

Tvirtinu  
Fizikos Instituto direktorius

Prof., dr. Vidmantas Remeikis

2009 m. gruodžio mėn. 10 d.

**MOKSLINIO TYRIMO DARBO**

ataskaita

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

2009 m. gegužės mėn. 13 d. sutartis Nr. 4F09-36

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

Temos vadovas dr. R.Jasiulionis  
A. Rožkov  
A. Eidukaitis

Vilnius, 2009

## Turinys

Santrauka .....	3
Įvadas.....	4
I. Metodika .....	4
II. Rezultatai .....	5
III. Rezultatų aptarimas.....	..8
IV. Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės Ignalinos AE aplinkoje .....	12
V. Išvados.....	14
VI. Siūlymai radioekologinio monitoringo Ignalinos AE aplinkoje gerinimui	15
Literatūra.....	15
Priedas.....	16

## Santrauka

Ataskaita už radioekologinio monitoringo Ignalinos AE aplinkoje matavimus 2009 metais. Matavimai atlikti Fizikos instituto Ignalinos radioekologinio monitoringo stotyje. Pateikiami radionuklidų koncentracijų ore Ignalinos AE poveikio zonoje matavimo rezultatai. Gauta technogeninio  $^{137}\text{Cs}$ , bei kosmogeninio  $^7\text{Be}$  aktyvumo koncentracijų ore eiga nuo 2008 m lapkričio mėn. 22 d. iki 2009 m lapkričio mėn. 11 d. Ignalinos AE emituoto  $^{60}\text{Co}$  spinduliavimas registruotas  $^{15}\text{O}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  – šešiuose bandiniuose.

Maksimali  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija  $6.6 \text{ mikroBq/m}^3$  ore stebėta dviem atvejais 2009.02.03 – 02.11 ir 2009.02.20 – 02.26 laikotarpiais. Šiais laikotarpiais registruota  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija vertinta, kaip šuoliškas  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijų padidėjimas. Skaičiuojant per šiuos laikotarpius virš Ignalinos AE praeinančių oro masių trajektorijas, nustatyta, kad atskiromis pirmojo laikotarpio dienomis oro pernašos pobūdis buvo palankus  $^{137}\text{Cs}$  pernešimui iš Černobylio AE avarijos metu radionuklidais užterštų rajonų. Antrojo laikotarpio metu buvo stebima oro masių pernaša iš pietvakarių ir vakarų, kur žinomų  $^{137}\text{Cs}$  šaltinių nėra.

Matavimo duomenys panaudoti jonizuojančiosios spinduliuotės metinių dozių įvertinimui. Su Ignalinos AE išlėkomis patekusių į pažemio orą  $^{60}\text{Co}$  ir  $^{54}\text{Mn}$  spinduliavimo metinė dozė gauta apie dešimtį kartų mažesnė nei technogeninio  $^{137}\text{Cs}$  ir apie 10 tūkstančių kartų mažesnė nei kosmogeninio  $^7\text{Be}$  spinduliavimo metinė dozė.

Ataskaitos apimtis 16 puslapių, 1 lentelė, 5 paveikslėliai, 10 literatūros šaltinių, įvadas, išvados, trys skyriai.

## **Ivadas**

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 aerolyje) indėlio apšvitos dozei AE aplinkoje įvertinimas. Matavimo metodika tai didelių oro tūrių siurbimas per aerolyžių 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 aktyvumo koncentracijas ore.

## **I. Metodika**

Oro aerolyžių 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 m<sup>3</sup>/val.

Fizikos instituto Ignalinos radioekologinio monitoringo stoties nuolatinio aerolyžio dalelių rinkimo įranga sumontuota vietoje, kuri yra palankiausia radionuklidų patekimui iš atominės elektrinės į pažemio oro sluoksnį. Stotyje gamtinių ir dirbtinės kilmės radionuklidų aktyvumo koncentracijos ore matuojamos nuo 1978 metų. Šiuo metu tai Aplikos apsaugos ministerijos kuruojamo radioekologinio monitoringo Ignalinos AE poveikio zonoje vienintelė dalis, kur eksperimentiškai registruojami Ignalinos AE pagaminti radionuklidai. Stotyje AE fakelas pasiekia žemės paviršių ir elektrinės pagamintų bei išleidžiamų per 150 m aukščio kaminą radionuklidų koncentracija ore dvigubėja. Vėjo kryptis 16 % atvejų sutampa su pernešimo iš elektrinės kryptimi (1 pav.).

Aerolyžio filtrai keičiami kas savaitę. Jie presuojami į tabletes ir matuojamas bandinių gama spektras. Energetiniai gama spinduliavimo spektrai matuojami, naudojant skystu azotu šaldomą, geroje apsaugoje nuo išorinių spindulių esantį, puslaidinikinį gama spektrometrą.



