



VĮ RADIOAKTYVIŲJŲ ATLIEKŲ TVARKYMO AGENTŪRA



**MAIŠIAGALOS RADIOAKTYVIŲJŲ ATLIEKŲ SAUGYKLOS  
APLINKOS MONITORINGO  
2008 METŲ ATASKAITA**

Parengė Gintautas Davainis	Smulkiųjų gamintojų radioaktyviųjų atliekų skyriaus specialistas		Data 2009.03.30
Suderino Algirdas Vaidotas	Direktorius pavaduotojas		Data 2009.03.30
Patvirtino Dainius Janėnas	Direktorius		Data 2009.03.30

VILNIUS

2009

## **Turinys**

Įvadas	3
1. Uždarytos Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos apibūdinimas	4
2. Gruntinio vandens slūgsojimo gylis ir pagrindinė tekėjimo kryptis	7
3. Tričio tūrinio aktyvumo kaita monitoringo gręžinių gruntiniame vandenyje	10
4. Tričio tūrinis aktyvumas grunto drėgmėje	17
5. Gama spinduliai grunte	18
6. Gama spinduliai, bendrasis beta ir bendrasis alfa aktyvumas gruntiniame vandenyje	19
7. Plutonio ir stroncio-90 gruntiniame vandenyje matavimo rezultatai	21
8. Radioanglies gruntiniame vandenyje matavimo rezultatai	22
9. Bioindikatorių monitoringas	22
10. Kitų parametrų matavimo rezultatai	23
10.1. Nuolatinis gruntinio vandens lygio, pH ir hidraulinio laidumo monitoringas	23
10.2. Nuolatinis gama spinduliuotės virš saugyklos stebėjimas	26
10.3. Nuolatinis radono monitoringas	27
10.4. Radono aktyvumo atvirame ore monitoringas dozimetriniais tikslais	28
10.5. Radono tūrinis aktyvumas ore	29
11. Dozių vertinimas 2008 metų rezultatų pagrindu	30
12. Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos radiacinės saugos būklės ilgalaikis vertinimas įrengus papildomus apsauginius inžinerinius barjerus	32
Išvados	37
Literatūra	39
Priedas Nr.1 Ėminių paėmimo suvestinė	42

## ***Ivadas***

VĮ Radioaktyviųjų atliekų tvarkymo agentūra (RATA) vykdė 2008 metų Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos (toliau – Maišiagalos saugykla) aplinkos monitoringą pagal programą (toliau – Programą), suderintą su įgaliotomis institucijomis ir patvirtintą 2006 metų gruodžio 1 d. RATA direktoriaus įsakymu Nr. V-32. Šis dokumentas yra patalpintas RATA internetiniame tinklapyje adresu <http://www.rata.lt/lt.php/maisiagala/>

Siekdama užtikrinti monitoringo duomenų patikimumą ir mokslinį pagrindimą, RATA sudarė sutartį su Fizikos instituto Branduolinio ir aplinkos radioaktyvumo tyrimų laboratorija, turinčia Aplinkos apsaugos agentūros išduotus leidimus Nr. 1AT-52 ir 1AT-110, leidžiančius atlikti taršos šaltinių, išmetančių į aplinką teršalus, tyrimus.

2008 metais buvo organizuota trylika ekspedicijų tirti uždarytos Maišiagalos saugyklos poveikį aplinkai; jos įvyko sausio 31, vasario 23, kovo 27, balandžio 2, balandžio 30, gegužės 10, birželio 9, liepos 3, rugpjūčio 22, rugsėjo 22, spalio 18, lapkričio 17 ir gruodžio 8 dienomis. Ekspedicijose dalyvavusių ir ėminių ėmusių darbuotojų sąrašas, ėminių ėmimo data, nurodyti priede Nr. 1. Ekspedicijų metu buvo renkami gruntinio vandens, grunto, biotos ėminiai. Programoje numatytuose taškuose, buvo nustatytas gruntinio vandens lygis stebėsenos gręžiniuose, atlikti dozimetriniai matavimai. Kai kurių radionuklidų analizei (plutonio,  $^{90}\text{Sr}$ ), atsižvelgiant į ankstesniais tyrimais nustatytą jų mažą tūrinį aktyvumą, buvo imami didesni gruntinio vandens kiekiai. Laboratorijoje mėginiai būdavo paruošiami spektrometriniams ir radiometriniams matavimams, kurie buvo atliekami mažo fono įranga, pagal atitinkamas procedūras, užtikrinant gaunamų rezultatų kokybę. Eksperimentinių duomenų pagrindu, panaudojant programą RESRAD-OFFSITE, ir atsižvelgiant į Lietuvos gyventojų mitybos ypatumus, atliktas dozių vertinimas, jeigu ūkinei žmogaus veiklai būtų naudojamas gruntinis vanduo iš netoli saugyklos įrengtų gręžinių.

## 1. Uždarytos Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos apibūdinimas

Maišiagalos saugykla įrengta Širvintų rajono Žaliosios girininkijos 53 kvartale, išlygintos smėlingos kalvos viršūnėje. Kietųjų radioaktyviųjų atliekų saugykla yra monolitinis gelžbetoninis rezervuaras, kurio matmenys  $5 \times 15 \times 3$  m. Saugyklos naudingas tūris yra  $200 \text{ m}^3$ . Saugykla įgilinta į žemę ir jos dugnas yra 3 m žemiau žemės paviršiaus. Nuo 1989 metų radioaktyviosios atliekos čia nebelaidojamos, o rezervuaras yra užkonservuotas. Prieš tai saugykloje buvo palaidota eilė radioaktyviųjų atliekų su technogeniniais ir gamtinės kilmės radionuklidais, iš kurių 1 GBq aktyvumą užkonservavimo momentui viršijo šie:  $^3\text{H}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{204}\text{Tl}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{147}\text{Pm}$ ,  $^{85}\text{Kr}$  ir  $^{36}\text{Cl}$ . Palaidotų radioaktyviųjų atliekų, kuriose esančių nuklidų pusėjimo trukmė didesnė negu 1 metai, aktyvumas, remiantis literatūros [1] duomenimis, pateiktas 1 lentelėje.

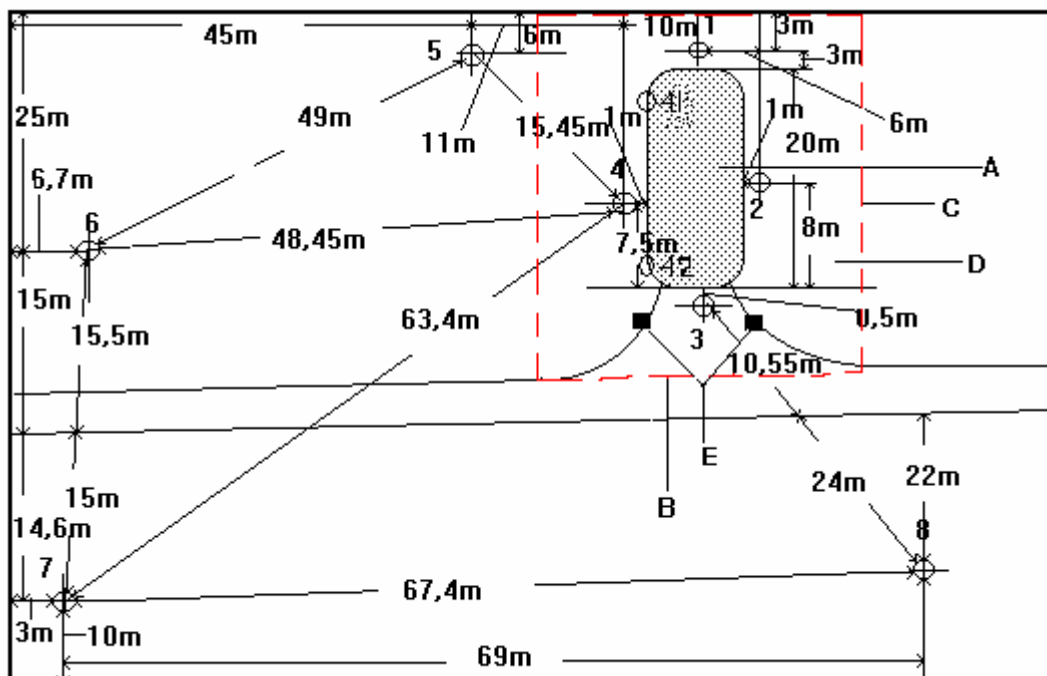
**1 lentelė.** Kai kurių radionuklidų aktyvumo sumažėjimas po saugyklos uždarymo 1989 metais. Pusėjimo trukmės paimtos iš [2].

Nuklidas	Pusėjimo trukmė, metai	Aktyvumas, Bq	
		1989 metai, vasaris	2008 metai, vasaris
$^3\text{H}$	12,33	$2,51 \cdot 10^{14}$	$8,63 \cdot 10^{13}$
$^{137}\text{Cs}$	30,07	$5,57 \cdot 10^{13}$	$3,59 \cdot 10^{13}$
$^{60}\text{Co}$	5,27	$7,21 \cdot 10^{12}$	$5,92 \cdot 10^{11}$
$^{204}\text{Tl}$	3,78	$6,77 \cdot 10^{12}$	$2,08 \cdot 10^{11}$
$^{239}\text{Pu}$	24110	$9,15 \cdot 10^{11}$	$9,15 \cdot 10^{11}$
$^{90}\text{Sr}$	28,84	$6,45 \cdot 10^{11}$	$4,09 \cdot 10^{11}$
$^{14}\text{C}$	5730	$1,77 \cdot 10^{11}$	$1,77 \cdot 10^{11}$
$^{226}\text{Ra}$	1600	$1,11 \cdot 10^{11}$	$1,10 \cdot 10^{11}$
$^{152}\text{Eu}$	13,54	$5,35 \cdot 10^{10}$	$2,02 \cdot 10^{10}$
$^{63}\text{Ni}$	100,1	$4,14 \cdot 10^{10}$	$3,63 \cdot 10^{10}$
$^{147}\text{Pm}$	2,62	$1,07 \cdot 10^{10}$	$7,02 \cdot 10^7$
$^{85}\text{Kr}$	10,76	$2,20 \cdot 10^9$	$6,47 \cdot 10^8$
$^{36}\text{Cl}$	3,01E5	$1,20 \cdot 10^9$	$1,20 \cdot 10^9$
$^{125}\text{Sb}$	2,76	$6,14 \cdot 10^8$	$5,20 \cdot 10^6$
$^{109}\text{Cd}$	1,27	$2,26 \cdot 10^8$	$7,09 \cdot 10^3$
$^{55}\text{Fe}$	2,73	$1,85 \cdot 10^8$	$1,49 \cdot 10^6$

<sup>22</sup> Na	2,60	$1,38 \cdot 10^8$	$8,71 \cdot 10^5$
<sup>238</sup> U	4,47E9	$4,31 \cdot 10^7$	$4,31 \cdot 10^7$
<sup>106</sup> Ru	1,02	$2,19 \cdot 10^7$	$5,41 \cdot 10^1$
<sup>133</sup> Ba	10,51	$4,10 \cdot 10^6$	$1,17 \cdot 10^6$
<sup>134</sup> Cs	2,06	$2,83 \cdot 10^6$	$4,73 \cdot 10^3$
<sup>207</sup> Pb	31,55	$6,72 \cdot 10^5$	$4,43 \cdot 10^5$
Iš viso		$3,23 \cdot 10^{14}$	$1,25 \cdot 10^{14}$

Saugyklos problema - radionuklidų sklidimas į aplinką gruntiniu vandeniu, tai gali sąlygoti aplinkos taršą. Kritulių vandens patekimas į saugyklos vidų yra pagrindinė radionuklidų migracijos priežastis. Įgyvendinus PHARE projektą buvo sukurti inžineriniai barjerai siekiant sulaikyti vandens patekimą į saugyklos vidų. Inžineriniai barjerai –tai dvi vandeniui nelaidžios membranos, paklotos ant saugyklos viršaus.

Radioaktyviųjų atliekų galimai migracijai iš kaupo kontroliuoti apie jį yra išgręžta 10 monitoringo gręžinių gruntinio vandens ėminiams paimti. Gręžinių vamzdžių viršus yra uždengtas. Gręžinių išdėstymo apie radioaktyviųjų atliekų kaupą schema pateikta 1Pav.



1 Pav. Saugykla ir gruntinio vandens gręžiniai: A - saugykla; B – asfaltuotas kelias; C – tvora; D – kontroliuojama zona; E – kontrolinio stebėjimo šuliniai; 1, 2,...8, 41, 42 – gręžinių numeriai.

2005 metais įrengti du gręžiniai, kiekvienas 0,5 m atstumu nuo kaupo sienos, jiems suteikti numeriai 41 ir 42. Gręžinys, kurio numeris 41, įrengtas tarp senųjų gręžinių Nr. 1 ir Nr. 4, o gręžinys Nr. 42 – tarp Nr. 4 ir Nr. 3 (1 Pav.). Kiekviename iš naujųjų gręžinių įrengta po du atskirus nepriklausomus vamzdžius: vienas vamzdis, kurio skersmuo apie 130 mm, remiasi į priemolio sluoksnį, prasidedantį maždaug 13,5 m gylyje nuo žemės paviršiaus, todėl į šį vamzdį pro filtrą patenka gruntinis vanduo iš apatinės vandeningojo sluoksnio dalies. Kitas, plonesnis, vamzdis yra pjezometrinis įrenginys, kurio skersmuo 30 mm, tačiau jis yra trumpesnis už pirmąjį vamzdį, todėl abiejuose gręžiniuose Nr. 41 ir Nr. 42 vanduo į pjezometrus patenka iš viršutinės grunto vandeningojo sluoksnio dalies. Siekiant atskirti mėginius, paimtus iš to paties gręžinio, bet skirtingų vandeningojo sluoksnio dalių, iš pjezometrų paimti mėginiai tričio ir kitų radionuklidų analizei koduojami 41p ir 42p, tuo tarpu mėginiai, paimti iš storųjų vamzdžių, paprastai žymimi 41 ir 42. Kai kuriose ataskaitos vietose, aprašant atliktus darbus, analizuojant rezultatus ar darant išvadas storieji vamzdžiai gali būti vadinami didžiaisiais gręžiniais, o pjezometriniai įrenginiai – mažaisiais.

