE) ar iš ketvirto Černobylio AE reaktoriaus gaubto.

<sup>137</sup>Cs koncentracijų šaltinio nustatymui naudojame oro masių pernešimo trajektorijų skaičiavimo modelį HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) prieinamą Interneto naudotojui NOAA Oro resursų laboratorijos tinklapyje [3]. Buvo skaičiuotos oro masių

pernašos trajektorijos (trijuose aukščiuose: 100, 500 ir 1000 m.) į Ignalinos AE rajoną (56.55 N ir 26.57 E) per 96 valandas.

2003 metais žymesni Cs<sup>137</sup> koncentracijos padidėjimai buvo stebėtas trijuose bandiniuose. Pirmame bandinyje (nuo kovo mėn. 16 d. iki kovo mėn. 22 d.) buvo registruoti ir Ignalinos AE pagaminti radionuklidai. Atlikus šio laikotarpio oro masių pernešimo trajektorijų skaičiavimą Hysplit modeliu, paaiškėjo, kad į šį bandinio paėmimo laikotarpį patenka keli oro srautų judėjimo virš potencialaus taršos šaltinio laikotarpiai:

Ignalinos rajoną pasiekiančių oro masių pernašos trajektorijos buvo tiesiai virš Leningrado atominės jėgainės. Tokioms oro masių pernešimo kryptims Leningrado AE yra ne vienintelis potencialus radionuklidų patekimo į orą šaltinis. Netoli Murmansko laikomi povandeniniai atominiai laivai. Chibinų kalnuose ir Naujojoje Žemėje buvo vykdomi požeminiai ir antžeminiai branduolinių bombų sprogdinimai. Tačiau žiemos metu iš pastarųjų rajonų, kur viskas uždengta sniego sluoksniu, antrinis radionuklidų patekimas į orą mažai tikėtinas. Esant šių krypčių pernešimui galimas ir labai tikėtinas <sup>137</sup>Cs patekimas į filtrą iš Ignalinos AE. Ignalinos AE pagamintų radionuklidų spinduliavimo registracija šiame bandinyje patvirtina šį faktą.

Antrame bandinyje (nuo balandžio mėn. 19 d. iki balandžio mėn. 26 d.) <sup>137</sup>Cs patekimas į filtrą iš Černobylio AE regiono labai tikimas.

Analogiškos oro masių trajektorijos rugsėjo mėn buvo stebėtos ir ankstesniais metais registruotų <sup>137</sup>Cs aktyvumo koncentracijų ore padidėjimų metu [9]. Vertinant šuoliškų <sup>137</sup>Cs aktyvumo koncentracijų ore padidėjimų sutapimus su oro pernaša iš Černobylio AE rajono galima sakyti, kad nustatytas realus radionuklidų patekimo į šalies teritoriją šaltinis.

2003 m Ignalinos AE gaminamų <sup>60</sup>Co ir <sup>54</sup>Mn buvo užregistruota 18 bandinių. HYSPLIT modelį galima taikyti išlėkų iš Ignalinos AE kamino dispersijų pažemio ore skaičiavimui, <sup>60</sup>Co aktyvumo koncentracijas ore siejant su radionuklido išmetimo per kaminus greičiu ir meteorologinėmis sąlygomis. 2003 m. kovo mėn. 16 – 22 d. laikotarpiui, kada buvo užregistruota viena iš didesnių <sup>60</sup>Co aktyvumo koncentracija ore, meteoroduomenys buvo gauti iš IAE aplinkos apsaugos laboratorijos stoties duomenų bazės.

Atlikti oro dispersijos skaičiavimai (kovo mėn. 17 d 14 – 19 val., 18 d. 00 – 24 val., 20 d. 00 – 06 val. ir 22 d. 04 – 08 val.), laikant Ignalinos AE <sup>60</sup>Co emisijos šaltiniu, kurio dydis registruojamu laikotarpiu buvo gautas iš Ignalinos AE radiacinės kontrolės duomenų ir buvo lygus 55000 Bq/val. Buvo skaičiuotas atvejis, kai visam laikotarpiui <sup>60</sup>Co koncentracija išlėkose buvo pastovi. Išmetimo aukštis 140 – 150 m, koncentracijų verčių kitimas pažemio ore vidurkinamas per valandą.

