

Tvirtinu

Fizikos Instituto direktorius

Prof., dr. Vidmantas Remeikis

2007 m. gruodžio mėn. 14 d.

MOKSLINIO TYRIMO DARBO

ataskaita

**RADIOLOGINIAI ORO TYRIMAI TIESIOGINIO IGNALINOS
AE POVEIKIO ZONOJE**

2007 m. liepos 25 d. sutartis Nr.4F07-89

Fizikos institutas
2028 Vilnius
Savanorių pr. 231
Ignalinos radioekologinio
monitoringo stotis

Temos vadovas dr. R.Jasiulionis
A. Rožkov

Vilnius, 2007

Turinys

Santrauka	3
Įvadas	4
I. Rezultatai	4
II. Rezultatų aptarimas	7
III. Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės Ignalinos AE aplinkoje	10
Išvados	12
Literatūra	13

Santrauka

Ataskaita už radioekologinio monitoringo Ignalinos AE aplinkoje matavimus 2007 metais. Matavimai atlikti Fizikos instituto Ignalinos radioekologinio monitoringo stotyje. Pateikiami radionuklidų koncentracijų ore Ignalinos AE poveikio zonoje matavimo rezultatai. Gauta technogeninio ^{137}Cs bei kosmogeninio ^7Be aktyvumo koncentracijų ore eiga nuo 2006 spalio 15 d. iki 2007 spalio 15 d. Ignalinos AE pagaminti radionuklidai ^{60}Co ir ^{54}Mn 2007 metais registruoti 13 oro bandinių.

Viename bandinyje stebėtos ^{137}Cs koncentracijos ryškiai didesnės nei galima būtų paaiškinti globaliu pasiskirstymu. Skaičiuojant virš Ignalinos AE praeinančių oro masių trajektorijas, nustatyta, kad ^{137}Cs galėjo būti atneštas iš Černobylio AE avarijos metu radionuklidais užterštų rajonų.

Matavimo duomenys panaudoti jonizuojančiosios spinduliuotės metinių dozių įvertinimui. Su Ignalinos AE išlėkomis patekusių į pažemio orą ^{60}Co ir ^{54}Mn spinduliavimo metinė dozė gauta apie dešimtį kartų mažesnė nei technogeninio ^{137}Cs ir apie penkis tūkstančius kartų mažesnė nei kosmogeninio ^7Be spinduliavimo metinė dozė.

Ataskaitos apimtis 13 puslapių, 1 lentelė, 3 paveikslėliai, 10 literatūros šaltinių, įvadas, išvados, trys skyriai.

Įvadas

Radioekologinio monitoringo Ignalinos AE aplinkoje matavimo metodikos ir atliekami stebėjimai remiasi principu, kad AE aplinkoje būtini radioekologiniai stebėjimai įgalinantys registruoti išlekiančių iš AE radionuklidų koncentracijas ore. Matavimų tikslas - vienos jonizuojančiosios spinduliuotės komponentės - radionuklidų ore (atmosferos aerozolyje) indėlio apšvitos dozei AE aplinkoje įvertinimas. Matavimo metodika tai didelių oro tūrių siurbimas per aerozolių filtrus ir surinktų bandinių gama spinduliavimo spektrų registracija žemo fono ir didelės skiriamosios gebos spektrometru. Metodas įgalina atskirti kiekvieno iš dirbtinių, emanacinių ir kosmogeninių radionuklidų gama spinduliavimą energetiniame bandinio gama spektre ir suskaičiuoti radionuklidų koncentracijas ore.