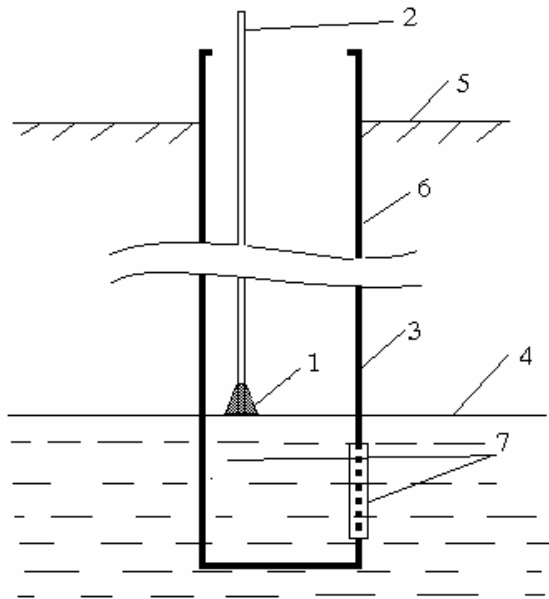
Vietų, iš kurių imti vandens mėginiai, koordinatės pateiktos 2 lentelėje.

**2 lentelė.** Vietų, iš kurių paimti vandens mėginiai, koordinatės

Eil. Nr.	Vietos pavadinimas	Gręžinio koordinatės	
		X koordinatė	Y koordinatė
1	Gręžinys Nr. 1	6084327,00	561605,00
2	Gręžinys Nr. 2	6084322,00	561591,00
3	Gręžinys Nr. 3	6084325,00	561580,00
4	Gręžinys Nr. 4	6084334,00	561590,00
5	Gręžinys Nr. 5	6084347,00	561598,00
6	Gręžinys Nr. 6	6084379,00	561571,00
7	Gręžinys Nr. 7	6084376,00	561541,00
8	Gręžinys Nr. 8	6084313,00	561551,00
9	Gręžinys Nr. 41-41p	6084331,00	561595,00
10	Gręžinys Nr. 42-42p	6084330,00	561587,00
11	Gręžinys Nr. PZ10	6084413,20	561636,20
12	Artezinis Gręžinys Nr.21803	6084003,00	561482,00

## 2. Gruntinio vandens slūgsojimo gylis ir pagrindinė tekėjimo kryptis

Procesams aeracijos zonoje tirti, pagal gruntinio vandens lygio matavimus, nustatoma gruntinio vandens pagrindinė tekėjimo kryptis [3-5]. Gruntinio vandens lygis nustatomas svambaline plūde, o atstumas nuo vamzdžio viršaus iki vandens paviršiaus matuojamas rulete [6]. Matavimo schema pateikta 2 Pav.

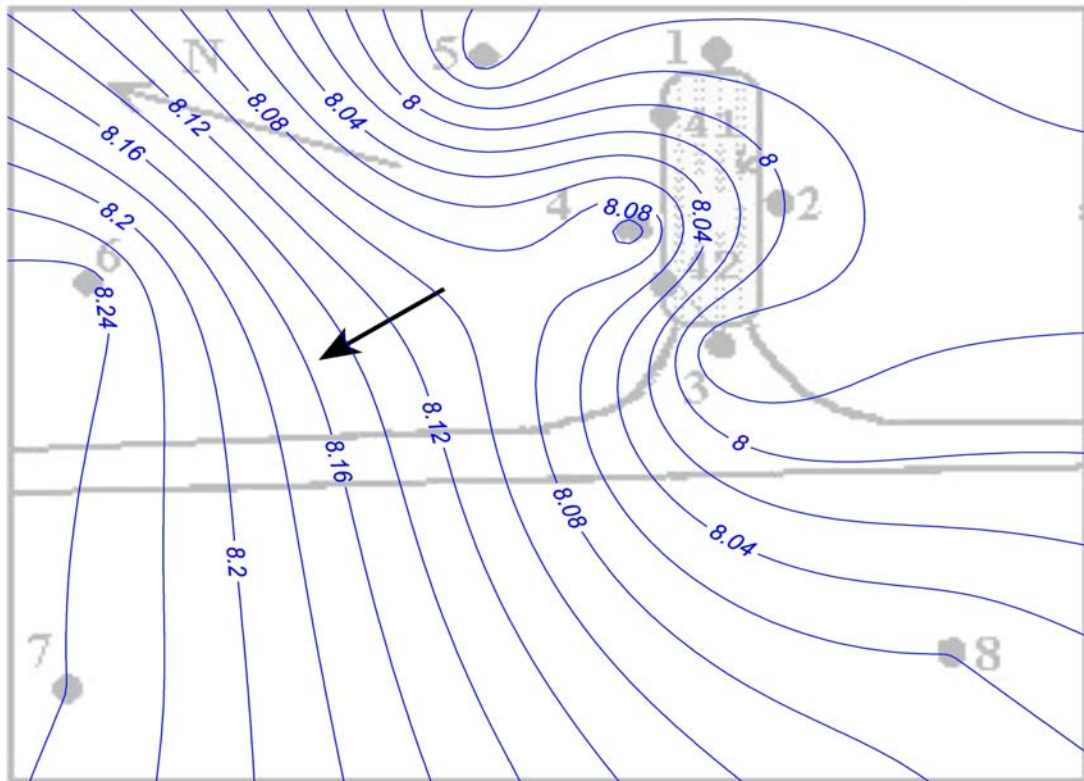


**2 Pav.** Gruntinio vandens atstumo nuo žemės paviršiaus matavimo įrangos schema: 1 – plūdė, 2 – ruletė, 3 – gręžinio vamzdis, 4 – gruntinio vandens paviršius, 5 – žemės paviršius, 6 – gręžinys, 7 – gręžinio filtras

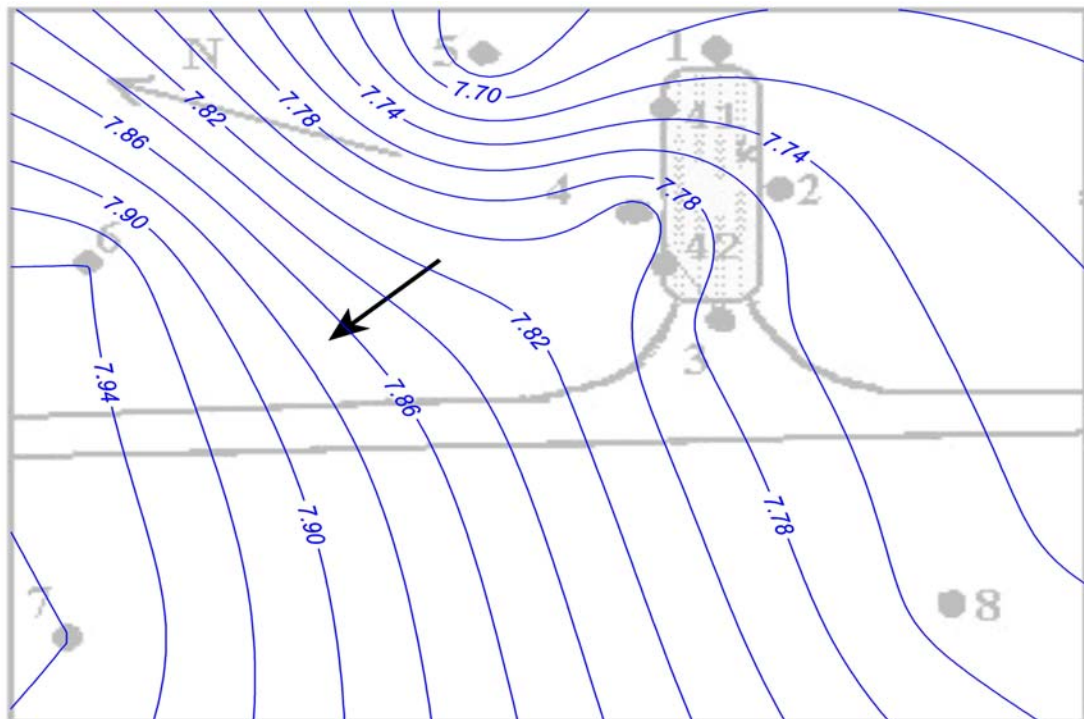
2008 metų vandens slūgsojimo lygio matavimo rezultatai pateikti ketvirtinėse ataskaitose [7-10]. Analizuojant gruntinio vandens judėjimo krypties kaitą, gruntinio vandens slūgsojimo gylis visuose gręžiniuose perskaičiuojamas 3 gręžinio atžvilgiu (laikoma, kad pastarajame gręžinyje įrengto storojo vamzdžio viršus atitinka žemės paviršiaus lygį) remiantis duomenimis, gautais 2004 metais, o taip pat atsižvelgiant į pokyčius, 2006 metų vasarą atlikus kaupio modernizavimo darbus, kurių metu buvo pakeisti kai kurių artimiausių kaupio gręžinių vamzdžiai. Atskaitos tašku 3 gręžinys pasirinktas patogumo dėlei – šiame gręžinyje storojo vamzdžio viršutinė dalis yra iškilusi virš žemės paviršiaus aukščiausiai, lyginant su likusiais gręžiniais.

Gruntinio vandens pagrindinė tekėjimo kryptis nustatoma pagal [3] darbe aprašytą metodiką, naudojantis gruntinio vandens aukščių matavimo rezultatais 1-8 gręžiniuose.

Gruntinio vandens pagrindinė tekėjimo kryptis 2008 metais pateikta 3-6 Pav.

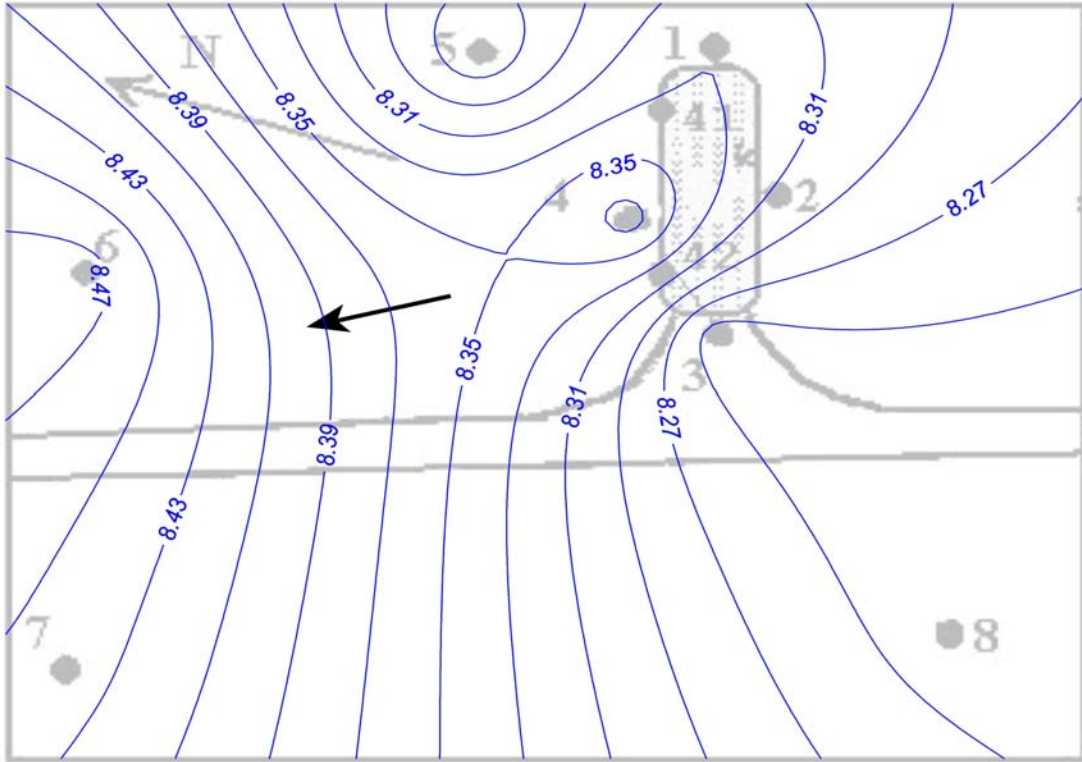


**3 Pav.** Gruntinio vandens lygio izolinijos 2008 metų pirmą ketvirtį (vasario 23 d.) ir nustatyta gruntinio vandens tekėjimo kryptis (parodyta trumpa rodykle).