Kaip matyti, pernešimo kryptis, gauta iš lokalinių meteorologinių duomenų ir skaičiavimų HYSPLIT modeliu beveik sutampa ir neprieštarauja <sup>60</sup>Co, patekusio į bandinį iš Ignalinos AE kamino registracijos faktui. Pirmu laikotarpiu <sup>60</sup>Co koncentracija matavimo taške buvo 10<sup>-6</sup>, antru – 10<sup>-7</sup> trečiu – 10<sup>-7</sup>, o ketvirtu – 10<sup>-6</sup> Bq/m<sup>3</sup>. Bandinyje išmatuotos koncentracijos (2,3 μBq/m<sup>3</sup>) artimos teoriniškai skaičiuotoms.

Skaičiavimo ir eksperimento rezultatų sulyginimas parodė, kad HYSPLIT modelį galima sėkmingai naudoti, skaičiuojant priemaišų pernešimo trajektorijas regioniniame mastelyje, bei išlėkų iš Ignalinos AE kaminų dispersijoms pažemio ore lokaliniame mastelyje skaičiuoti.

### **Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės Ignalinos AE aplinkoje**

Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės branduolinių įnginių aplinkoje yra pagrindinis saugaus jų darbo kriterijus. Ignalinos AE aplinkoje gyventojams normuojamas ribinis dozės dydžio priedas 0,2 mSv/metai [4,5]. Laikoma, kad jei apsaugotas žmogus apsaugota ir gamta. Norma yra tokia, kad dėl elektrinės darbo aplinkoje galimas 25% priedas prie gamtinės jonizuojančiosios spinduliuotės dozės ribojant bendrą dozę dydžiu 5 mSv/metai. TATENA (IAEA) ateityje siūlo įteisinti ekologinę normą 1,5 mSv/metai [6].

Viena iš jonizuojančiosios dozės AE aplinkoje komponentų susidaro spinduliuojant patekusiems į pažemio orą ir iškritusiems ant paklotinio paviršiaus Ignalinos AE pagamintiems radionuklidams. Šių ir gamtinių radionuklidų koncentracijos ore AE aplinkoje išmatuojamos patikimai ir yra pirminiai eksperimentiniai duomenys jonizuojančiosios spinduliuotės dozių įvertinimui. Tačiau šiuo atveju reikalingas biosferinių atskirų radionuklidų ir jų spinduliavimo sukuriamų jonizuojančiosios spinduliuotės dozių modelių parinkimas ir modelių parametru nustatymas.

Po Černobylio avarijos didelėse teritorijose atsirado galimybė matuoti atskirų tehnogeninių radionuklidų koncentracijas ore, iškritose, dozimetrais matuoti dozės galią ir stebėti radionuklidų kaupimosi procesus gyventojų organizme. Svarbus Černobylio avarijos pasekmių tyrimo rezultatas yra biosferinių modelių parametru nustatymas, panaudojant technogeninių radionuklidų koncentracijų duomenis. Tokių duomenų pagrindu parengta kompiuterinė programa INTERRAS [8], kurios pagalba galima skaičiuoti jonizuojančiosios spinduliuotės dozes turint eksperimentinius radionuklidų koncentracijų ore ir iškritose rezultatus. Ši programa panaudota radionuklidų atneštų į regioną iš globalinių šaltinių, kosmogeninio  $^7\text{Be}$  ir radionuklidų patenkančių į pažemio orą iš Ignalinos AE spinduliavimo dozių įvertinimui.

Metinių jonizuojančiosios spinduliuotės dozių įvertinimui, skaičiuojant minėta programa, panaudoti ataskaitinio laikotarpio ir ankstesnių metų radioekologinio monitoringo rezultatai. Pastarųjų metų matavimo duomenų pagrindu atlikti analogiški skaičiavimai, kaip ir ankstesniaisiais metais. Skaičiavimams naudotos vidutinės metinės koncentracijos ore gautos iš daugelio matavimų reikšmių. Atskirų radionuklidų spinduliavimo dozės sumuotos. 2003 metais gauti rezultatai pateikti piešinyje, pratesiant ankstesnėse ataskaitose naudotą laiko skalę. Taip pateikiant rezultatus atsiranda pokyčių įvertinimo galimybė.