I. Metodika

Oro aerozolių bandiniai renkami Fizikos instituto stotyje 3,5 km nuo Ignalinos AE, prasiurbiant per filtrus FPP-15-0.1 po 150 000 - 300 000 kub. m. oro. Oro siurbimo greitis per filtrą yra apie 1800 m³/val. Filtrai presuojami į standartinio dydžio tabletes. Energetiniai gama spinduliavimo spektrai matuoti, naudojant skystu azotu šaldomą, geroje apsaugoje nuo išorinių spindulių esantį, puslaidininkinį gama spektrometrą. Gama kvantų registracijos efektyvumo priklausomybė nuo standartinės geometrijos tabletės aukščio buvo gauta 2007 m. vasario mėn. patikros matavimų pagrindu. Spektrometro patikrai naudoti Valstybinės metrologijos tarnybos Vilniaus metrologijos centro etaloniniai birūs ⁴⁰K ir ¹³⁷Cs spec. γ -šaltiniai. Patikra parodė gama kvantų registracijos efektyvumo sutapimą su pateiktų šaltinių registracijos efektyvumu statistinės paklaidos ribose. Bandiniuose su 0,1 mikroBq/m³ jautrumu registruojami gamtiniai ir Ignalinos AE emituoti radionuklidai. Matavimo jautrumas viršija lokaliniam šaltinio monitoringui galiojančių normatyvų keliamus reikalavimus ir tenkina regioninio monitoringo reikalavimus.

II. Rezultatai

Laikotarpiu nuo 2006 m spalio mėn. 15 d. iki 2007 m spalio mėn. 15 d. vykdyti nuolatiniai radionuklidų koncentracijų ore matavimai Ignalinos AE aplinkoje.

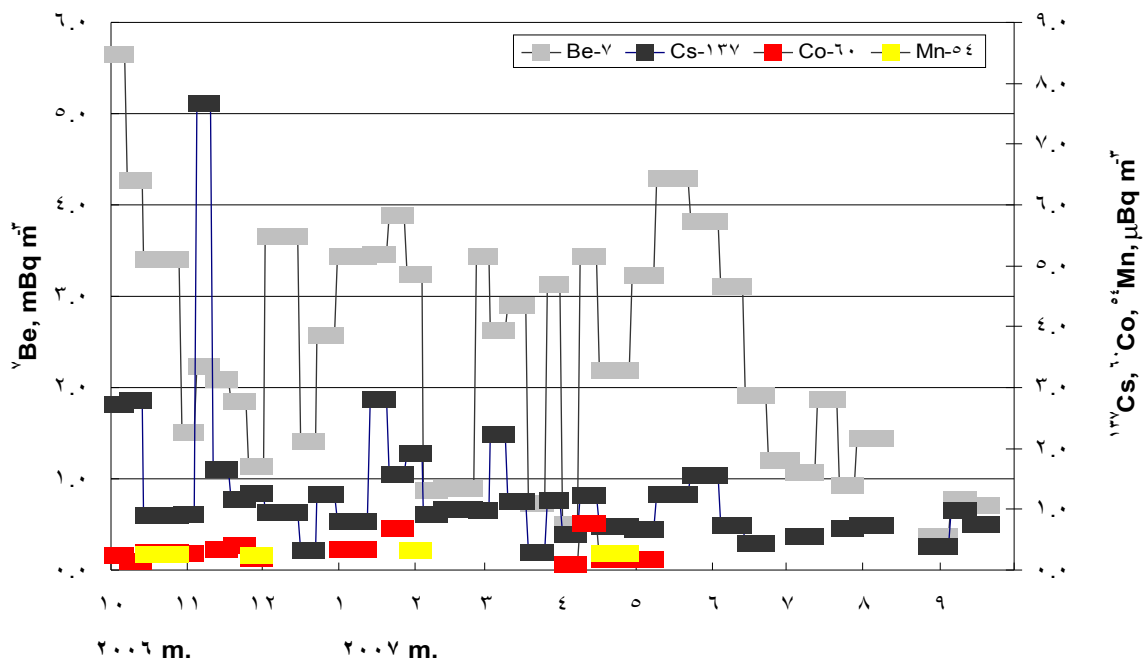
Radionuklidų aktyvumo koncentracijos ore reikšmės 2006 - 2007 metais pateiktos 1 lentelėje. Lentelėje pateiktos filtrų keitimo datos žymi vieno bandinio ekspozicijos pabaigą ir kito pradžia, reikšmės < 0.1 rodo koncentracijas mažesnes nei registracijos riba – 0,1 mkBq/m³.