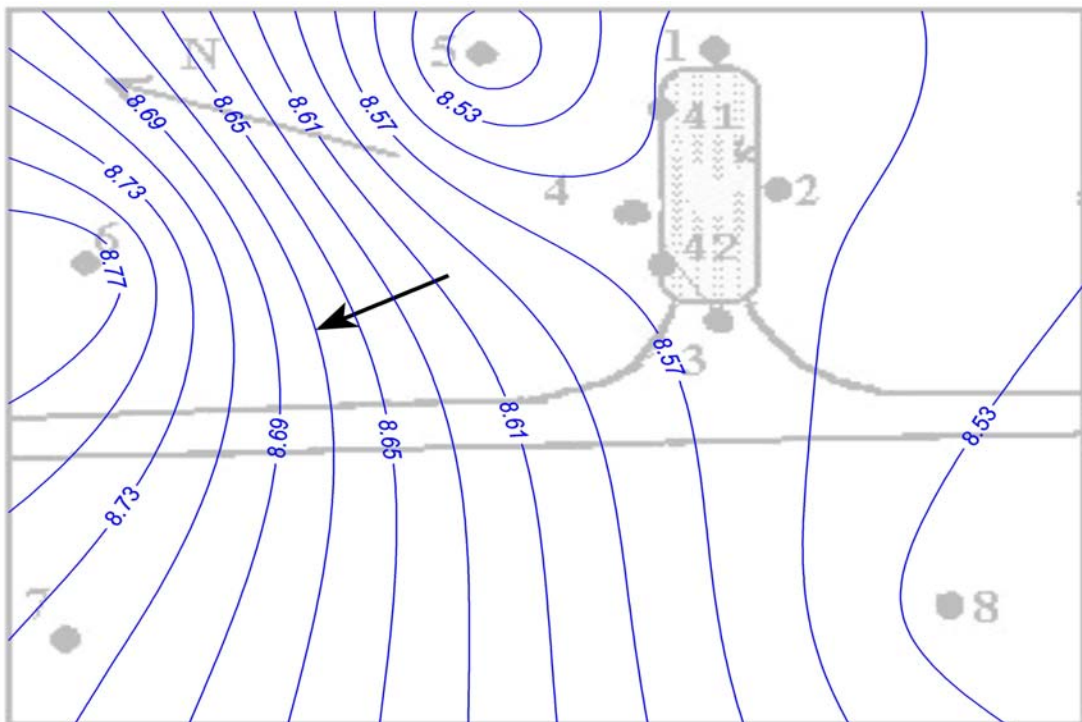


**4 Pav.** Gruntinio vandens lygio izolinijos 2008 metų antrą ketvirtį (gegužės 10 d.) ir nustatyta gruntinio vandens tekėjimo kryptis (parodyta trumpa rodykle).





**5 Pav.** Gruntinio vandens lygio izolinijos 2008 metų trečią ketvirtį (rugpjūčio 22 d.) ir nustatyta gruntinio vandens tekėjimo kryptis (parodyta trumpa rodykle).



**6 Pav.** Gruntinio vandens lygio izolinijos 2008 metų ketvirtą ketvirtį (lapkričio 17 d.) ir nustatyta gruntinio vandens tekėjimo kryptis (parodyta trumpa rodykle).

Gruntinio vandens tekėjimo kryptis 2008 metais buvo stabili, gruntinis vanduo judėjo šiaurės vakarų kryptimi. Lyginant su 2005 - 2007 metų stebėsenos rezultatais pagrindinė gruntinio vandens judėjimo kryptis išlieka ta pati.

### 3. Tričio tūrinio aktyvumo kaita monitoringo gręžinių gruntiniame vandenyje

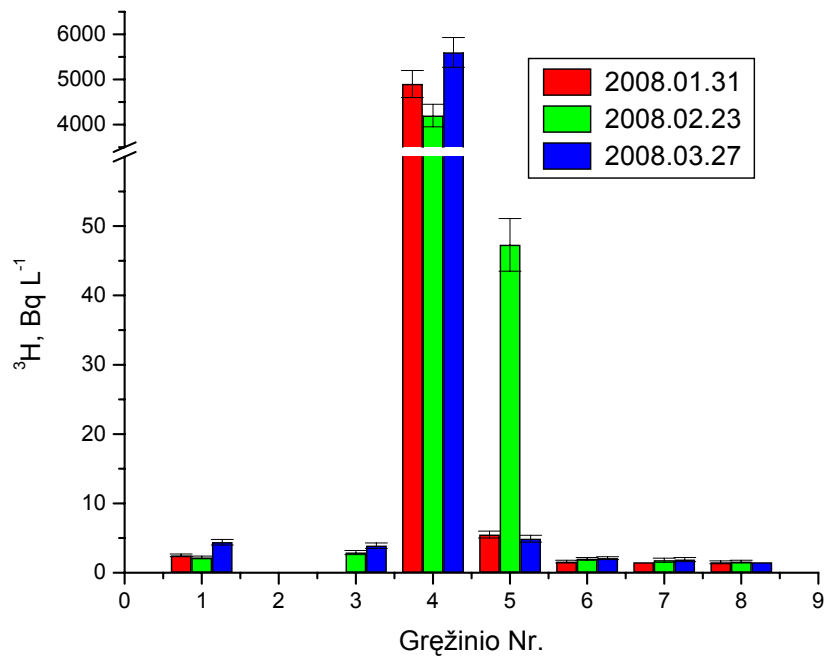
Tričio ( $^3\text{H}$ ) tūriniam aktyvumui nustatyti buvo paimti gruntinio vandens ėminiai iš visų Programoje numatytų gręžinių. Gruntinio vandens ėminių paėmimas aprašytas ankstesnėse ataskaitose [11, 12].

Tritis nustatomas remiantis standarto [13] reikalavimais. Mažiausias išmatuojamas tričio tūrinis aktyvumas –  $0,8 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ . Tričio tūrinio aktyvumo matavimo rezultatai atskirais ketvirčiais pateikti 4-7 lentelėse ir 7-13 Pav.

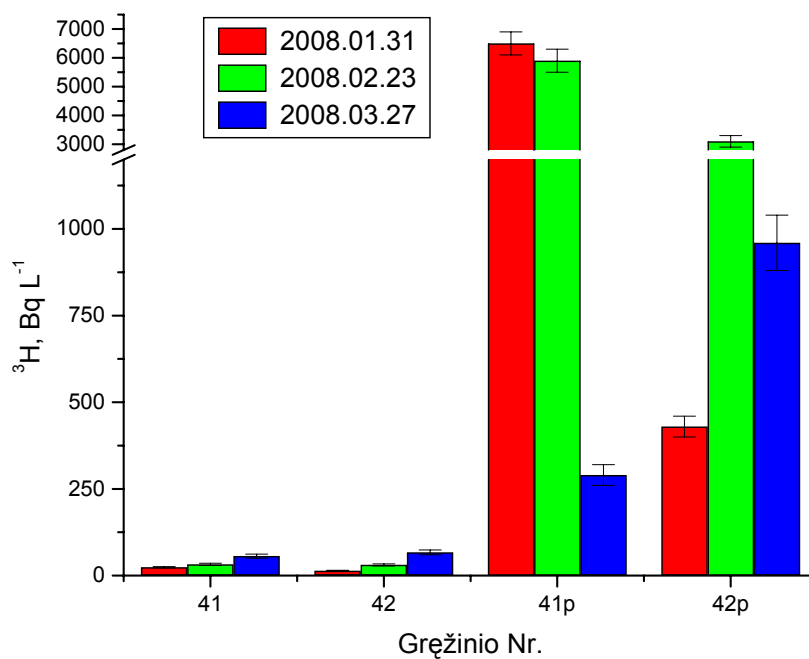
**4 lentelė.** Tričio tūrinis aktyvumas gruntiniame vandenyje 2008 metų pirmą ketvirtį (41p ir 42p – pjezometriniai vamzdžiai, atitinkamai, gręžiniuose Nr. 41 ir Nr. 42)

Gręžinio Nr.	Tričio tūrinis aktyvumas, $\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ ( $1\sigma$ )		
	2008.01.31	2008.02.23	2008.03.27
1	2,5±0,2	2,2±0,2	4,4±0,4
2	-	-	-
3	-	2,9±0,3	3,9±0,4
4	4900±300	4200±250	5600±330
5	5,5±0,5	47,3±3,8	4,9±0,5
6	1,6±0,2	2,0±0,2	2,1±0,2
7	<1,5	1,8±0,3	1,9±0,3
8	1,5±0,2	1,6±0,2	<1,5
41	24,0±1,9	32,2±3,2	56,1±5,6
42	14,0±1,1	30,8±3,1	67,0±6,8
41p	6500±400	5900±400	290±30
42p	430±30	3100±200	960±80
10z	<1,5	<1,5	<1,5
21803 artezinis	n	<1,5	n

**Pastabos:** 1) “n” – neanalizuota; 2) “-“ – gręžinyje nebuvo vandens.



**7 Pav.**  $^3\text{H}$  tūrinis aktyvumas gręžinių gruntinio vandens bandiniuose 1-8 gręžiniuose 2008 metų I-ą ketvirtį.

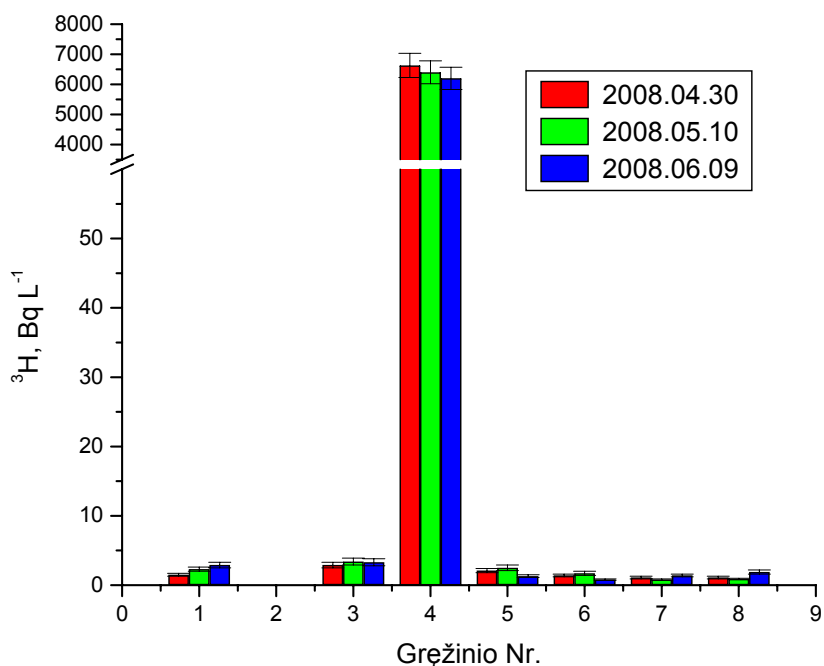


**8 Pav.** Gruntinio vandens gręžinių  $^3\text{H}$  tūrinis aktyvumas naujų gręžinių 41 ir 42 bandiniuose 2008 metų I-ą ketvirtį.

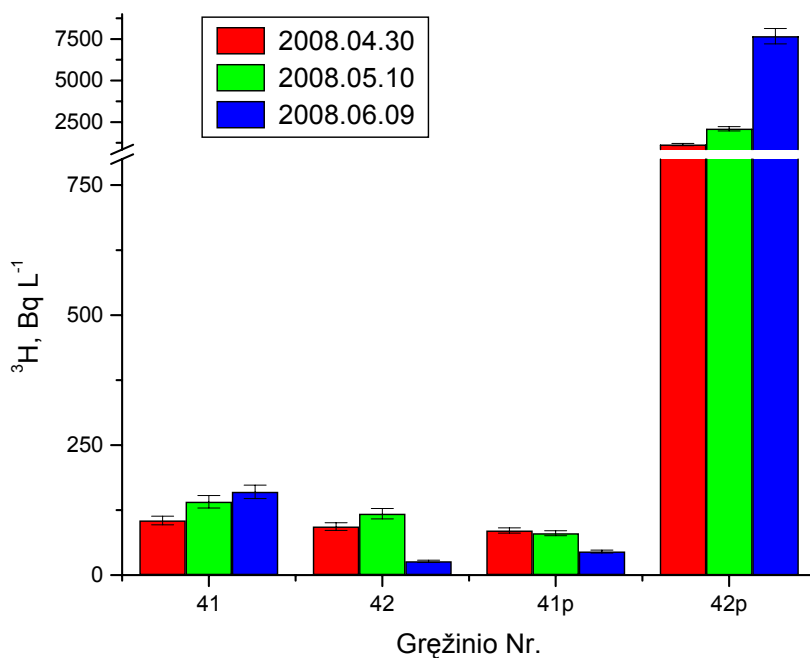
**5 lentelė.** Tričio tūrinis aktyvumas gruntiniame vandenyje 2008 metų antrą ketvirtį (41p ir 42p – pjezometriniai vamzdžiai, atitinkamai, gręžiniuose Nr. 41 ir Nr. 42)

Gręžinio Nr.	Tričio tūrinis aktyvumas, Bq·l <sup>-1</sup> (1σ)		
	2008.04.30	2008.05.10	2008.06.09
1	1,5±0,2	2,3±0,3	2,9±0,4
2	-	-	-
3	2,9±0,4	3,4±0,5	3,3±0,5
4	6600±400	6400±380	6200±370
5	2,1±0,3	2,5±0,4	<1,5
6	<1,5	1,7±0,3	<1,5
7	<1,5	<1,5	<1,5
8	<1,5	<1,5	1,9±0,3
41	105±10	141±12	160±13
42	93,3±7,5	118±10	26,5±2,1
41p	85,7±5,1	80,4±4,8	45,3±2,7
42p	1150±70	2100±130	7700±500
10z	<1,5	<1,5	2,7±0,4

**Pastaba:** “-” – gręžinyje nebuvo vandens.



**9 Pav.** <sup>3</sup>H tūrinis aktyvumas gręžinių gruntinio vandens bandiniuose 1-8 gręžiniuose 2008 metų II-ą ketvirtį.