1 pav. Fizikos instituto stoties ir Ignalinos AE išsidėstymo schema

Gama kvantų registracijos efektyvumo priklausomybė nuo standartinės geometrijos tabletės aukščio gauta patikros matavimų pagrindu. Spektrometro patikrai naudoti Valstybinės metrologijos tarnybos Vilniaus metrologijos centro etaloniniai birūs  $^{40}\text{K}$  ir  $^{137}\text{Cs}$  spec.  $\gamma$ -šaltiniai. Patikra parodė gama kvantų registracijos efektyvumo sutapimą su pateiktų šaltinių registracijos efektyvumu statistinės paklaidos ribose. Bandiniuose su  $0,1$  mikroBq/m<sup>3</sup> 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

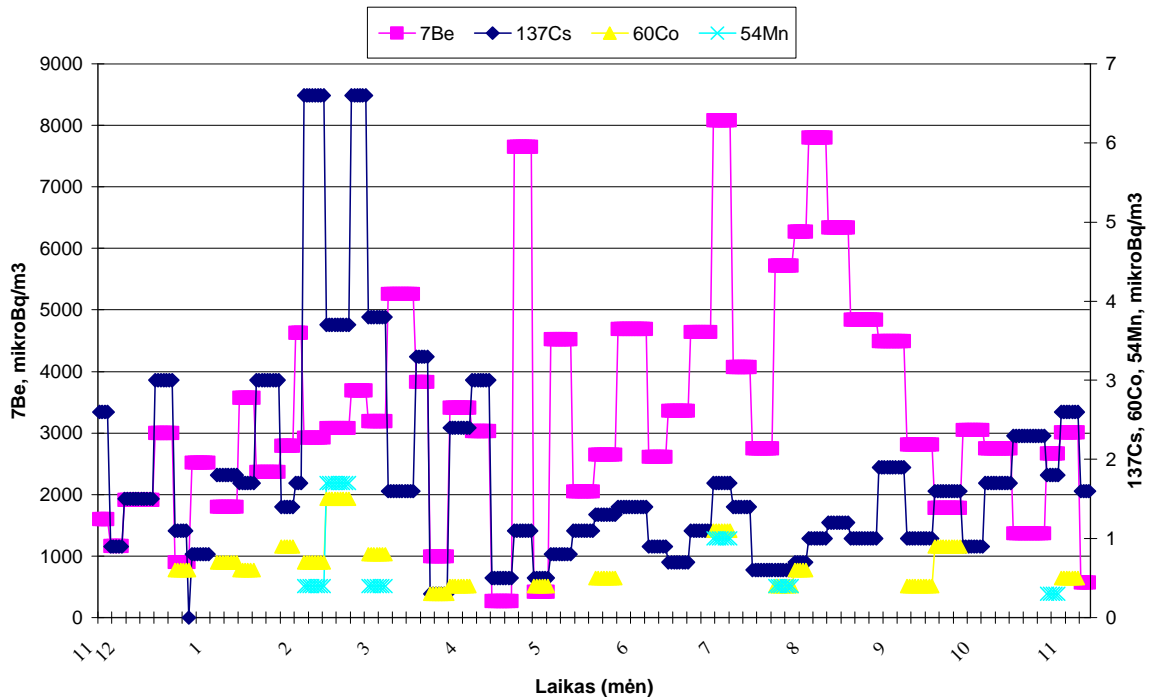
Laikotarpiu nuo 2008 m lapkričio mėn. 22 d. iki 2009 m lapkričio mėn. 11 d. vykdyti nuolatiniai radionuklidų koncentracijų ore matavimai Ignalinos AE aplinkoje.

Radionuklidų aktyvumo koncentracijos ore reikšmės 2008 - 2009 metais pateiktos 1 lentelėje ir grafiškai 2 pav. Lentelėje pateiktos filtrų keitimo datos žymi vieno bandinio ekspozicijos pabaigą ir kito pradžia, reikšmės  $< 0,1$  rodo koncentracijas mažesnes nei registracijos riba –  $0,1$  mikroBq/m<sup>3</sup>.