1 lentelė

Nr.	Nr. kataloge	Ėmimo intervalas	Radionuklidų aktyvumo koncentracija pažemio ore, μ Bq m^{-3}			
			7Be	^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn
1	3022	2006 10 15 - 21	5660	2.7	0.3	< 0.1
2	3023	2006 10 21 - 28	4280	2.8	0.1	< 0.1
3	3024	2006 10 28 - 11 12	3410	0.9	0.3	0.3
4	3025	2006 11 12 - 18	1530	0.9	0.3	< 0.1
5	3026	2006 11 18 - 25	2240	7.7	< 0.1	< 0.1
6	3027	2006 11 25 - 12 02	2100	1.7	0.3	< 0.1
7	3028	2006 12 02 - 08	1850	1.2	0.4	< 0.1
8	3029	2006 12 08 - 16	1130	1.3	0.2	0.2
9	3030	2006 12 16 - 30	3660	1.0	< 0.1	< 0.1
10	3031	2006 12 30 - 01 06	1420	0.3	< 0.1	< 0.1
11	3032	2007 01 06 - 14	2580	1.3	0.0	< 0.1
12	3033	2007 01 14 - 27	3430	0.8	0.3	< 0.1
13	3034	2007 01 27 - 02 04	3460	2.8	0.0	< 0.1
14	3035	2007 02 04 - 11	3890	1.6	0.7	< 0.1
15	3036	2007 02 11 - 18	3240	1.9	< 0.1	0.3
16	3037	2007 02 18 - 25	870	0.9	< 0.1	< 0.1
17	3038	2007 02 25 - 03 10	900	1.0	< 0.1	< 0.1
18	3039A	2007 03 10 - 17	3450	1.0	< 0.1	< 0.1
19	3039B	2007 03 17 - 24	2630	2.2	< 0.1	< 0.1
20	3040	2007 03 24 - 31	2900	1.1	< 0.1	< 0.1
21	3041	2007 03 31 - 04 09	745	0.3	< 0.1	< 0.1
22	3042	2007 04 09 - 15	3140	1.2	< 0.1	< 0.1
23	3043	2007 04 15 - 22	510	0.6	0.1	< 0.1
24	3044	2007 04 22 - 30	3440	1.2	0.8	< 0.1
25	3045	2007 04 30 - 05 13	2190	0.7	0.2	0.3
26	3046	2007 05 13 - 23	3240	0.7	0.2	< 0.1
27	3047	2007 05 23 - 06 06	4300	1.2	< 0.1	< 0.1

28	3048	2007 06 06 - 18	3830	1.6	< 0.1	< 0.1
29	3049	2007 06 18 - 28	3110	0.7	< 0.1	< 0.1
30	3050	2007 06 28 - 07 07	1910	0.5	< 0.1	< 0.1
31	3051	2007 07 07 - 17	1210	< 0.1	< 0.1	< 0.1
32	3052	2007 07 17 - 27	1080	0.5	< 0.1	< 0.1
33	3053	2007 07 27 - 08 05	1880	< 0.1	< 0.1	< 0.1
34	3054	2007 08 05 - 12	927	0.7	< 0.1	< 0.1
35	3055	2007 08 12 - 24	1450	0.7	< 0.1	< 0.1
36	3056	2007 08 24 - 09 09	neveikė siurblys			
37	3057	2007 09 09 - 19	371	0.4	< 0.1	< 0.1
38	3058	2007 09 19 - 27	786	1.0	< 0.1	< 0.1
39	3059	2007 09 27 - 10 06	715	0.8	< 0.1	< 0.1
40	3060	2007 10 06 - 14	250	0.95	< 0.1	< 0.1

Radionuklidų koncentracijų eiga už 2006 -2007 metus grafiniame pavidale pateikiama 1 pav. Laiko ašyje atidėti mėnesiai nuo 2006 spalio 15 d. ir 2007 metų pradžios.