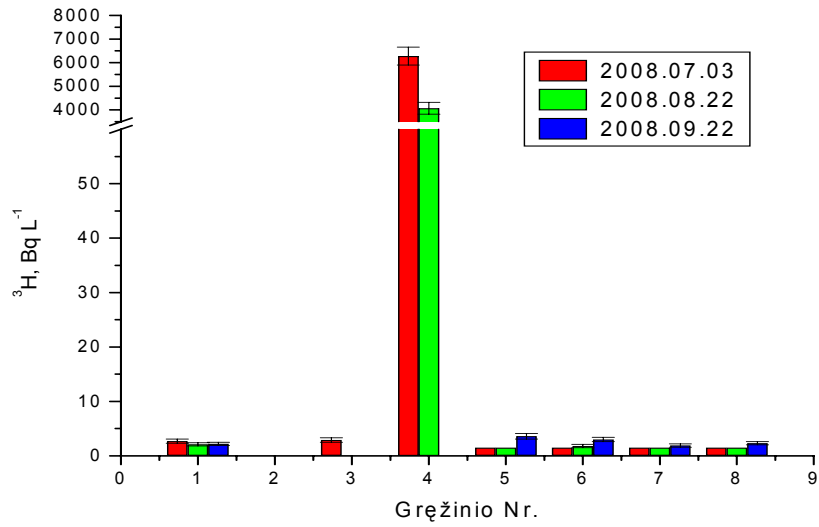


**10 Pav.** Gruntinio vandens gręžinių  $^3\text{H}$  tūrinis aktyvumas naujų gręžinių 41 ir 42 bandiniuose 2008 metų II-ą ketvirtį.

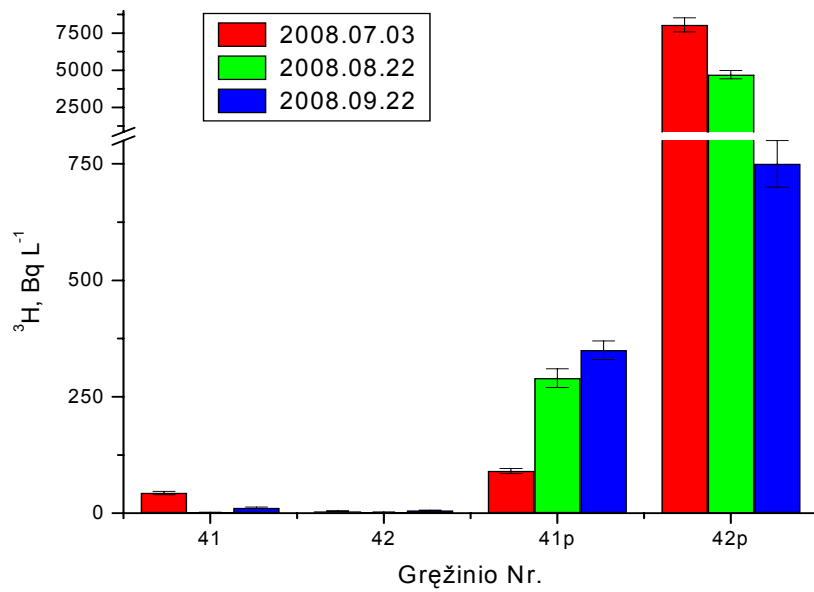
**6 lentelė.** Tričio tūrinis aktyvumas gruntiniame vandenyje 2008 metų trečią ketvirtį (41p ir 42p – pjezometriniai vamzdžiai, atitinkamai, gręžiniuose Nr. 41 ir Nr. 42)

Gręžinio Nr.	Tričio tūrinis aktyvumas, Bq·l <sup>-1</sup> (1σ)		
	2008.07.03	2008.08.22	2008.09.22
1	2,7±0,4	2,1±0,3	2,2±0,3
2	-	-	-
3	2,9±0,4	*	-
4	6280±380	4070±250	-
5	<1,5	<1,5	3,6±0,5
6	<1,5	1,8±0,3	3,0±0,4
7	<1,5	<1,5	1,9±0,3
8	<1,5	<1,5	2,3±0,3
41	43,3±3,5	1,8±0,3	11,5±1,7
42	4,7±0,6	2,2±0,3	5,7±0,9
41p	90,5±5,4	290±20	350±20
42p	8050±480	4700±280	750±50
10z	1,9±0,3	<1,5	2,7±0,4

**Pastabos:** “-” – gręžinyje nebuvo vandens; “\*” – vandens kiekis gręžinyje nepakankamas analizei



**11 Pav.** Gruntinio vandens gręžinių  $^3\text{H}$  tūrinis aktyvumas 1-8 gręžinių bandiniuose 2008 metų III-ą ketvirtį.

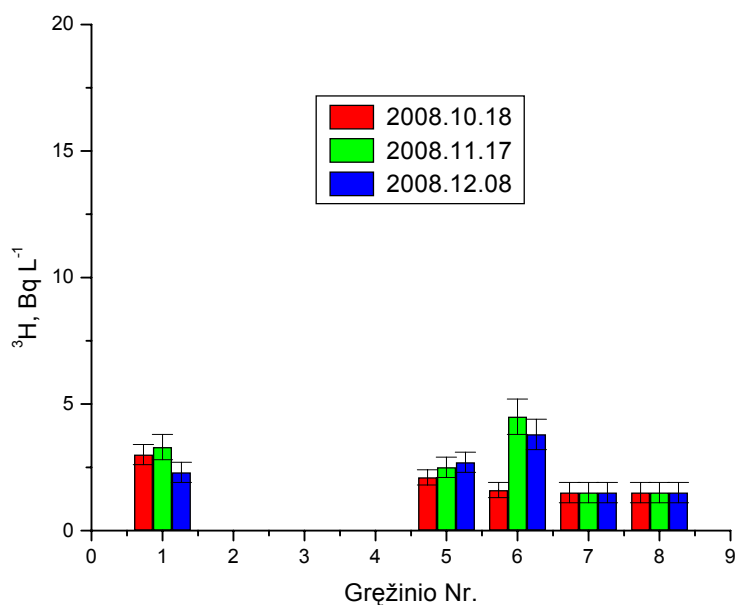


**12 Pav.** Gruntinio vandens gręžinių  $^3\text{H}$  tūrinis aktyvumas naujų gręžinių 41 ir 42 bandiniuose 2008 metų III-ą ketvirtį.

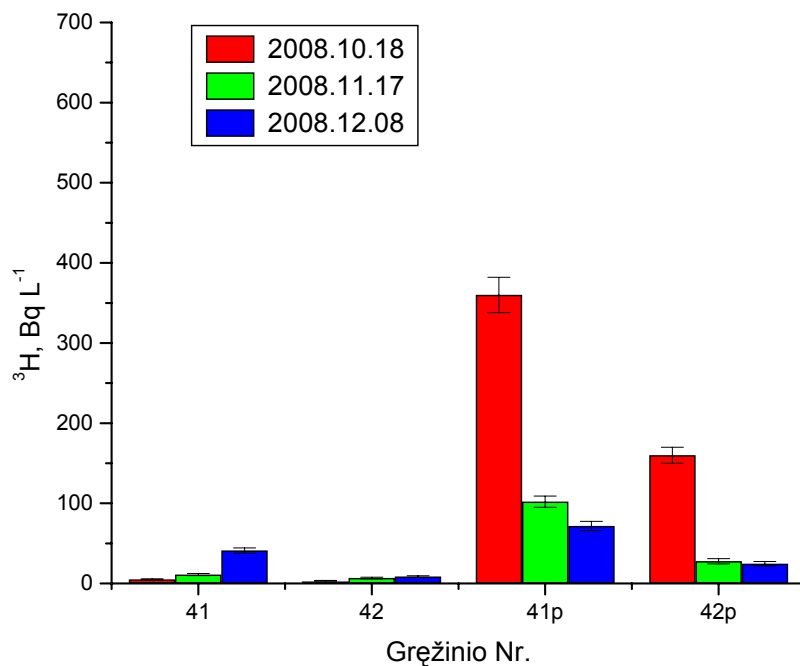
**7 lentelė.** Tričio tūrinis aktyvumas gruntiniame vandenyje 2008 metų ketvirtą ketvirtį (41p ir 42p – pjezometriniai vamzdžiai, atitinkamai, gręžiniuose Nr. 41 ir Nr. 42)

Gręžinio Nr.	Tričio tūrinis aktyvumas, Bq·l <sup>-1</sup> (1σ)		
	2008.10.18	2008.11.17	2008.12.08
1	3,0±0,4	3,3±0,5	2,3±0,3
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	2,1±0,3	2,5±0,4	2,7±0,4
6	1,6±0,3	4,5±0,7	3,8±0,6
7	<1,5	<1,5	<1,5
8	<1,5	<1,5	<1,5
41	5,0±0,7	11,0±1,3	41,1±3,3
42	3,2±0,5	6,8±1,0	8,5±1,0
41p	360±22	102±7	71,7±5,7
42p	160±10	27,7±3,3	24,6±2,7
10z	1,6±0,4	<1,5	<1,5
RATA	#	#	<1,5

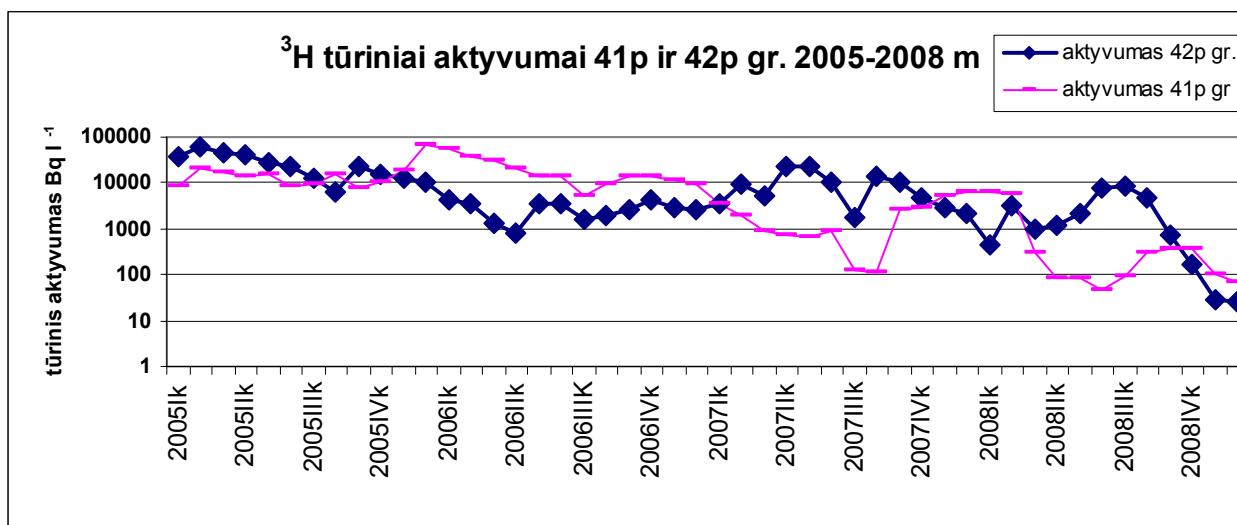
**Pastabos:** simbolis “-“ - gręžinyje nebuvo vandens; simbolis “#“ - nurodytu laiku ėminys analizei neimtas.



**13 Pav.** Gruntinio vandens gręžinių <sup>3</sup>H tūrinis aktyvumas 1-8 gręžinių bandiniuose 2008 metų IV-ą ketvirtį.



**14 Pav.** Gruntinio vandens gręžinių  $^3\text{H}$  tūrinis aktyvumas naujų gręžinių 41 ir 42 bandiniuose 2008 metų IV-ą ketvirtį.



**15 Pav.** Tričio tūrinio aktyvumo kitimai gręžiniuose Nr. 41p ir 42p.

15 Pav. pavaizduoti tričio tūrinio aktyvumo kelių metų kitimai gręžiniuose Nr. 41p ir 42p. Aiškiai matoma tričio tūrinio aktyvumo mažėjimo tendencija arčiausiai saugyklos kaupo įrengtuose gręžiniuose. Ši tendencija rodo 2006 m. įrengtų inžinerinių barjerų efektyvumą, kuris lemia kritulių infiltracijos, o kartu ir saugomų radionuklidų išplovimo, sustabdymą. Stebimos tričio tūrinio aktyvumo variacijos sietinos su likutinio, jau patekusio į aplinką, radioaktyviųjų atliekų kiekio migracijos geostuktūroje aplink saugyklą ypatumais. Panašus tričio tūrinio aktyvumo mažėjimas buvo stebimas



ir probleminiame gręžinyje Nr. 4. Reikia pastebėti, kad pastarajame gręžinyje gruntinis vanduo nebeaptinkamas pradędant 2008 metų rugsėjo mėnesiu.

#### 4. Tričio tūrinis aktyvumas grunto dręgmėje

Tričio tūriniam aktyvumui grunto dręgmėje nustatyti 2008 metų liepos 3 d. buvo paimti grunto mėginiai iš 0-10 cm dirvos gylio išilgai 4 linijų: dviejų linijų, jungiančių gręžinį Nr. 4 su gręžiniais Nr. 6 ir Nr. 7; linijos, einančios nuo gręžinio Nr. 2 pietų kryptimi; linijos, einančios nuo gręžinio Nr. 1 šiaurės rytų kryptimi link PZ10 gręžinio, įrengto miške. Pirmus 20 metrų nuo kaupo mėginiai buvo imami kas 5 metrai, paskui – kas 20 metrų. Tokiu būdu, kiekviena kryptimi buvo paimta po 5 mėginius, nutolusius nuo kaupo, atitinkamai, kas 5, 10, 15, 20 ir 40 metrų. Tričio tūrinio aktyvumo grunto dręgmėje matavimo rezultatai apibendrinti 8 lentelėje.