1 lentelė

Nr.	Nr. kataloge	Ėmimo intervalas	<sup>7</sup> Be, $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	<sup>137</sup> Cs, $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	<sup>60</sup> Co, $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	<sup>54</sup> Mn, $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
1	3105	2008. 11. 22 – 11. 26	1600	2.6	< 0.1	< 0.1
2	3106	2008. 11. 26 – 12. 02	1160	0.9	< 0.1	< 0.1
3	3107	2008. 12. 02 – 12. 13	1910	1.5	< 0.1	< 0.1
4	3108	2008. 12. 13 – 12. 20	3000	3.0	< 0.1	< 0.1
5	3109	2008. 12. 20 – 12. 26	900	1.1	0.6	< 0.1
6	3110	2008. 12. 26 – 01. 02	2520	0.8	< 0.1	< 0.1
7	3111	2009. 01. 04 – 01. 11	1800	1.8	0.7	< 0.1
8	3112	2009. 01. 11 – 01. 17	3570	1.7	0.6	< 0.1
9	3113	2009. 01. 17 – 01. 26	2370	3.0	< 0.1	< 0.1
10	3114	2009. 01. 26 – 01. 31	2790	1.4	0.9	< 0.1
11	3115	2009. 01. 31 – 02. 03	4630	1.7	< 0.1	< 0.1
12	3116	2009. 02. 03 – 02. 11	2920	6.6	0.7	0.4
13	3117	2009. 02. 11 – 02. 20	3080	3.7	1.5	1.7
14	3118	2009. 02. 20 – 02. 26	3690	6.6	< 0.1	< 0.1
15	3119	2009. 02. 26 – 03. 05	3190	3.8	0.8	0.4
16	3120	2009. 03. 05 – 03. 15	5260	1.6	< 0.1	< 0.1
17	3121	2009. 03. 15 – 03. 20	3830	3.3	< 0.1	< 0.1
18	3122	2009. 03. 20 – 03. 27	990	0.3	0.3	< 0.1
19	3123	2009. 03. 27 – 04. 04	3410	2.4	0.4	< 0.1
20	3124	2009. 04. 04 – 04. 11	3030	3.0	< 0.1	< 0.1
21	3125	2009. 04. 11 – 04. 19	270	0.5	< 0.1	< 0.1
22	3126	2009. 04. 19 – 04. 26	7650	1.1	< 0.1	< 0.1
23	3127	2009. 04. 26 – 05. 02	420	0.5	0.4	< 0.1
24	3128	2009. 05. 02 – 05. 10	4520	0.8	< 0.1	< 0.1
25	3129	2009. 05. 10 – 05. 18	2050	1.1	< 0.1	< 0.1
26	3130	2009. 05. 18 – 05. 26	2650	1.3	0.5	< 0.1
27	3131	2009. 05. 26 – 06. 06	4690	1.4	< 0.1	< 0.1
28	3132	2009. 06. 06 – 06. 13	2610	0.9	< 0.1	< 0.1
29	3133	2009. 06. 13 – 06. 21	3360	0.7	< 0.1	< 0.1
30	3134	2009. 06. 21 – 06. 29	4640	1.1	< 0.1	< 0.1
31	3135	2009. 06. 29 – 07. 06	8080	1.7	1.1	1.0
32	3136	2009. 07. 06 – 07. 13	4070	1.4	< 0.1	< 0.1
33	3137	2009. 07. 13 – 07. 21	2750	0.6	< 0.1	< 0.1
34	3138	2009. 07. 21 – 07. 28	5720	0.6	0.4	0.4
35	3139	2009. 07. 28 – 08. 02	6270	0.7	0.6	< 0.1
36	3140	2009. 08. 02 – 08. 09	7800	1.0	< 0.1	< 0.1
37	3141	2009. 08. 09 – 08. 17	6340	1.2	< 0.1	< 0.1
38	3142	2009. 08. 17 – 08. 27	4840	1.0	< 0.1	< 0.1
39	3143	2009. 08. 27 – 09. 06	4490	1.9	< 0.1	< 0.1
40	3144	2009. 09. 06 – 09. 16	2810	1.0	0.4	< 0.1
41	3145	2009. 09. 16 – 09. 26	1780	1.6	0.9	< 0.1
42	3146	2009. 09. 26 – 10. 04	3050	0.9	< 0.1	< 0.1
43	3147	2009. 10. 04 – 10. 14	2750	1.7	< 0.1	< 0.1
44	3148	2009. 10. 14 – 10. 26	1370	2.3	< 0.1	< 0.1

45	3149	2009. 10. 26 – 10. 31	2670	1.8	< 0.1	0.3
46	3150	2009. 10. 31 – 11. 07	3010	2.6	0.5	< 0.1
47	3151	2009. 11. 07 – 11. 11	570	1.6	< 0.1	< 0.1



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

Rezultatai rodo, kad išlieka paskutiniiais metais susiklosčiusios tendencijos. Ore didžiausios yra kosmogeninio  $^7\text{Be}$  aktyvumo koncentracijos.  $^7\text{Be}$  aktyvumo koncentracijos ore svyravo  $270 \div 8080$   $\text{mikroBq}/\text{m}^3$  ribose.  $^7\text{Be}$  aktyvumo koncentracijos ore metinė eiga turi ypatumų, lyginant su ankstesniaisiais metais. Tikriausiai tai galima paaiškinti atmosferos cirkuliacijos pobūdžio kitimu dėl bendro klimato atšilimo. Tokių ryšių paieška reikalauja specializuotų studijų.

Daugumoje oro aerozolių bandinių registruojamas  $^{137}\text{Cs}$  dukterinio  $^{137}\text{Ba}$  spinduliavimas. Išmatuotų  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijų ore vertės svyravo  $0,1 \div 6,6$   $\text{mikroBq}/\text{m}^3$  ribose. Maksimali  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija  $6,6$   $\text{mikroBq}/\text{m}^3$  ore stebėta dviem atvejais 2009.02.03 – 02.11 ir 2009.02.20 – 02.26 laikotarpiais. Šiais laikotarpiais registruota  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija vertinta, kaip šuoliškas  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijų padidėjimas, ir atlikti nešamų į Ignalinos rajoną oro masių trajektorijų skaičiavimai.

Ignalinos AE emituoto  $^{60}\text{Co}$  spinduliavimas registruotas 15, o  $^{54}\text{Mn}$  – šešiuose bandiniuose. Maksimalios  $^{60}\text{Co}$  ir  $^{54}\text{Mn}$  koncentracijos ore 1,5 ir 1,7 mikroBq/m<sup>3</sup> atitinkamai užregistruotos 2009.02.11 – 02.20 laikotarpiu.