1 pav. ^7Be (kairioji skalė) aktyvumo koncentracijų ore (miliBq/m^3) ir ^{137}Cs , ^{60}Co (dešinioji skalė) aktyvumo koncentracijų ore ($\text{mikroBq}/\text{m}^3$) eiga matavimų laikotarpiu

Rezultatai rodo, kad išlieka paskutiniaisiais metais susiklosčiusios tendencijos. Ore didžiausios yra kosmogeninio ^7Be aktyvumo koncentracijos. ^7Be aktyvumo koncentracijos ore svyravo $250 \div 4300$ mikroBq/m³ ribose. ^7Be aktyvumo koncentracijos ore metinė eiga turi ypatumų, lyginant su ankstesniaisiais metais. Tikriausiai tai galima paaiškinti tikrai atmosferos cirkuliacijos pobūdžio kitimu dėl bendro klimato atšilimo. Tokių ryšių paieška reikalauja specializuotų studijų.

Daugumoje oro aerosolių bandinių registruojamas ^{137}Cs spinduliavimas. Išmatuotų ^{137}Cs aktyvumo koncentracijų ore vertės svyravo $0,1 \div 2,8$ mikroBq/m³ ribose ir tai, tikriausiai, atspindi ^{137}Cs globalinį pasiskirstymą. Maksimali ^{137}Cs aktyvumo koncentracija $7,7$ mikroBq/m³ ore stebėta 2006 11 18 – 25 laikotarpiu. Šiuo laikotarpiu registruota ^{137}Cs aktyvumo koncentracija vertinta, kaip šuoliškas ^{137}Cs aktyvumo koncentracijų padidėjimas, ir atlikti nešamų į Ignalinos rajoną oro masių trajektorijų skaičiavimai.

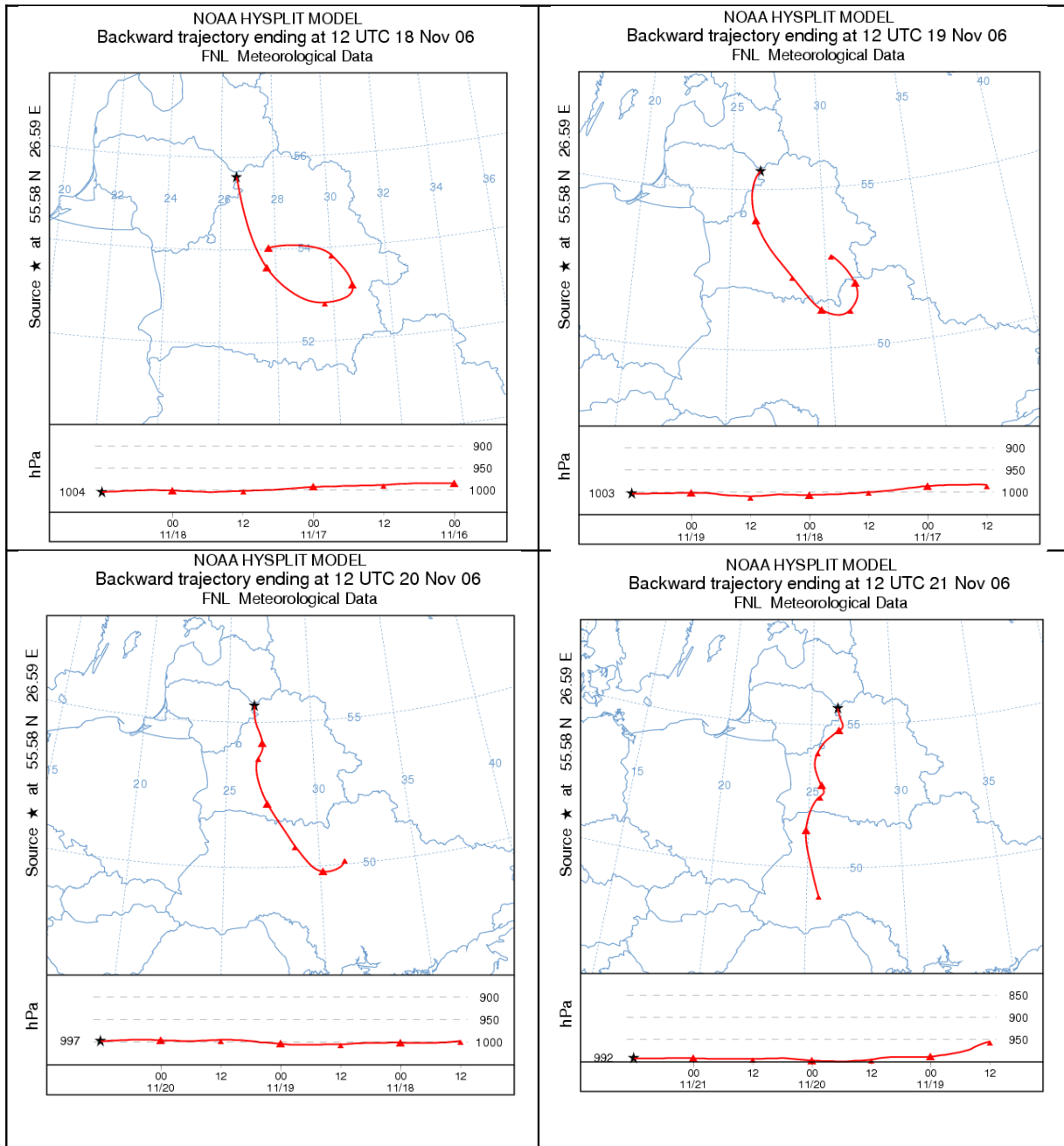
Ignalinos AE emituoto ^{60}Co spinduliavimas registruotas 13, o ^{54}Mn - keturiuose bandiniuose. Maksimalios ^{60}Co ir ^{54}Mn koncentracijos ore $0,8$ ir $0,3$ mikroBq/m³ atitinkamai užregistruotos 2007 04 22 – 30 ir 2007 04 30 - 05 13 laikotarpiais.