Kosmogeninio  $^7\text{Be}$  spinduliavimo metinė dozė svyruoja 0,08-0,11 mSv/metai intervale. Per stebėjimo laikotarpį suskilus į regioną atnešamiems dalijimosi produktams, išskyrus  $^{137}\text{Cs}$ , iškritose aptinkamų dalijimosi produktų spinduliavimo dozė pastaraisiais metais svyruoja 0,0002-0,0005 mSv/metai intervale. Ši dozė dabar apie 100 kartų mažesnė nei kosmogeninio  $^7\text{Be}$  spinduliavimo dozė. Ignalinos AE pagamintų radionuklidų  $^{60}\text{Co}$  ir  $^{54}\text{Mn}$  aptinkamų ore spinduliavimo dozė dar mažesnė ir svyruoja intervale 0,01-0,1 mikroSv/metai. Ore pernešamų radionuklidų jonizuojančiosios spinduliuotės dozės yra išorinės apšvitos dozės gyventojams.

Pateikti dozių skaičiavimai neatspindi dozių, kurios gali susidaryti radionuklidų susikaupimo zonose - pašildyto vandens kanale, pavėjinėse ežero pakrantėse ir saugyklų teritorijoje. Dozes šiose vietose reikėtų lyginti su siūloma ekologine technogeninių radionuklidų spinduliavimo - 1,5 mSv jonizuojančiosios spinduliuotės metinės dozės norma.

## **Išvados**

2003 metais Ignalinos AE aplinkos pažemio ore didžiausios koncentracijos buvo kosmogeninio  $^7\text{Be}$ . Globaliai pasiskirsčiusio  $^{137}\text{Cs}$  koncentracijos svyravo 0,1 ÷ 1,0 mikroBq/m<sup>3</sup> intervale. Tris kartus stebėtos  $^{137}\text{Cs}$  koncentracijos didesnės nei galima būtų paaiškinti globaliu pasiskirstymu.

Skaičiuojant virš Ignalinos AE praeinančių oro masių trajektorijas, nustatyta, kad vienu atveju  $^{137}\text{Cs}$  galėjo būti atneštas iš Leningrado srityje esančios Leningrado AE, kitais – iš Černobylio AE avarijos metu radionuklidais užterštų rajonų.

Atliktas Ignalinos AE gaminamų  $^{60}\text{Co}$  ir  $^{54}\text{Mn}$  matuotų ir skaičiuotų koncentracijų ore palyginimas. Podyta, kad, meteoduomenų matavimais remiant skaičiavimo rezultatus, galima gauti radionuklidų pasiskirstymo AE aplinkoje charakteristikas.

Pratestas jonizuojančiosios spinduliuotės dozės skaičiavimas, panaudojant radioekologinio monitoringo Ignalinos AE aplinkoje gautus radionuklidų atneštų į regioną iš globalinių šaltinių, kosmogeninio  $^7\text{Be}$  ir radionuklidų patenkančių į pažemio orą iš Ignalinos AE koncentracijų ore duomenis. Parodyta, kad stebimos jonizuojančiojo spinduliavimo dozės apie 1000 kartų mažesnės už

dabartiniais norminiais aktais reglamentuotą leistiną jonizuojančiosios spinduliuotės dozės gyventojams ribą metams ~5 mSv.

### **Literatūra**

1. Radioekologinis monitoringas Ignalinos AE aplinkoje, ataskaita, Vilnius, 1999, 2000, 2001, 2002
2. Draxler, R.R. 1996, Boundary layer isentropic and kinematic trajectories during the August 1993 North Atlantic Regional Experiment Intensive, J. Geophys. Res., Vol 101, No. D22, pp. 29255-29268
3. Draxler, R.R. and G.D. Hess, 1998, An overview of the HYSPLIT\_4 modelling system for trajectories, dispersion and deposition, Aust. Met. Mag., 47, 295-308. <http://www.arl.noaa.gov/ready/protect/hysplit4.html>
4. Sanitarinės aominių elektrinių projektavimo ir eksploatacijos taisyklės SPAES-79 No 615-79, Energoatomizdat, M, 1981
5. Lietuvos higienos norma HN73: 1997 “Pagrindinės radiacinės saugos normos”, Vilnius, 1998
6. Linsley G. Protection of the natural environment and internationally accepted practice, International symposium on ionising radiation, Stockholm, May 20-24, 1996, Proceedings Vol. I, 27-35
7. Report of the VAMP Multiple Pathways Assesment Working Group, IAEA-TECDOC-795 (1995)
8. INTERRAS, International Radiological Assessment System, version 1.2, IAEA, Vienna, (1997)
9. Jasiulionis R, Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės Lietuvoje po Černobylio avarijos, Sveikatos aplinka, priedas 3, (2000) 42-47