### III. Rezultatų aptarimas

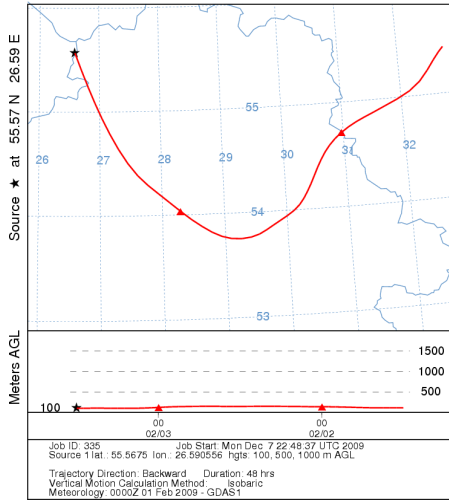
Padidintos  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijos pažemio ore per pastaruosius metus buvo stebimos rugsėjo – spalio mėn. ir atskirais atsitiktiniais laikotarpiais [1]. Viena iš priežasčių tokiems procesams yra antrinis  $^{137}\text{Cs}$  patekimas į orą iš regionų užterštų po Černobylio avarijos. Šių metų rezultatuose stebime padidintas  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijos pažemio ore žiemą vasario mėn. Maksimali  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija 6.6 mikroBq/m<sup>3</sup> ore stebėta dviem atvejais 2009.02.03 – 02.11 ir 2009.02.20 – 02.26 laikotarpiais. Šiais laikotarpiais registruota  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija vertinta, kaip šuoliškas  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijų padidėjimas..

$^{137}\text{Cs}$  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) 2009.02.03 – 02.11 ir 2009.02.20 – 02.26 laikotarpiais..

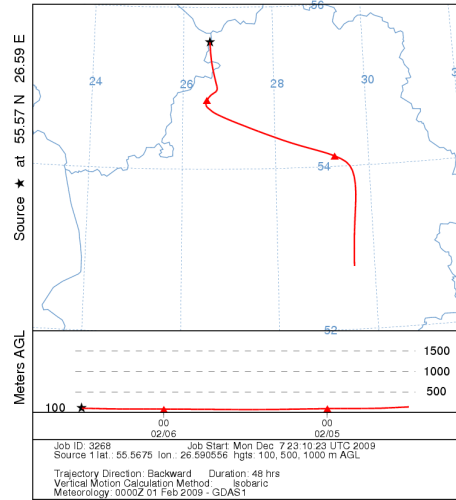
Šiam laikotarpiui atlikti 13 atgalinių oro pernašos trajektorijų skaičiavimai. Trijų skaičiavimų rezultatai, iliustruojantys pernašos pobūdį pateikti 3 ir 4 paveikslėliuose.



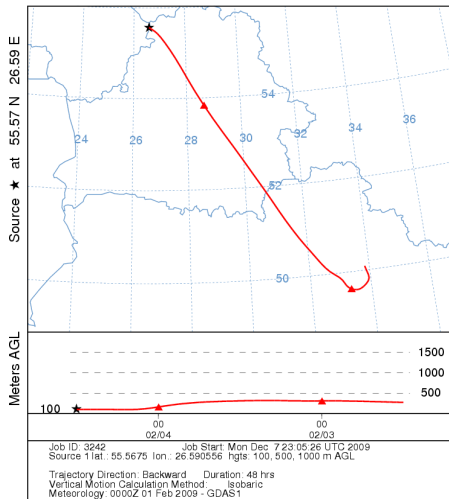
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 1200 UTC 03 Feb 09  
GDAS Meteorological Data



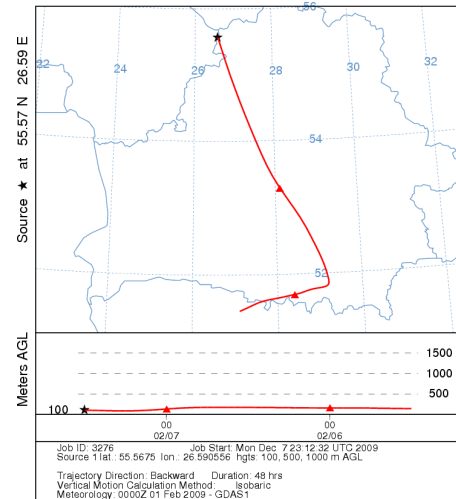
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 1200 UTC 06 Feb 09  
GDAS Meteorological Data



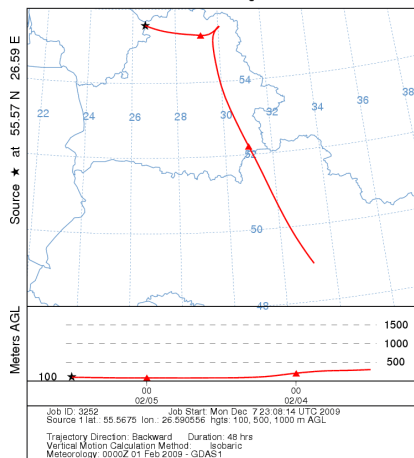
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 1200 UTC 04 Feb 09  
GDAS Meteorological Data



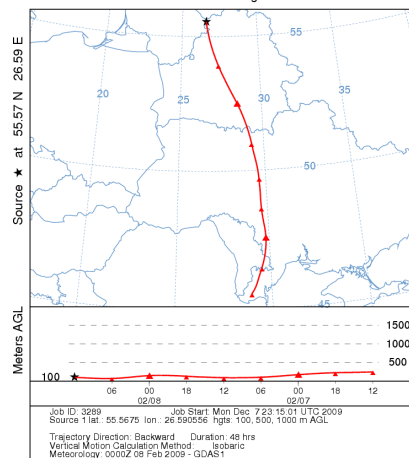
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 1200 UTC 07 Feb 09  
GDAS Meteorological Data