II. Rezultatų aptarimas

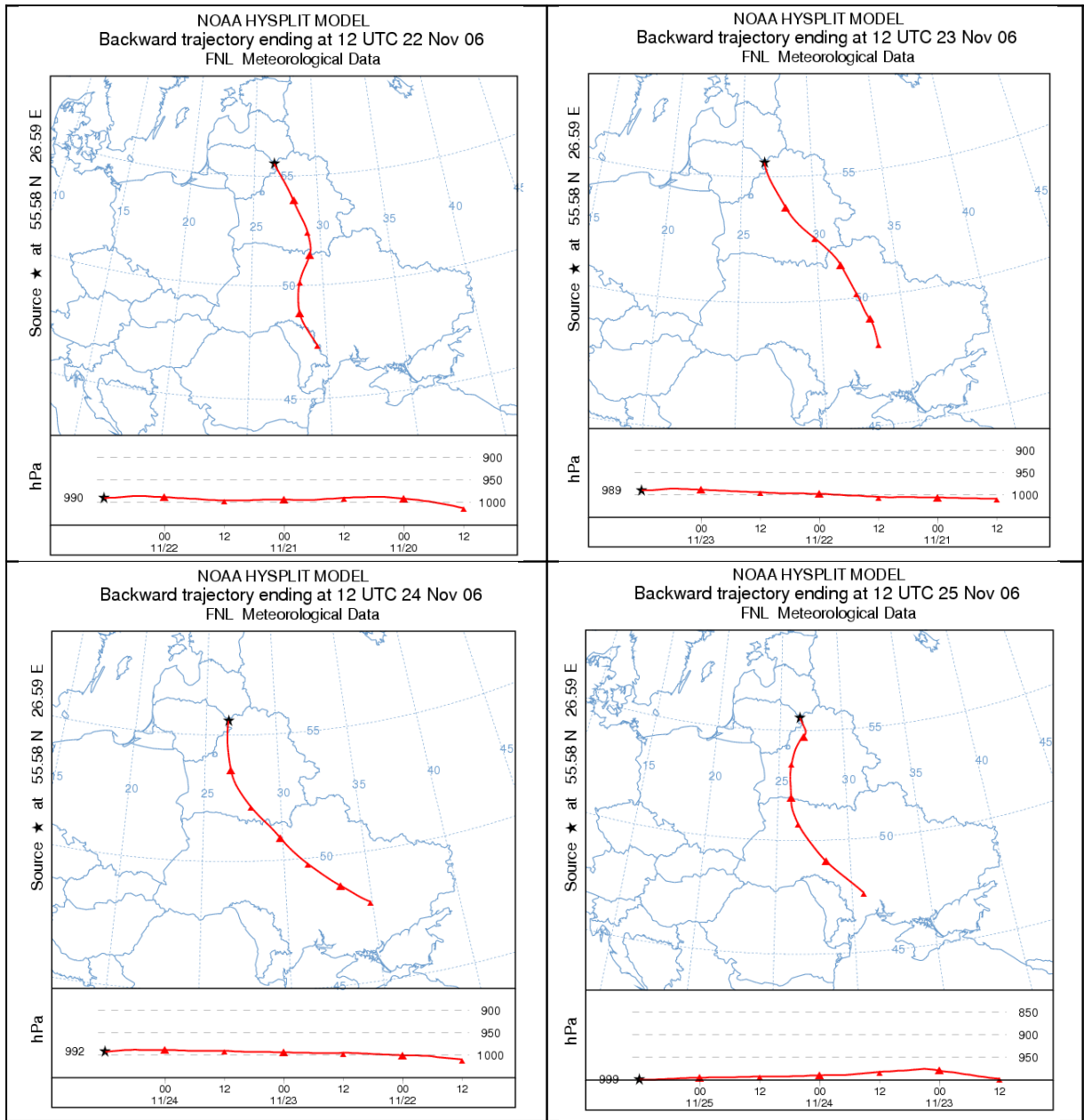
Padidintos ^{137}Cs koncentracijos pažemio ore per pastaruosius metus buvo stebimos rugsejo – spalio mėn. ir atskirais atsitiktiniais laikotarpiais [1]. Viena iš priežasčių tokiems procesams yra antrinis ^{137}Cs patekimas į orą iš regionų užterštų po Černobylio avarijos. Šių metų rezultatas pilnai patvirtina šią prielaidą.