**8 lentelė.** Tričio tūrinio aktyvumo grunto dręgmėje matavimo rezultatai

Mėginio paėmimo kryptis	Tričio tūrinis aktyvumas fiksuotu atstumu nuo kaupo, Bq·l <sup>-1</sup>				
	5 m	10 m	15 m	20 m	40 m
Nuo gręž. Nr. 4 link gręž. Nr. 6	5,7±1,4	3,2±0,8	5,3±1,3	3,8±1,0	5,5±1,4
Nuo gręž. Nr. 4 link gręž. Nr. 7	4,3±1,1	5,0±1,3	4,0±1,0	3,7±0,9	4,7±1,2
Nuo gręž. Nr. 1 link gręž. Nr. PZ10	5,7±1,4	9,3±2,2	5,3±1,3	96±15	5,2±1,3
Nuo gręž. Nr. 2 pietų kryptimi	4,8±1,2	4,7±1,2	4,5±1,1	3,5±0,8	6,7±1,7

Tričio tūrinio aktyvumo grunto dręgmėje aplink saugyklą pasiskirstymas išlieka panašus kaip ir 2007 metais, kada buvo atkreiptas dėmesys į tričio tūrinio aktyvumo padidėjimą 15-20 m atstumu nuo gręžinio Nr. 1 einant šiaurės rytų kryptimi link PZ10 gręžinio. Tuomet maksimali tričio tūrinio aktyvumo grunto dręgmėje vertė 179±28 Bq·l<sup>-1</sup> buvo nustatyta bandinyje, paimtame 15 m atstumu nuo kaupo. 2008 metų rezultatai patvirtina, kad šia kryptimi tričio koncentracija grunte yra kiek padidėjusi. Ji, matyt, yra sietina su likutiniu tričio kiekiu, kuris buvo intensyviau pernešamas su gruntiniu vandeniu prieš saugyklos rekonstrukciją, atliktą 2006 metų vasarą.

## 5. Gama spinduliai grunte

Gama spindulių savitasis aktyvumas grunte buvo nustatytas bandiniuose, paimtuose 2008 metų liepos 3 d. iš 0-10 cm dirvos gylio išilgai 4 linijų: dviejų linijų, jungiančių gręžinį Nr. 4 su gręžiniais Nr. 6 ir Nr. 7; linijos, einančios nuo gręžinio Nr. 2 pietų kryptimi; linijos, einančios nuo gręžinio Nr. 1 šiaurės rytų kryptimi link PZ10 gręžinio, įrengto miške. Pirmus 20 m nuo kaupo ėminiai buvo imami kas 5 metrai, paskui – kas 20 metrų. Tokiu būdu, kiekviena kryptimi buvo paimta po 5 ėminius, nutolusius nuo kaupo, atitinkamai, kas 5, 10, 15, 20 ir 40 metrų.

Dirvožemio bandinį kiekviename taške sudarė du ėminiai iš sluoksnio, esančio 0-10 cm gylyje nuo žemės paviršiaus. Abu ėminiai buvo imami iš ne didesnio kaip 1 m<sup>2</sup> ploto. Matavimui paruošti bandiniai buvo matuoti 0,5 l tūrio standartinėje Marinelli geometrijoje, laikantis dokumento [14] reikalavimų. Matavimo efektyvumas ties 661,7 keV buvo 1,4%, o ties 1461 keV 0,67%. Gama spindulių savitojo aktyvumo grunte matavimų rezultatai apibendrinti 9 lentelėje. Bandinių kodavimas atitinka aukščiau aprašytas ėminių ėmimo vietas ir turi būti šifruojamas taip: pvz., bandinys 1G-10 atitinka ėminį, paimtą 10 m atstumu nuo gręžinio Nr. 1 šiaurės rytų kryptimi, o bandinys 7G-20 atitinka ėminį, paimtą 20 m atstumu nuo gręžinio Nr. 4 einant gręžinio Nr. 7 link.

9 lentelė. Gama spindulių savitojo aktyvumo matavimo rezultatai

Bandinio kodas	Savitasis aktyvumas, Bq/kg			
	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K
1G-5	7,6±1,2	12,8±2,0	1,4±0,1	370±22
1G-10	11,3±1,8	12,0±1,9	2,4±0,2	360±22
1G-15	8,0±1,3	11,0±1,8	2,2±0,1	290±17
1G-20	6,2±1,0	8,2±1,3	1,8±0,1	350±21
1G-40	8,8±1,4	11,1±1,8	31,7±1,9	290±17
2G-5	19,1±3,0	24,5±3,9	3,2±0,2	610±37
2G-10	7,8±1,3	9,7±1,6	0,8±0,1	350±21
2G-15	8,7±1,4	14,4±0,9	5,7±0,3	390±23
2G-20	15,3±2,4	21,7±3,5	2,7±0,2	530±32
2G-40	14,5±2,3	23,3±3,7	3,3±0,2	570±34
6G-5	18,7±3,0	26,2±4,2	4,2±0,3	610±37
6G-10	18,4±2,9	25,4±4,1	4,0±0,2	610±37
6G-15	18,1±2,9	24,5±3,9	3,7±0,2	600±36

6G-20	17,3±2,8	20,8±3,3	2,7±0,2	570±34
6G-40	17,0±2,7	26,2±4,2	3,6±0,2	610±37
7G-5	19,1±3,0	24,4±3,9	4,8±0,3	620±37
7G-10	17,4±2,8	27,2±4,4	5,0±0,3	640±38
7G-15	17,1±2,7	25,7±4,1	3,4±0,2	600±36
7G-20	15,5±2,5	22,2±3,6	4,0±0,2	620±37
7G-40	9,5±1,5	13,4±2,1	4,2±0,3	300±18

Lyginant gama spinduolių savitojo aktyvumo grunto viršutiniame sluoksnyje rezultatus, išmatuotus 2008 metais, su 2007 metų rezultatais [15], matyti radionuklidų savitojo aktyvumo variacijos. Jos ryškesnės gamtinių radionuklidų atveju. Darbe [16] nurodytos gamtinių radionuklidų  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  (pusiausvyroje su  $^{238}\text{U}$ ) ir  $^{232}\text{Th}$  savitojo aktyvumo kitimo ribos kitose Lietuvos teritorijos vietose, atitinkamai, yra: nuo 30 iki 1221 Bq/kg (vidurkis 540 Bq/kg), nuo 3 iki 46 Bq/kg (vidurkis 21 Bq/kg) ir nuo 3 iki 49 Bq/kg (vidurkis 22 Bq/kg).

Didžiausias  $^{137}\text{Cs}$  savitasis aktyvumas (bandinys 1G-40) išmatuotas už saugyklos teritorijos.

## **6. Gama spinduliai, bendrasis beta ir bendrasis alfa aktyvumas gręžinių vandenyje**

Bendrajam beta aktyvumui nustatyti imta po 10 litrų vandens iš visų gręžinių, išskyrus mažiausius gręžinius 41p ir 42p, iš kurių atitinkamai paimta 2,5 l ir 3 l vandens. Ėminiai iš kai kurių gręžinių buvo paimti du kartus per metus. Ruošiant mėginį analizei vanduo buvo išgarinamas panaudojant vandens vonią. Surinktos nuosėdos iš pradžių matuotos gama spektrometru [14], o po to beta dalelių impulsų skaitikliu UMF-1500M. Nustatant bendrąjį beta aktyvumą vadovautasi Lietuvos standartu [17]. Matavimų rezultatai pateikti 10 lentelėje.

**10 lentelė.** Gama spindulių ir bendrasis beta aktyvumas gruntiniame vandenyje 2008 metais

Gręžinio Nr.	Paėmimo data	Radionuklidų tūrinis aktyvumas, mBq l <sup>-1</sup> (1σ)						
		<sup>137</sup> Cs	<sup>226</sup> Ra	<sup>210</sup> Pb	<sup>212</sup> Pb	<sup>228</sup> Ac	<sup>40</sup> K	β <sub>Σ</sub>
1	08-10-18	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	77±15	80±17
5	08-10-18	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	22±5	38±8
6	08-03-27	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	60±13	58±11
6	08-06-09	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	54±12	54±10
7	08-03-27	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	57±11	68±14
8	08-03-27	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	36±8	40±8
41	08-06-09	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	20±5	19±5
42	08-06-09	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	22±5	26±6
42	08-10-18	<1,9	<4,5	<13	<2,3	<6,9	20±5	25±5
41p	08-10-18	29±6	<18	<52	<9,2	<28	102±20	122±18
42p	08-11-17	48±10	<15	<44	<7,7	<23	75±15	101±15

Kaip matyti iš 10 lentelėje pateiktų rezultatų, bendrasis beta aktyvumas neviršijo Programoje nustatyto kritinio lygio (1 Bq l<sup>-1</sup>). Todėl papildomi bandiniai, siekiant nustatyti taršos kilmę ir ją lemiančius konkrečius spindulius, nebuvo renkami.

Nustatant bendrąjį alfa aktyvumą vadovautasi Lietuvos standartu [18]. Matavimų rezultatai pateikti 11 lentelėje.

**11 lentelė.** Bendrasis alfa aktyvumas gruntiniame vandenyje 2008 metais

Gręžinio Nr.	Ėminio paėmimo data	Bendrasis alfa aktyvumas, Bq l <sup>-1</sup> (1σ)
1	2008-10-18	<0,04
4	2008-03-27	0,077±0,012
5	2008-10-18	<0,04
6	2008-10-18	<0,04
7	2008-10-18	0,052±0,009
8	2008-10-18	<0,04
41	2008-10-18	<0,04
42	2008-10-18	0,106±0,017
41p	Jungtinis: 01-31; 03-27; 08-22; 12-08	0,060±0,010
42p	2008-11-17	<0,04
10z	Jungtinis: 01-31; 02-23; 04-30; 05-10; 06-09; 07-03; 08-22	0,092±0,014

Programoje nustatytas kritinis lygis bendrajam alfa spindulių aktyvumui (0,1 Bq l<sup>-1</sup>) buvo pasiektas mėginyje iš gręžinio Nr. 42. Išmatuota vertė (0,106±0,017 Bq l<sup>-1</sup>) nežymiai viršija kritinį lygį. Kaip toliau matysime, tame pačiame gręžinyje išmatuotas plutonio tūrinis aktyvumas yra 3 eilėmis mažesnis už kritinį lygį, todėl galima daryti prielaidą, kad stebimos bendrojo alfa aktyvumo variacijos susiję su gamtinių radionuklidų (U-238, U-235, Th-232 šeimos) migracijos ypatumais gruntinio vandens sistemoje.

## **7. Plutonio ir stroncio-90 gruntiniame vandenyje matavimo rezultatai**

Plutonio ir radiostroncio nustatymui vanduo imtas iš gręžinių Nr. 5, 6, 41 ir 42.

Stroncis-90 buvo išskiriamas ir nustatomas pagal Lietuvos normatyvinio dokumento [19] reikalavimus, o plutonio radiocheminiam išskyrimui ir nustatymui naudotas šiuolaikinis Eichrom firmos metodas [20].

2008 metų rezultatai apibendrinti 12 lentelėje.

**12 lentelė.** Plutonio ir radiostroncio tūrinis aktyvumas gruntiniame vandenyje.

Gręžinio Nr.	Paėmimo data	Radionuklidų tūrinis aktyvumas, Bq l <sup>-1</sup> (1σ)		
		<sup>238</sup> Pu	<sup>239,240</sup> Pu	<sup>90</sup> Sr
5	08-06-09	0,8·10 <sup>-5</sup> ±0,5·10 <sup>-5</sup>	3,5·10 <sup>-5</sup> ±1,0·10 <sup>-5</sup>	-
6	08-06-09	0,6·10 <sup>-5</sup> ±0,5·10 <sup>-5</sup>	3,5·10 <sup>-5</sup> ±1,0·10 <sup>-5</sup>	-
41	08-06-09	0,3·10 <sup>-5</sup> ±0,3·10 <sup>-5</sup>	1,0·10 <sup>-5</sup> ±0,6·10 <sup>-5</sup>	-
42	08-06-09	0,3·10 <sup>-5</sup> ±0,3·10 <sup>-5</sup>	4,6·10 <sup>-5</sup> ±1,0·10 <sup>-5</sup>	-
5	08-09-22	-	-	0,017±0,003
6	08-06-09	-	-	<2,0 10 <sup>-3</sup>
41	08-09-22	-	-	<2,1 10 <sup>-3</sup>
42	08-09-22	-	-	<2,0 10 <sup>-3</sup>

Pastaba: ženklas “-“ netaikoma.

Normatyvinio dokumento LAND 34-2000 reglamentuojamas nebekontroliuojamasis <sup>90</sup>Sr savitojo (tūrinio) aktyvumo lygis yra 4 Bq g<sup>-1</sup> (perskaičius vandeniui, atitinka 4000 Bq·l<sup>-1</sup>) [21]. 2008 m. išmatuotas <sup>90</sup>Sr tūrinis aktyvumas gręžinio Nr. 5 gruntiniame vandenyje (0,017 ± 0,003 Bq l<sup>-1</sup>) sudaro 4,3 10<sup>-4</sup> % nebekontroliuojamojo lygio vertės šiam radionuklidui.