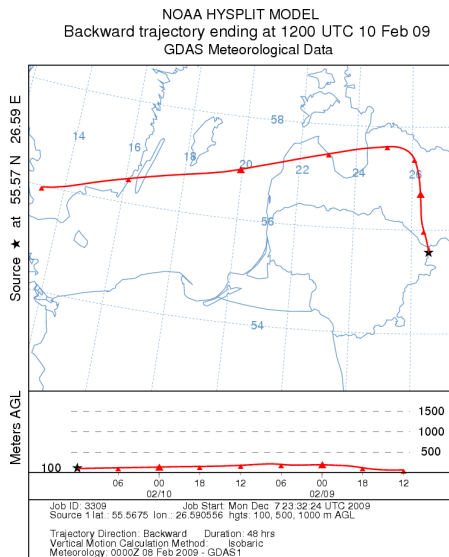
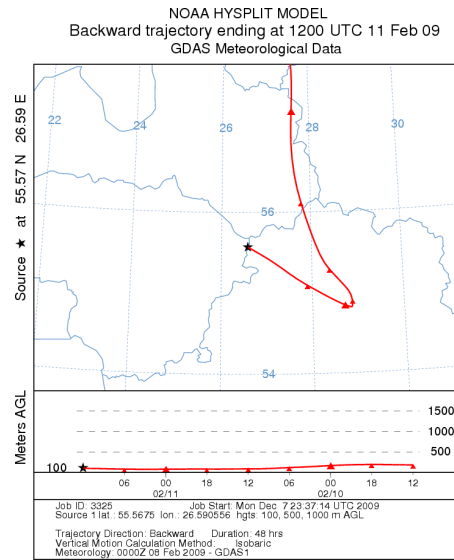
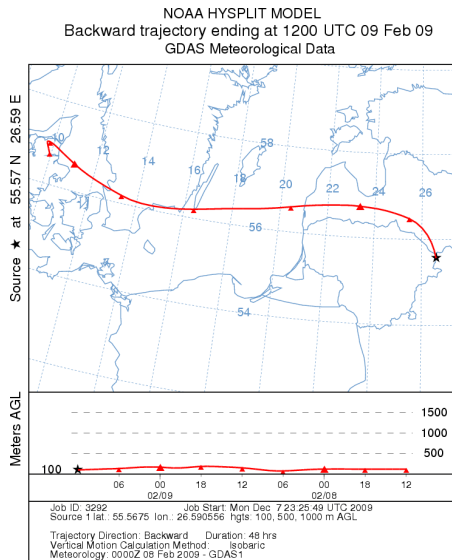


NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 1200 UTC 05 Feb 09  
GDAS Meteorological Data