^{137}Cs koncentracijų šaltinio nustatymui naudojame oro masių pernešimo trajektorijų skaičiavimo modelį HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) [2] prieinamą Interneto naudotojui NOAA Oro resursų laboratorijos tinklapyje [3]. Buvo skaičiuotos oro masių pernašos atbulinės trajektorijos į Ignalinos AE rajoną (56.55 N ir 26.57 E) per 72 valandas 2006 11 18 – 25 laikotarpiu.

Šiam laikotarpiui atlikti 8 atgalinių oro pernašos trajektorijų skaičiavimai koncentruotai pateikti paveikslėliuose 2, 3.



2 pav. Į Ignalinos rajoną atneštų oro masių trajektorija pasiekusi matavimo stotį 2006-11-18,19,20, 21 dienomis 15:00 (12:00 UTC- laikas pagal Grinvičą)



3 pav. Į Ignalinos rajoną atneštų oro masių trajektorija pasiekusi matavimo stotį 2006-11-22,23,24, 25 dienomis 15:00 (12:00 UTC- laikas pagal Grinvičą)

Kaip matyti iš paveikslėlių praktiškai per visą bandinio rinkimo laikotarpį oro masių pernašos pobūdis beveik nekito ir buvo palankus ^{137}Cs atnešimui iš rajonų užterštų po Černobylio avarijos. Tikėtina, kad reigstruojamas radionuklidas į filtrą pateko iš ^{137}Cs užterštų rajonų po antrinio jo patekimo į orą.

Rezultatas patvirtina ankščiau stebėtus, pateiktus ir 2005 bei 2006 m. ataskaitose “Radioekologinis monitoringas Ignalinos AE poveikio zonoje” faktus ir išvadą, kad praėjus virš 20 metų po avarijos (^{137}Cs skilimo pusperiodis 30 metų) rajonai užteršti po Černobylio avarijos yra realus, registruojamas Lietuvos teritorijoje, ^{137}Cs taršos šaltinis.