Tas pats normatyvinis dokumentas reglamentuoja <sup>239</sup>Pu ir <sup>240</sup>Pu nebekontroliuojamąjį lygį po 0,1 Bq g<sup>-1</sup> kiekvienam plutonio izotopui. Perskaičius gruntinio vandens litrui kiekvieno Pu izotopo nebekontroliuojamasis lygis yra 100 Bq·l<sup>-1</sup>. Gręžinyje Nr. 42 išmatuotas maksimalus plutonio tūrinis aktyvumas (4,6·10<sup>-5</sup>±1,0·10<sup>-5</sup>) sudaro 4,6 10<sup>-5</sup> % nebekontroliuojamojo lygio vertės šiam elementui.

## **8. Radioanglies gruntiniame vandenyje matavimo rezultatai**

Radioanglies tūrinis aktyvumas gręžinio Nr. 4 vandenyje laikotarpiu nuo 2008 metų sausio mėn. iki liepos mėn. kito nuo 3,1±0,5 Bq·l<sup>-1</sup> iki 4,3±0,6 Bq·l<sup>-1</sup> (2008 metais iš viso buvo atlikti 5 radioanglies matavimai). Panašios <sup>14</sup>C tūrinio aktyvumo šiame gręžinyje variacijos buvo stebimos ir 2006-2007 metais.

## **9. Bioindikatorių monitoringas 2008 metais**

Atliekant bioindikatorių monitoringą 2008 metais buvo surinkti šie mėginiai: 1) beržų sulos (balandžio 2 d. paimta 11 ėminių, vienas iš jų – foninis, imtas apie 3 km atstumu nuo saugyklos); 2) du žemuogių ėminiai imti birželio mėn., vienas iš jų – foninis, imtas kolektyviniuose soduose Žaliųjų

ežerų apylinkėse, o kitas – miške prie pat saugyklos teritorijos apie 100 m nuo kaupo; 3) bruknės paimtos rugsėjo mėn.; 4) grybų rinktinis ėminys paimtas rugsėjo mėn.

Beržų sulos ėminiai imti tose pačiose vietose, kaip ir 2006 metų pavasarį. Jeigu 2006 metais nustatyta maksimali tričio tūrinio aktyvumo vertė beržų suloje buvo  $20,1 \pm 3,2 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$  [29], tai 2008 metais buvo nustatytas žymiai mažesnis tričio tūrinis aktyvumas – maksimali išmatuota vertė tesiekė  $7,7 \pm 1,7 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ . Tričio tūrinis aktyvumas taip pat buvo matuojamas žemuogių sultyse. Rezultatai nerodo jokio saugyklos poveikio miške augančioms uogoms – tričio tūrinis aktyvumas tiek “foninių”, tiek prie pat saugyklos rinktų žemuogių sultyse buvo mažesnis už  $2 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ .

Žemuogių, bruknių ir grybų mėginių analizė buvo atliekama panaudojant gama spektrometrijos metodą [14]. Pagrindinio aplinkos taršos indikatorius  $^{137}\text{Cs}$  didžiausias savitasis aktyvumas buvo nustatytas grybuose ( $48 \pm 4 \text{ Bq kg}^{-1}$  drėgno svorio), tačiau ši vertė atitinka Lietuvoje augančių grybų vidurkį [30], todėl tiesioginės sąsajos su galimu saugyklos poveikiu aplinkai nėra. Abiejuose žemuogių mėginiuose išmatuoto  $^{137}\text{Cs}$  savitasis aktyvumas buvo artimas aptikimo ribai – po  $0,5 \pm 0,5 \text{ Bq kg}^{-1}$  drėgno svorio, tuo tarpu miške augančiose bruknėse –  $5,8 \pm 0,8 \text{ Bq kg}^{-1}$  drėgno svorio. Kadangi žemuogės auga atvirose aikštelėse, šiek tiek toliau nuo miškų, akumulavusių didžiąją taršos dalį po Černobylio avarijos 1986 metais, tai jose stebimas mažas  $^{137}\text{Cs}$  kiekis yra tik dėl resuspensijos reiškinio, kada vėjas pakelia nuo žemės dulkeles su prikibusiais radionuklidais ir perneša atsitiktine tvarka kaip antrinę taršos komponentę. Todėl faktas, kad žemuogės, augančios netoli saugyklos, yra nė kiek ne daugiau užterštos  $^{137}\text{Cs}$  negu žemuogės, surinktos prie Vilniaus esančiuose kolektyviniuose soduose, patvirtina saugyklos barjerų veiksmingumą.

## **10. Kitų parametrų matavimo rezultatai**

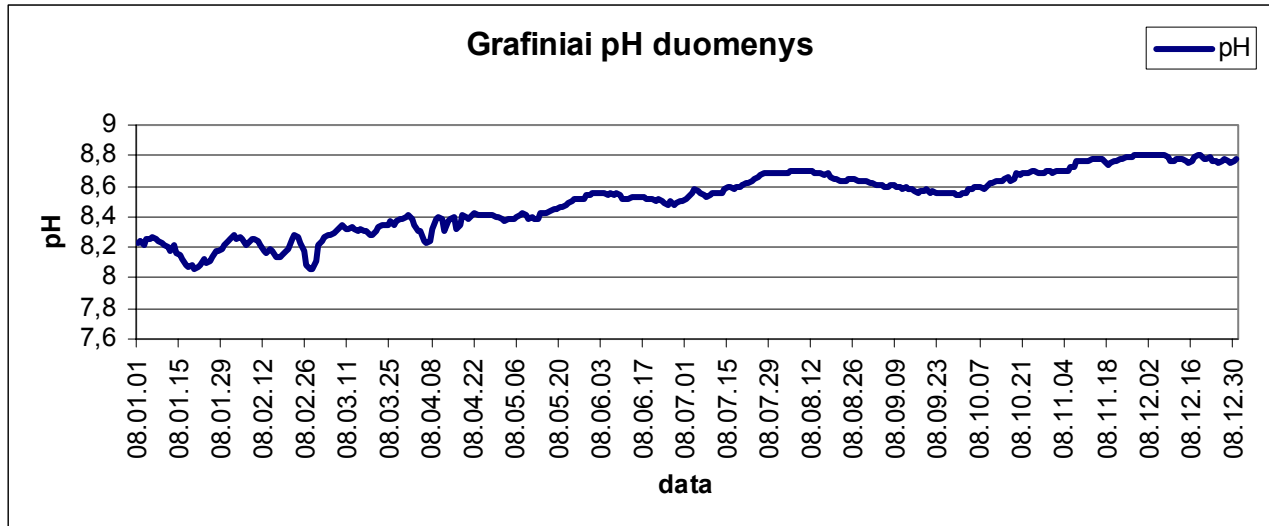
### **10.1. Gruntinio vandens pH, hidraulinio laidumo ir slūgsojimo gylis nuolatinis monitoringas**

Gruntinio vandens laidumo ir pH matavimai – tai indikatorinės analizės, naudojamos nustatyti gruntinio vandens teršimą cheminėmis medžiagomis. Indikatorinės analizės integraliai atspindi gruntinio vandens savybes. Jos kontroliuojamos, kad būtų galima aptikti vandens kokybės pokyčius, įspėti apie pavojų ir imtis reikiamų priemonių.

pH matavimams atlikti 42-ame grėžinyje sumontuotas 600XLM zondas su pH davikliu-stikliniu elektrodu. Prietaiso charakteristikos yra šios: matavimo registracijos ribos 0-14 pH vienetų; tikslumas  $\pm 0,02$  pH vienetų, skiriamoji geba - 0.01 vienetų, gylis – 200 m, temperatūros diapazonas -5

iki +60 °C. Prietaisas kalibruojamas iš gamintojo gautais standartiniais tirpalais. pH matavimai dėl nuolatinės programinės priežiūros nenutrūksta.

Gruntinio vandens pH matavimų visų metų duomenys pateikti 16 Pav.



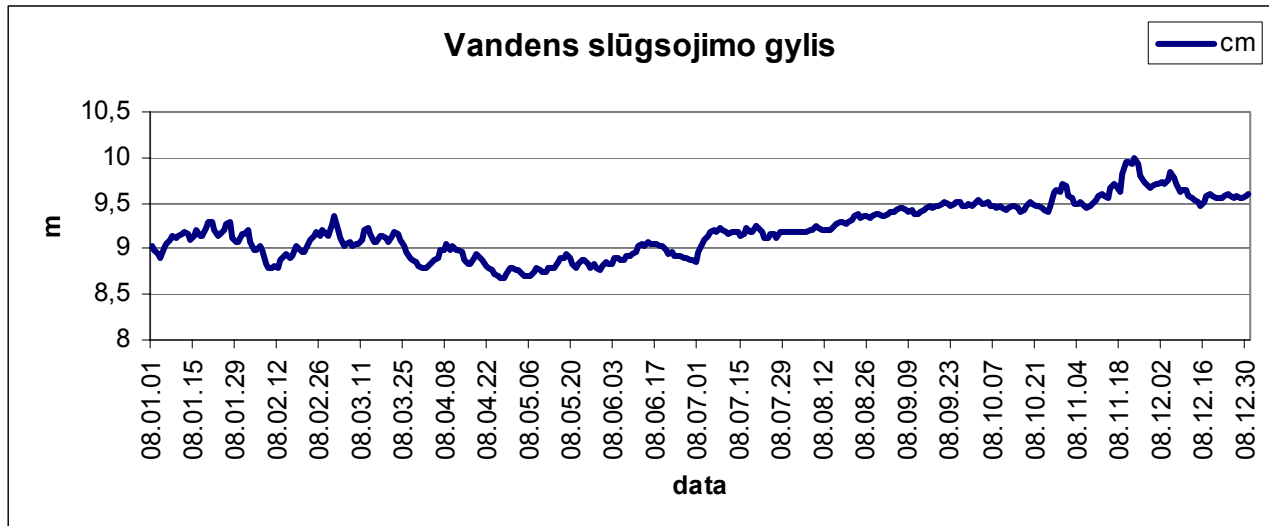
16 Pav. 42 gręžinio vandens pH matavimų rezultatai 2008 –aisiais metais.

Prietaiso parodymai leidžia teigti, kad pH vertės yra gana stabilios. Jų kitimo ribos yra nedidelės, svyruoja nuo 8,06 - pavasarį, kai vandens slūgsojimo gylis buvo pakilęs, ir iki 8,81 – metų gale, kai vandens slūgsojimo gylis nukrito iki rekordinių žemumų. Šios vertės rodo, kad vanduo 42-ame gręžinyje yra silpnai šarminis, o truputį padidėjusį vandens pH gali sąlygoti sumažėjęs ištirpusio anglies dvideginio kiekis, kuris priklauso nuo metų sezoniškumo. Anglies dvideginis duoda rūgštinę terpę, todėl sumažėjus vandenyje ištirpusiam jo kiekiui, atitinkamai padidėja vandens šarmingumas. Panašios pH vertės 42-ame gręžinyje (pH-8,3) buvo gautos ir 2005 metais, kai buvo atliekamas saugyklos saugumo vertinimas [38]. Toks pH verčių padidėjimas neviršija būdingų Lietuvos gruntiniams vandenims pH verčių [32].

Nuolatinio gruntinio vandens slūgsojimo gylio stebėjimui 42-ajame gręžinyje sumontuotas 600XLM zondas su gylio davikliu; daviklio tipas – nerūdijančio plieno daviklis, ribos nuo 0 iki 200 m, tikslumas +/- 0.3 m, skiriamoji geba – 0.001, temperatūros ribos nuo – 5 iki + 45 °C, energija – 4 AA dydžio šarminė baterija ar išorinis 12 VDC. Prisirišimui prie matuoklio, matuojančio vandens lygio pakitimus, pradinis gruntinio vandens slūgsojimo gylis buvo išmatuotas rankiniu būdu, naudojant svambalinę plūdę, jo sąlyginį nulį prilyginant žemės paviršiaus lygiui ties 3 gręžiniu.

Gruntinio vandens slūgsojimo gylio kitimo rezultatai 42 – ame gręžinyje pateikti 17 Pav.



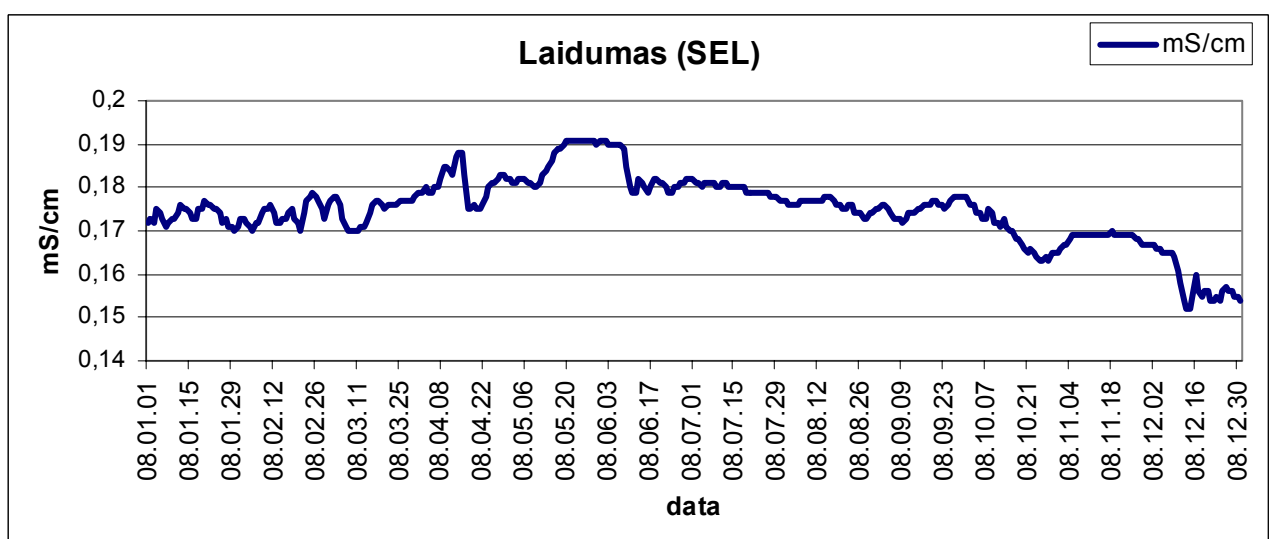


17 Pav. Gruntinio vandens slūgsojimo gylio kitimas 2008 metais 42 –ame gręžinyje.

Grafike pateikti atstumai nuo žemės paviršiaus iki vandens slūgsojimo gylio 42-ame gręžinyje. Iš gautų duomenų apie vandens slūgsojimo gylio kitimus matyti, kad vandens slūgsojimo gylis per metus kito nuo 8,71 m iki 10,00 m. Tai rekordinis vandens slūgsojimo gylio kritimas šiame gręžinyje. Visą paskutinį metų ketvirtį vandens slūgsojimo gylis gręžinyje Nr. 42 buvo gana žemas.