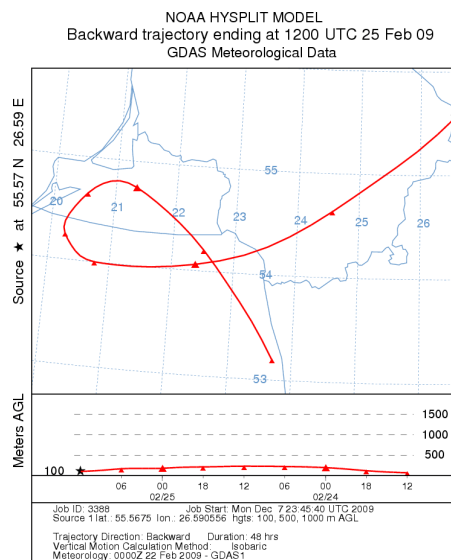
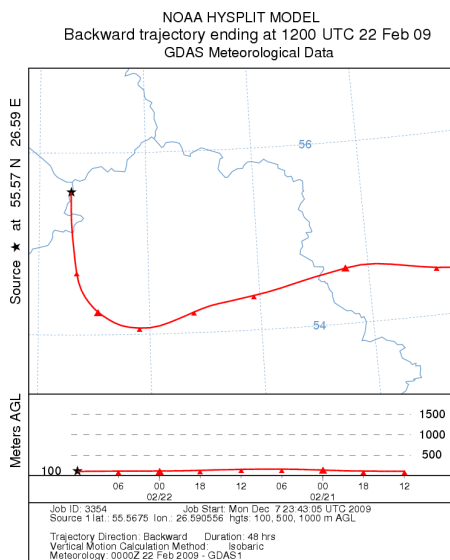
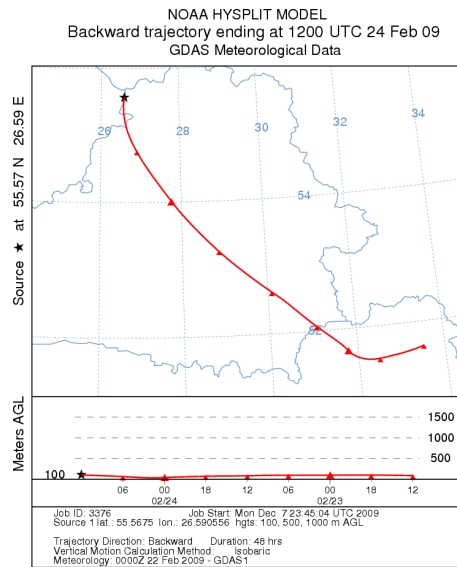
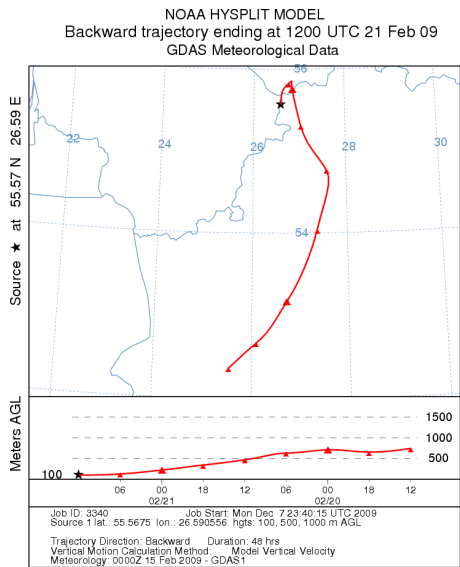
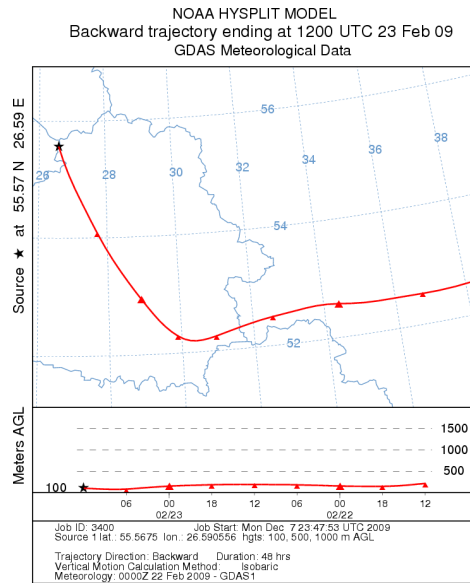
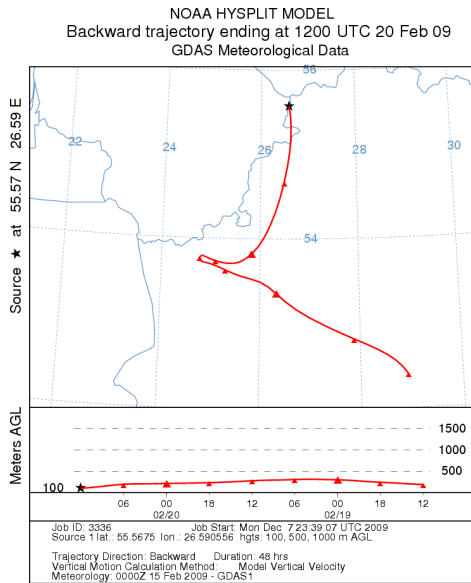
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 1200 UTC 08 Feb 09  
GDAS Meteorological Data

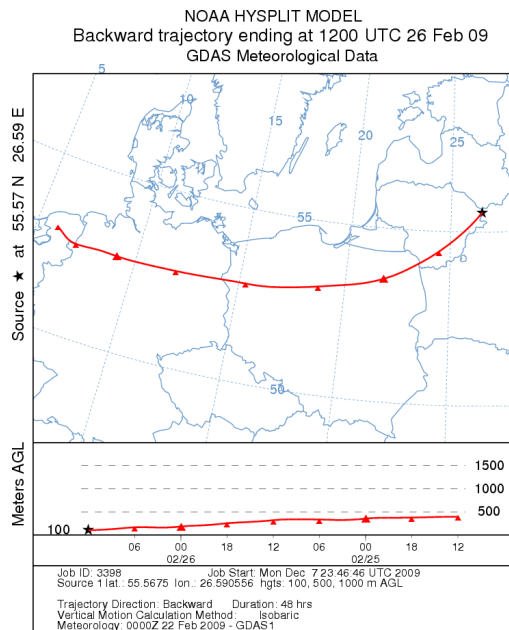




3 pav. Į Ignalinos rajoną atneštų oro masių pasiekusių matavimo stotį 2009 vasario 3 - 11 dienomis atgalinės trajektorijos

Kaip matyti iš paveikslėlių bandinio paėmimo laikotarpiu oro masių pernašos trajektorija ėjo per užterštas po Černobylio avarijos vietas, nors tikriausiai žiemos sąlygomis pagrindinis <sup>137</sup>Cs šaltinis galėjo būti Černobylio AE IV bloko sarkofagas.





4 pav. Į Ignalinos rajoną atneštų oro masių pasiekusių matavimo stotį 2009 vasario 20 - 25 dienomis atgalinės trajektorijos

Kaip matyti iš paveikslėlių bandinio paėmimo laikotarpiu oro masių pernašos trajektorijos ėjo iš vakarinių ir pietvakarinių sektorių, kur  $^{137}\text{Cs}$  šaltinis nežinomas. Tik tai trumpo laikotarpio metu vasario 21 dieną buvo galimas pernešimas iš Ignalinos AE į matavimo stotį.