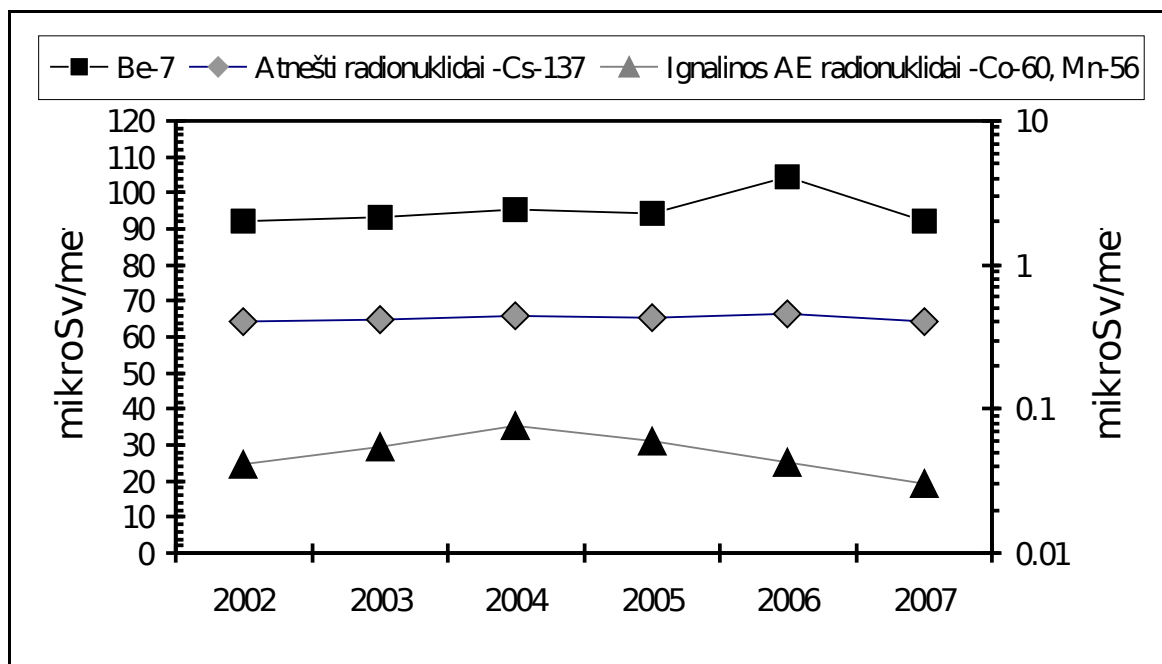
III. Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės Ignalinos AE aplinkoje

Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės branduolinių įrenginių aplinkoje yra pagrindinis saugaus jų darbo kriterijus. Ignalinos AE aplinkoje gyventojams normuojamas ribinis dozės dydžio priedas 0,2 miliSv/metai [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.

Žinoma, kad pagrindinę dozės dalį AE aplinkoje įneša trumpaamžių inertinių dujų radionuklidų išlekiančių per kamina spinduliuavimas [6]. Dozimetais šis priedas praktiškai yra neišmatuojamas. Metines jonizuojančiosios spinduliuotės dozes sąlygotas inertinių dujų radionuklidų spinduliuavimo galima įvertinti tik tai turint pakankamai pilnus meteorologinius duomenis ir nuosekliai valanda po valandos, para po paros atliekant išlekiančių iš AE kamino radionuklidų pasiskirstymo pažemio ore skaičiavimus. Labai didelę pagalbą radioekologinio monitoringo darbe galima būtų gauti įsigijus ksenono ekstrakcijos iš oro ir automatinės radioizotopų - $^{131\text{m}}\text{Xe}$, $^{133\text{m}}\text{Xe}$, ^{133}Xe ir ^{135}Xe spinduliuavimo registracijos kas 12 val įrenginį SPALAX™ [7]. Orientacinė įrenginio kaina 300 000 EUR.

Vieną 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. Tam taikoma kompiuterinė programa INTERRAS [8]. Programa panaudota radionuklidų atneštų į regioną iš globalinių šaltinių – ^{137}Cs , kosmogeninio ^7Be ir radionuklidų patenkančių į pažemio orą iš Ignalinos AE - ^{60}Co ^{54}Mn spinduliuavimo 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 [9]. Skaičiavimams naudotos vidutinės metinės koncentracijos ore gautos aritmetiškai vidurkinant matavimų reikšmes. Atskirų radionuklidų spinduliavimo dozės sumuotos. 2007 metais gauti rezultatai pateikti piešinyje, pratesiant ankstesnėse ataskaitose naudotą laiko skalę. (4 pav.).