Nuolatiniam vandens savitojo elektrinio laidžio (SEL) matavimui sumontuotas 600XLM zondas su laidumo davikliu ; daviklio tipas – 4 elektrodo kamera su „autoribomis“, ribos nuo 0 iki 100 mS/cm, tikslumas +/- 0.5 % parodymų + 0.001 mS/cm, skiriamoji geba nuo 0,001 iki 0.1 mS/cm, gylis – 200 m Gruntinio vandens laidumo matavimai yra atliekami nenutrūkstamai programinės įrangos pagalba.

2008 metų laidumo matavimo rezultatai pateikti 18 Pav.



18 Pav. Vandens laidumo kitimo grafikas 2008 metais

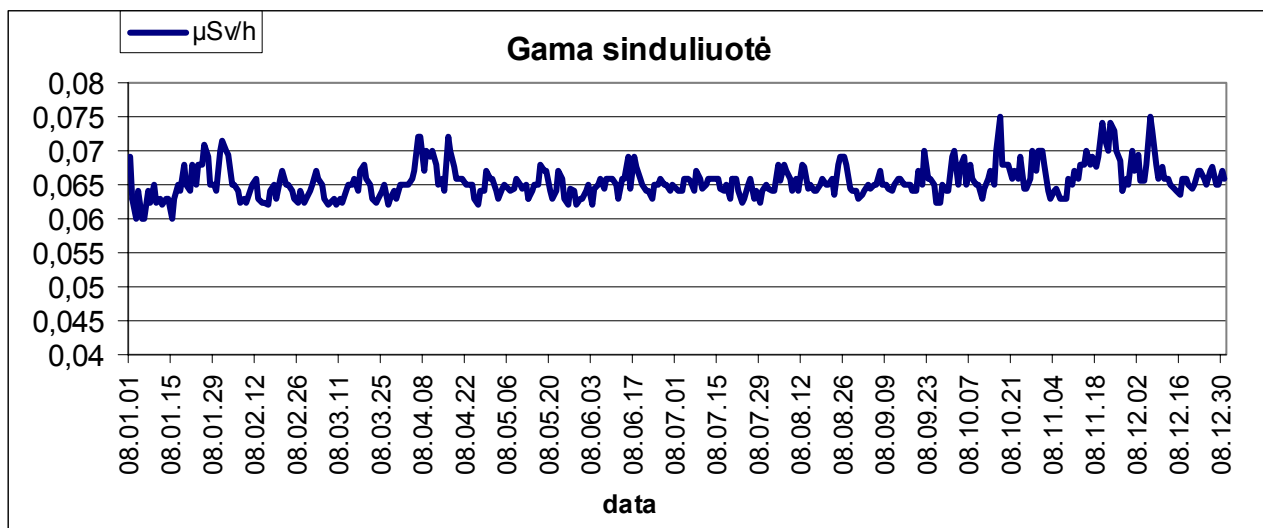
Vandens savitasis elektrinis laidis metų bėgyje kito nuo 0,152mS/cm iki 0,192mS/cm. Tai gana pastovūs duomenys. Panašūs duomenys buvo gauti ir 2005 metais (0,181 mS/cm), atliekant saugyklos saugos vertinimą [38]. Jie leidžia teigti, kad gruntinio vandens mineralizacija 42-ame gręžinyje nekinta ir yra stabili, ir neviršija leistinų higienos normų [33].

## 10.2. Nuolatinis gama spinduliuotės virš saugyklos stebėjimas

Maišiagalos saugyklos teritorijoje 5 m atstumu į pietvakarius nuo šulinio Nr. 3 (koordinatės: x- 6084325, y- 561580) įrengtas stacionarus gama spinduliuotės dozės galios matuoklis 1 m atstumu nuo žemės paviršiaus. Tai universalus radiometras RSD – 200. Prietaiso charakteristikos: spinduliuotės dozės galios matavimo diapazonas 0,01  $\mu\text{Sv/h}$ ...10 Sv/h, matavimo rezultatų santykinė paklaida  $\pm$  15%, temperatūros diapazonas nuo -30 °C iki +55 °C, registruojamos gama spinduliuotės energijos mažiausioji vertė 50 keV.

Gama spinduliuotės dozės galios matavimai vykdomi pastoviai. Tam tikslui, universalus radiometras RSD – 200 yra prijungtas prie stacionaraus kompiuterio, kuriame, naudojant RADOS AREA Monitoring System programą, yra užrašomi vienos valandos intervalo integruoti matavimo rezultatai. Esant gama spinduliuotės dozės galios padidėjimui virš 0,3  $\mu\text{Sv/h}$  suveikia garsinis ir šviesinis aliarminis signalas.

Gauti gama spinduliuotės dozės galios matavimų duomenys 2008 metais pateikti 19 Pav.



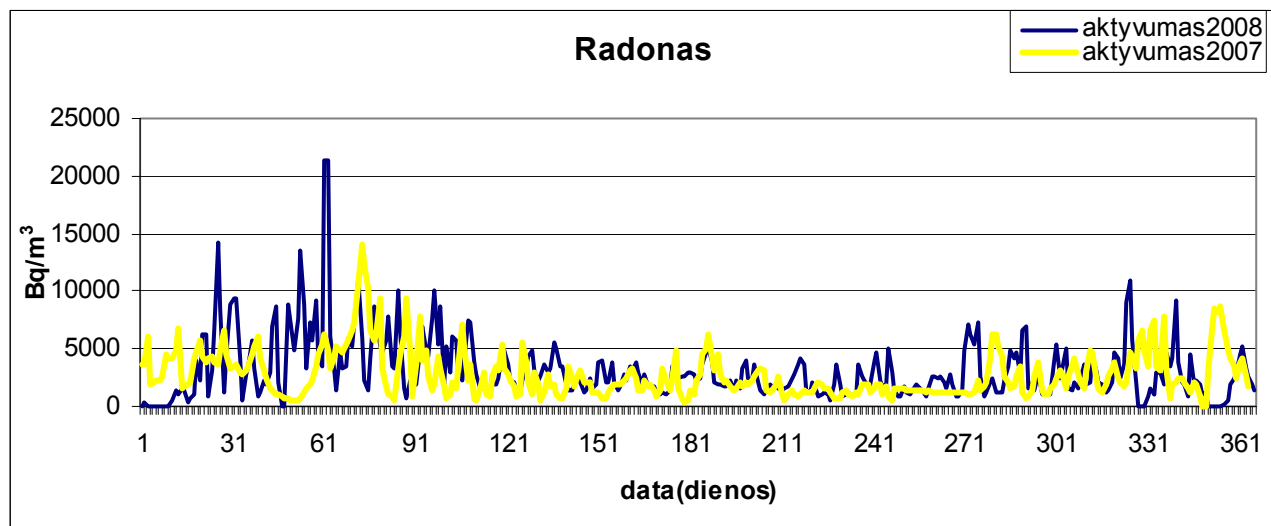
19 Pav. Gama spinduliuotės dozės matavimų duomenys 2008 metais

Gama dozės galios duomenų (nuo 0,05  $\mu\text{Sv/h}$  iki 0,078  $\mu\text{Sv/h}$ ) vertės neviršija foninių verčių. Tai patvirtina Prancūzijos CRIIRAD laboratorijos atlikti matavimai už Maišiagalos saugyklos teritorijos 2005 metais ir pateikti ataskaitoje [34].

### 10.3. Nuolatinis radono monitoringas

Maišiagalos saugyklos teritorijoje 5 m atstumu į pietvakarius nuo šulinio Nr. 3 įrengtas stacionarus Radono/torono RTM2100 matuoklis 1 m atstumu nuo žemės paviršiaus. Matuoklis susideda iš aukštos įtampos kameros su įmontuotu joje puslaidininkiniu detektoriumi. Jie sudaro elektrodų porą, kuriems paduodama aukšta įtampa. Šie elektrodai sukuria elektrostatinę lauką tarp kameros sienelės ir detektoriaus paviršiaus. Oras pro radono skilimo produktus sulaikantį filtrą patenka į matavimo kamerą. Skylant radonui susidaro jo skilimo produktai. Šie produktai nusėda ant puslaidininkinio detektoriaus paviršiaus. Detektoriumi registruojama alfa spinduliuotė.

Stacionarus radono matuoklis matuoja radono tūrinį aktyvumą pastoviai, šešis kartus per parą, fiksuodamas kompiuteryje integruotus rezultatus. Oras imamas iš saugyklos dangos sistemos specialią stebėjimo talpų, esančių šalia saugyklos. Radono matavimo duomenys per metus pateikti 20 Pav.



20 Pav. Radono tūrinio aktyvumo matavimų duomenys 2007 ir 2008 metais

2007 ir 2008 metais radono tūrinio aktyvumo kitimai yra gana panašūs. Metų bėgyje radono tūrinio aktyvumo verčių kitimai 2007 metais ir 2008 metais kito nuo kelių Bq/m<sup>3</sup> iki 10-12 tūkstančių Bq/m<sup>3</sup> su keliomis išimtimis pirmą ketvirtį, kai prietaisas fiksavo 15000 Bq/m<sup>3</sup> ir didesnes vertes. Didžiausi kitimai tiek paros metu, tiek ilgesniais laiko tarpais, užfiksuoti pirmą ir ketvirtą ketvirtį. Antrą ir trečią ketvirtį verčių kitimai yra daug mažesni. Tuos kitimus tikriausiai sąlygoja santykinės drėgmės kitimai, kurie pavasario ir žiemos mėnesiais yra didesni ir paros metu, ir ilgesniais laiko tarpais, palyginus su vasaros ir rudens mėnesiais.

#### **10.4. Radono aktyvumo grunto ore monitoringas dozimetriniais tikslais**

Pagal Maišiagalos saugyklos aplinkos monitoringo Programą reikia įvertinti  $^{222}\text{Rn}$  aktyvumo grunto ore padidėjimą, lyginant su natūraliu fonu. Tam tikslui kartą per metus  $^{222}\text{Rn}$  matuojamas šiose vietose:

- Virš saugyklos;
- Pelkėtame miške, rytinėje saugyklos pusėje;
- Virš užteršto B ploto (žiūr. 2 pav. ir 2 priedą Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos aplinkos monitoringo programoje), kur radono koncentracija yra didesnė nei natūralus fonas;
- Šalia sargų pastato;
- Dvi vietos fonui nustatyti (virš panašaus smėlėto grunto, daugiau kaip vieną kilometrą nuo saugyklos teritorijos).

RATA užsakymu šiuos matavimus atliko Radiacinės saugos centro Programų ir ekspertizės skyriaus darbuotojai. Darbai buvo atlikti 2008 metų rugsėjo mėn. 19 d, naudojant radono matuoklį Markus 10. Į dirvožemį buvo įkalamas strypas, per kurį grunto oras buvo siurbiamas iš 70cm gylio. Matavimo kameroje radono skilimo produktai elektriniame lauke nusėdavo ant Ortec Ultra silicio detektoriaus (plotas-100cm<sup>2</sup>, skiriamoji geba <16keV), kuris registruodavo skilimo metu spinduliuojamas  $\alpha$  daleles. Vieno kanalo impulsų analizatoriumi registruojamos tik  $^{218}\text{Po}$  spinduliuojamos  $\alpha$  dalelės. Vienas matavimas truko apie 10 minučių, matavimų paklaida buvo 10%. Mažiausias išmatuojamas radono tūrinis aktyvumas-1Bq/m<sup>3</sup>. ( Gauti duomenys ir vietų koordinatės, kuriose atlikti matavimai, pateikti 13-oje lentelėje).

**13 lentelė.** Radono tūrinio aktyvumo grunto ore matavimų rezultatai

Vietos koordinatės	Vieta	Radono tūrinis aktyvumas, Bq/m <sup>3</sup>	Matavimo neapibrėžtis, Bq/m <sup>3</sup>
61592 6083364	Miške prieš saugyklą prie kelio, esančio sanitarinės zonos stulpelio.	3000	±300
0561384 6084901	Miške apie 1 km nuo saugyklos šiaurės vakarų kryptimi.	6000	±600
0561600 6084396	Pelkėtame miške, rytinėje saugyklos pusėje.	1000	±100
0561464 6084042	Šalia sargų pastato.	4000	±400
0561540 6084321	Virš užteršto B ploto.	6000	±600
0561570 6084319	Prie kaupo pietinėje vidinės tvoros pusėje.	6000	±600

Lietuvos gruntuose radono yra nuo 5000 iki 140000 Bq/m<sup>3</sup>, smėlingame grunte - nuo 5000 iki 36000 Bq/m<sup>3</sup>[35]. Aplink Maišiagalos saugyklos teritoriją vyraujantis gruntas yra smėlis [36, 37]. Iš pateiktų lentelėje radono tūrinio aktyvumo grunto ore matavimo duomenų matyti, kad Maišiagalos saugyklos teritorijos grunto ore ir aplink ją 1 km spinduliu esančiame grunto ore radono kiekis neviršija Lietuvos gruntų ore vyraujančių radono verčių.