#### IV. Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės Ignalinos AE aplinkoje

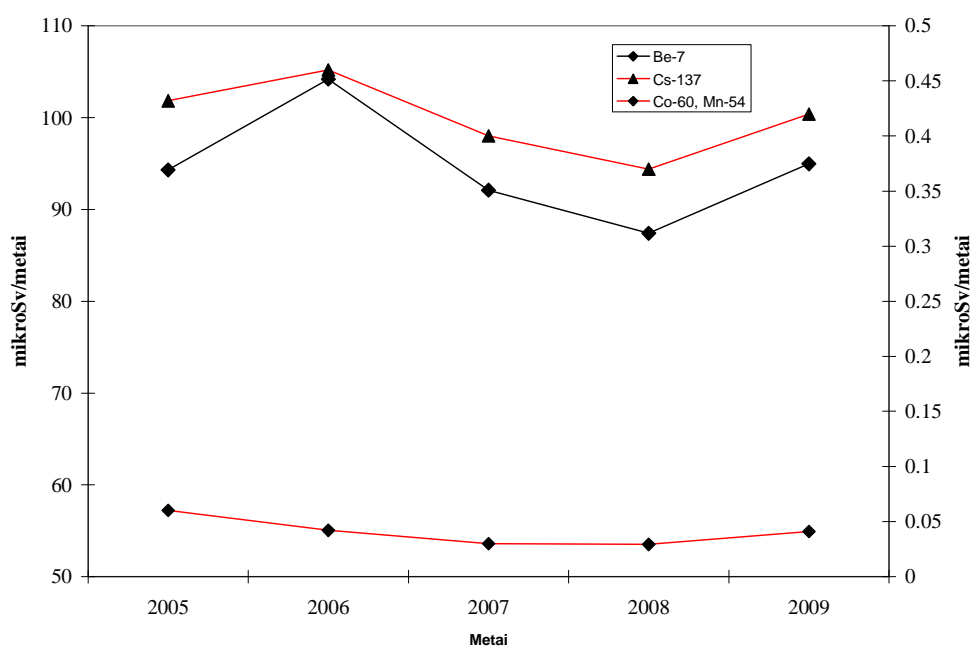
Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės branduolinių įrenginių aplinkoje yra pagrindinis saugaus jų darbo kriterijus. Ignalinos AE aplinkoje gyventojams normuojamas ribinis dozės dydžio priedas 0,2 miliSv/metai [5]. Laikoma, kad jei apsaugotas žmogus apsaugota ir gamta. Norma yra tokia, kad dėl elektrinės 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 kaminą spinduliavimas [6]. Dozimetrais šis priedas praktiškai yra neišmatuojamas.

Metines jonizuojančiosios spinduliuotės dozės, sąlygotas inertinių dujų radionuklidų spinduliavimo, galima įvertinti tikrai turint pakankamai pilnus meteorologinius duomenis ir nuosekliai valanda po valandos, para po paros atliekant išlekiančių iš AE kamino radionuklidų pasiskirstymo pažemio ore ir jų spinduliavimo dozės koeficientų skaičiavimus.

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. Tam taikoma kompiuterinė programa INTERRAS [7]. Programa panaudota radionuklidų atneštų į regioną iš globalinių šaltinių –  $^{137}\text{Cs}$ , kosmogeninio  $^7\text{Be}$  ir radionuklidų patenkančių į pažemio orą iš Ignalinos AE -  $^{60}\text{Co}$   $^{54}\text{Mn}$  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 [8]. Skaičiavimams naudotos vidutinės metinės koncentracijos ore gautos aritmetiškai vidurkinant matavimų reikšmes. Atskirų radionuklidų spinduliavimo dozės sumuotos. 2009 metais gauti rezultatai pateikti piešinyje, pratesiant ankstesnėse ataskaitose naudotą laiko skalę (5 pav.).



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

Kosmogeninio  $^7\text{Be}$  spinduliavimo metinė dozė svyruoja 0,08-0,11 miliSv/metai intervale. Per stebėjimo laikotarpį regiono ore aptinkamo  $^{137}\text{Cs}$  spinduliavimo dozė pastaraisiais metais svyruoja 0,4-0,5 mikroSv/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 0,04-0,05 mikroSv/metai. Paveikslėlyje atspindimos ore pernešamų radionuklidų jonizuojančiosios spinduliuotės dozės yra išorinės apšvitos dozės gyventojams sudėtinė dalis.

Matyti, kad palankiausioje radionuklidų patekimui iš atominės elektrinės į pažemio oro sluoksnį vietoje, remiantis eksperimentiniais duomenimis, apšvita nuo Ignalinos AE išmetamų radionuklidų pradiniu jos darbo metu sudarė apie 1 procentą, o paskutiniaisiais darbo metais tesudaro 0,04 mikroSv per metus. Tai tūkstantoji dalis nuo kosmogeninio  $^7\text{Be}$  spinduliavimo apšvitos. Įvertinant inertinių dujų radionuklidų išmetamų per Ignalinos AE kaminą spinduliuojimą ir sumuojant per metus susidarancius AE fakelo pernešimo atvejus į minėtą matavimo tašką galima laukti 1 mikroSv priedo prie gamtinių radionuklidų spinduliavimo metinės dozės.