4 pav. Metinės ore registruotų radionuklidų spinduliavimo dozės Ignalinos AE aplinkoje (^7Be spinduliavimo metinė dozė kairėje skalėje, ^{137}Cs bei ^{60}Co ir ^{54}Mn – dešinėje logaritminėje skalėje)

Kosmogeninio ^7Be spinduliavimo metinė dozė svyruoja 0,08-0,11 miliSv/metai intervale. Per stebėjimo laikotarpį regiono ore aptinkamo dalijimosi produkto ^{137}Cs spinduliavimo dozė pastaraisiais metais svyruoja 0,4-0,5 mikroSv/metai intervale. Ši dozė dabar apie 100 kartų mažesnė nei kosmogeninio ^7Be spinduliavimo dozė. Ignalinos AE pagamintų radionuklidų ^{60}Co ir ^{54}Mn aptinkamų ore spinduliavimo dozė dar mažesnė ir svyruoja intervale 0,05-0,07 mikroSv/metai. Paveikslėlyje atspindimos ore pernešamų radionuklidų jonizuojančiosios spinduliuotės dozės yra išorinės apšvitos dozės gyventojams sudėtinė dalis.

Išvados

1. 2007 metais Ignalinos AE aplinkos pažemio oro aerozoliuose didžiausios koncentracijos buvo kosmogeninio ^7Be . Globaliai pasiskirsčiusio ^{137}Cs koncentracijos svyravo $0,1 \div 3,0$ mikroBq/m³ intervale. 2006 11 18 - 25 laikotarpiu stebėta ^{137}Cs 7.7 mikroBq/m³ aktyvumo koncentracija. Skaičiuojant virš Ignalinos AE praeinančių oro masių trajektorijas, nustatyta, kad šiuo atveju ^{137}Cs galėjo būti atneštas su oro masėmis iš Černobylio AE avarijos metu radionuklidais užterštų rajonų.
2. Atliktas jonizuojančiosios spinduliuotės dozės skaičiavimas, panaudojant radioekologinio monitoringo Ignalinos AE aplinkoje gautus radionuklidų atneštų į regioną iš globalinių šaltinių, kosmogeninio ^7Be ir radionuklidų patenkančių į pažemio orą iš Ignalinos AE koncentracijų ore duomenis. Parodyta, kad stebimos iš Ignalinos AE išlekiančių radionuklidų jonizuojančiojo spinduliavimo dozės apie 1000 kartų mažesnės už norminiais aktais reglamentuotą leistiną jonizuojančiosios spinduliuotės dozės gyventojams ribą metams ~5 mSv.

Literatūra

1. R. Jasiulionis, A. Rožkov, ^{137}Cs activity concentration in the ground-level air in the Ignalina NPP region, Lithuanian Journal of Physics, 2007, vol. 47(2), 195-202
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. Jasiulionis R. and Arlauskaite L. Modeling of ^7Be and ^{22}Na concentration distribution in the atmosphere, Environmental and Chemical Physics, 1999, 21, No2, Vilnius, 22-26
5. Lietuvos higienos norma HN73: 1997 "Pagrindinės radiacinės saugos normos", Vilnius, 1998
6. R. Jasiulionis, Atmospheric Dispersion Modelling for Determination of Accidental Admixture Emission in Boundary Air Layer, Environmental Physics, 1998, 20 No 1 p.27-32
7. J.-P. Fontaine, F. Pointurier, X. Blanchard and T.Taffary, Atmospheric xenon radioactive isotope monitoring, Journal of Environmental Radioactivity, Volume 72, Issues 1-2, 2004, Pages 129-135
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

Priedas

Kompiuterinėje laikmenoje (diskelyje):

1. Pilna ataskaita – 2007ataskaita.doc (799 KB)
2. Santrauka – 2007santrauka.doc (25 KB)
3. Pilni pirminiai duomenys – Tabletes3022-xxx.xls (573 KB)