## V. Išvados

2008-2009 metais Ignalinos AE aplinkos pažemio oro aerozoliuose didžiausios koncentracijos buvo kosmogeninio  $^7\text{Be}$ . Globaliai pasiskirsčiusio  $^{137}\text{Cs}$  koncentracijos svyravo 0,1 ÷ 6,6 mikroBq/m<sup>3</sup> intervale. Maksimali  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija 6.6 mikroBq/m<sup>3</sup> ore stebėta dviem atvejais 2009.02.03 – 02.11 ir 2009.02.20 – 02.26 laikotarpiais. Skaičiuojant virš Ignalinos AE praeinančių oro masių trajektorijas, nustatyta, kad pirmu atveju  $^{137}\text{Cs}$  galėjo būti atneštas su oro masėmis iš Černobylio AE avarijos metu radionuklidais užterštų rajonų, antru atveju turėjo būti nežinomas šaltinis arba dėl unikalių meteosąlygų į bandinių paėmimo tašką galėjo patekti iš Ignalinos AE išmestas  $^{137}\text{Cs}$ .

Atliktas jonizuojančiosios spinduliuotės dozės skaičiavimas, panaudojant gautus  $^{137}\text{Cs}$  atnešto į regioną iš globalinių šaltinių, kosmogeninio  $^7\text{Be}$  ir  $^{60}\text{Co}$  bei  $^{54}\text{Mn}$  patenkančių į pažemio orą iš Ignalinos AE koncentracijų ore duomenis. Parodyta, kad paskutiniaisiais Ignalinos AE darbo metais stebimos iš Ignalinos AE išlekiančių

radionuklidų jonizuojančiojo spinduliavimo dozės aplinkoje apie 10000 kartų mažesnės už norminiais aktais reglamentuotą leistiną jonizuojančiosios spinduliuotės dozės gyventojams ribą metams ~5 mSv.

## **VI. Siūlymai radioekologinio monitoringo Ignalinos AE aplinkoje gerinimui**

Fizikos instituto stotyje esančioje 3,5 km į pietryčius nuo Ignalinos AE paskutinių jos darbo metų laikotarpiu nuo 2008 m lapkričio mėn. 22 d. iki 2009 m lapkričio mėn. 11 d. atominėje elektrinėje pagaminto  $^{60}\text{Co}$  spinduliavimas registruotas 15 savaitinių oro aerozolio ėminių. Tai vieninteliai AE išmetamų radionuklidų matavimai ore ir yra neginčijamas būtinumo tęsti matavimus šiame taške ir 2011-2016 metų laikotarpiu argumentas. Dvigubai didinant darbo apimtį, vertėtų imti du mėginius į savaitę. Viso apie 100 ėminių į metus. Trigubinant darbo apimtį vertėtų skaičiuoti radionuklidų aktyvumo koncentracijų pasiskirstymus AE regione zonoje iki 30 km pagal radionuklidų koncentracijų išlėkose matavimus ir atstатыtos meteorologinės stoties automatiškai registruojančios vėjo kryptį ir greitį 10 m aukštyje ir temperatūrą 2 m ir 35 m aukščiuose. Skaičiavimų rezultatų sulyginimas su matavimų nors vienam taške atskirais laikotarpiais rezultatais ir visų rezultatų sumavimas metams sudarytų galimybę turėti eksperimentu pagrįstą jonizuojančiosios spinduliuotės metinės dozės pasiskirstymą 30 km zonoje [9]. Skaičiavimams galima naudoti ir archyviniiu HYSPLIT meteoduomenis [3].

Žinoma, kad pagrindinę dozės dalį AE aplinkoje įneša trumpaamžių inertinių dujų radionuklidų išlekiančių per kaminą spinduliavimas. Dozimetais šis priedas praktiškai yra neišmatuojamas. Labai didelę pagalbą radioekologinio monitoringo darbe galima būtų gauti įsigijus ksenono ekstrakcijos iš oro ir automatinės radioizotopų -  $^{131\text{m}}\text{Xe}$ ,  $^{133\text{m}}\text{Xe}$ ,  $^{133}\text{Xe}$  ir  $^{135}\text{Xe}$  spinduliavimo registracijos kas 12 val įrenginį SPALAX<sup>TM</sup> [10]. Orientacinė įrenginio kaina 450 000 EUR.

## **Literatūra**

1. R. Jasiulionis, A. Rožkov,  $^{137}\text{Cs}$  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 Arlauskaitė L. Modeling of  $^7\text{Be}$  and  $^{22}\text{Na}$  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. INTERRAS, International Radiological Assessment System, version 1.2, IAEA, Vienna, (1997)
8. Jasiulionis R. Jonizuojančiosios spinduliuotės dozės Lietuvoje po Černobylio avarijos, Sveikatos aplinka, priedas 3, 2000, 42-47
9. Jasiulionis R., Pernašos atmosferoje modelių, naudojamų Ignalinos AE aplinkoje, įvertinimas, Sveikatos mokslai, Nr 2, tomas 14, Vilnius 2004, 34-38
10. 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

#### Priedas

##### Kompiuterinėje laikmenoje (diskelyje):

1. Pilna ataskaita – ataskaita2009last.doc
2. Santrauka – 2009santrauka.doc
3. Pilni pirminiai duomenys – Tabletės3105-3152 database.xls