**10.5. Radono tūrinis aktyvumas ore**

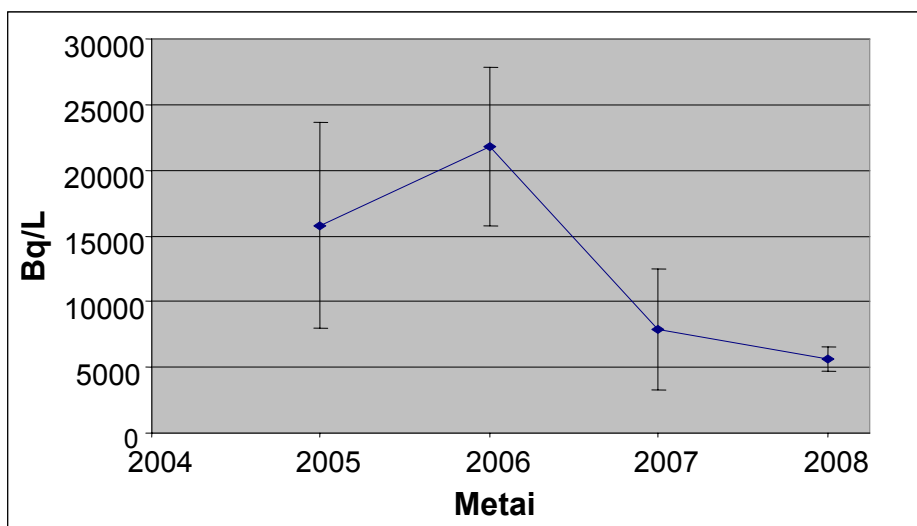
2008-09-19 - 2008-12-15 laikotarpiu ant saugyklos kaupo viršaus elektretu buvo matuojamas radono tūrinis aktyvumas ore. Elektretas, E-Perm integruojantis radono matavimo prietaisas sudarytas iš matavimo kameros, kurios dugne yra elektretas. Elektretas yra teflono diskas, įelektrintas iki 700V. Matavimas pradedamas, kamerą atidarius ir radonui ėmus difunduoti į kamerą. Difuzija vyksta pro filtrą, kuris nepraleidžia radono skilimo produktų. Radonui skylant, oras kameroje jonizuojamas, ir neigiami jonai nusėda ant elektreto paviršiaus. Dėl to jo potencialas mažėja. Matavimą baigus, kamera uždaroma. Specialiu matavimo prietaisu matavimo pradžioje ir pabaigoje nustatomas elektreto potencialas. Potencialų skirtumas yra proporcingas radono kiekiui patalpoje ir matavimo trukmei. RATA užsakymu šiuos matavimus ir skaičiavimus atliko Radiacinės saugos centro Programų ir ekspertizės skyriaus darbuotojai. Ant saugyklos kaupo viršaus išmatuota radono tūrinio aktyvumo ore vertė yra  $28 \pm 1$  Bq/m<sup>3</sup>. Gauta radono tūrinio aktyvumo vertė yra būdinga požemio oro sluoksnyje vyraujančioms vertėms [39]. Panašias vertes užfiksavo ir Prancūzijos CRIIRAD laboratorijos 2005 metais atlikti radono tūrinio aktyvumo ore virš saugyklos rūšio matavimai [34].

## 11. Dozių vertinimas 2008 metų rezultatų pagrindu

Vertinant gyventojų apšvitos pokyčius dėl apsauginių barjerų įrengimo, buvo atsižvelgiama į Lietuvos Respublikoje nustatytą radiacinės saugos kriterijų – gyventojų apribotoji metinė efektinė dozė eksploatuojant ir nutraukiant branduolinės energetikos objektus, kuriems priskiriama ir ši saugykla, yra 0,2 mSv [25]. Tais atvejais, kai šalia tokio pobūdžio objektų nėra gyventojų, poveikio vertinimui turi būti sudaryta menama kritinė grupė, kurios nariai potencialiai galėtų gyventi toje teritorijoje [26].

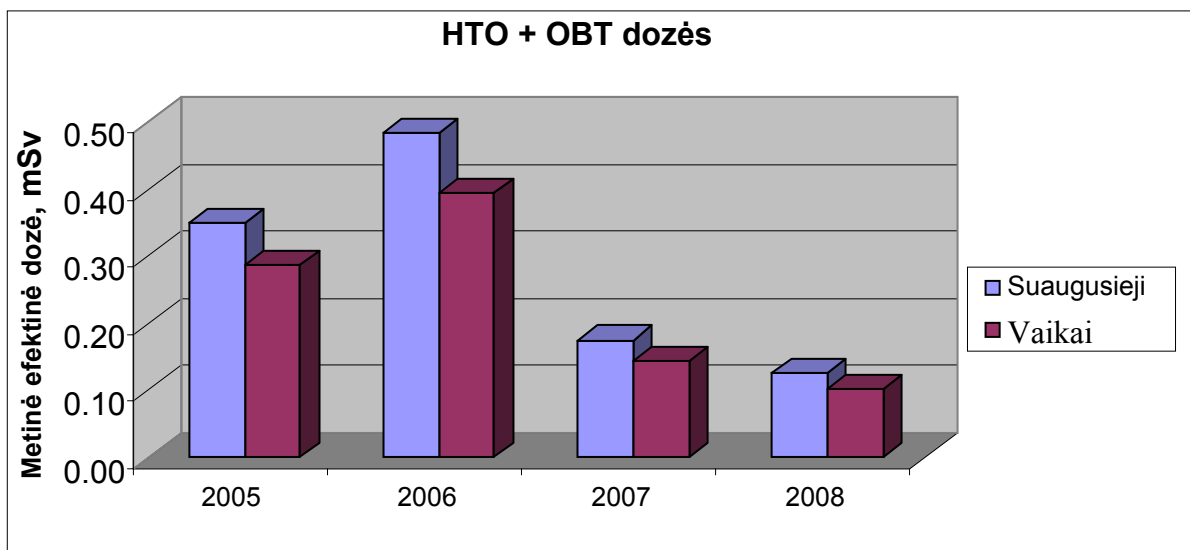
Atliekant dozių vertinimą bei jų kaitą dėl apsauginių barjerų įrengimo buvo taikomas paprasčiausias itin konservatyvus modelis, neįvertinantis radionuklidų sklaidos aplinkoje, tačiau atsižvelgiant į žmonių gyvenamosios bei mitybos ypatumus.

Kaip rodo Fizikos institute vykdomos stebėsenos rezultatai, įrengus naujuosius inžinerinius barjerus 2006 metais, tričio tūrinis aktyvumas saugyklos aplinkoje ir maksimalios taršos gręžinyje Nr. 4 ženkliai sumažėjo (21 Pav.).



21. Pav. Tričio tūrinio aktyvumo kaita gręžinyje Nr. 4.

Suaugusiųjų ir vaikų apšvitos kaita 2005-2008 metų laikotarpiu hipotetinio konservatyvaus geriamojo vandens iš gręžinio Nr. 4 scenarijaus atveju pateikta 22 Pav.



**22 Pav.** Suaugusiųjų (>17 m.) ir 7-12 m. amžiaus vaikų vidinės apšvitos dėl tričio maisto produktuose ir geriamajame vandenyje metinės efektingos dozės kaita 2005-2008 metais (geriamojo vandens iš gręžinio Nr. 4 scenarijus).

Akivaizdu, kad uždarytos Maišiagalos saugyklos inžinerinių barjerų įrengimas 2006 metais ženkliai sumažino gyventojų apšvitą, kuri buvo vertinama taikant ypač konservatyvų geriamojo vandens iš didžiausios taršos gręžinio scenarijų. Remiantis 2008 metų stebėsenos ir apšvitos vertinimo duomenimis galima teigti, kad pastaruoju metu efektinga apšvitos dozė dėl radioaktyviojo tričio yra ženkliai mažesnė (apie 2 kartus), lyginant su apribotosios dozės dydžiu.

Kitų radionuklidų indėlis kaupiamosios efektingos vidinės apšvitos dozės dydžiui buvo vertintas remiantis  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  ir  $^{239,240}\text{Pu}$  vandens mėginiuose 2008 metais išmatuotais tūrinio aktyvumo rezultatais. Šių radionuklidų indėliai metinei apšvitai dėl hipotetinio vandens vartojimo pateikti 14 lentelėje. Kaip matome, metinė dozė dėl šių radionuklidų patekimo į žmogaus organizmą su maistu sudaro  $3,4 \mu\text{Sv}$  arba  $0,0034 \text{ mSv}$ , t.y. 1,7% apribotosios metinės efektingos dozės.

**14 lentelė.** Kitų išmatuotų radionuklidų indėlis gyventojų metinės kaupiamosios efektinės vidinės apšvitos dozės dydžiui

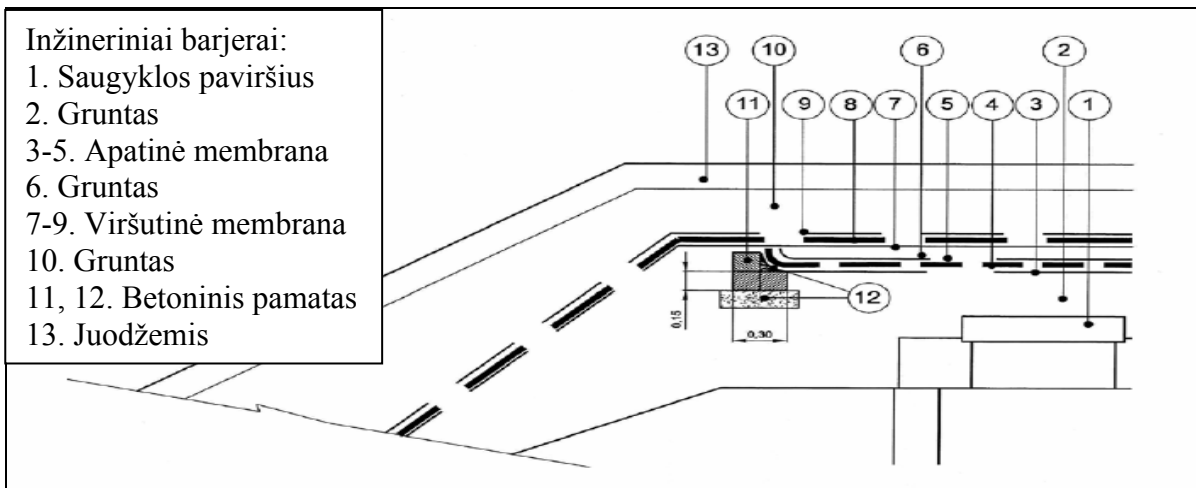
Radionuklidas/tūrinis aktyvumas	$e(g)_{int}, Sv Bq^{-1}$	Dozė, Sv/metai
$^{14}C$ C=4,3 Bq l <sup>-1</sup>	5,8E-10	2,3E-06
$^{137}Cs$ C=48 mBq l <sup>-1</sup>	1,3E-08	5,7E-07
$^{90}Sr$ C=17 mBq l <sup>-1</sup>	2,8E-8	4,3E-07
$^{90}Y$ C=17 mBq l <sup>-1</sup>	2,7E-9	4,2E-08
$^{238}Pu$ C=8 μBq l <sup>-1</sup>	2,3E-7	1,7E-09
$^{239,240}P$ C=46 μBq l <sup>-1</sup>	2,5E-7	1,0E-08
	<b>Iš viso</b>	3,4E-6

Pateiktieji duomenys rodo, kad naujai įrengti uždarytos Maišiagalos paviršinės saugyklos inžineriniai barjerai ženkliai sumažino apšvitą lyginant su Lietuvos Respublikoje nustatytu radiacinės saugos lygiu, kuris apibrėžtas taip, kad vidutinė gyventojų apšvitos apribotoji dozė eksploatuojant ir nutraukiant branduolinės energetikos objektus, kuriems priskiriama ir ši saugykla, yra 0,2 mSv metams. Būtina pažymėti, kad atliekant saugyklos poveikio gyventojams skaičiavimus, buvo taikomas paprasčiausias itin konservatyvus modelis, neįvertinantis radionuklidų sklaidos aplinkoje, tačiau atsižvelgiant į vietines sąlygas atitinkančius žmonių gyvenamosios bei mitybos ypatumus.

## **12. Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos radiacinės saugos būklės ilgalaikis vertinimas įrengus papildomus apsauginius inžinerinius barjerus**

Vykdamas ES PHARE projektą "Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos saugos įvertinimas ir pagerinimas", didelę patirtį radioaktyviųjų atliekų tvarkyme turinčios prancūzų kompanijos THALES ir ANDRA kartu su Lietuvos Energetikos ir Fizikos institutais, nustatė saugyklos techninę būklę, atliko stebėsenos rezultatų analizę [22]. Svarbiausias projekto etapas - naujų saugyklos apsaugos barjerų įrengimas. Pagal paruoštą projektą [23] virš radioaktyviųjų atliekų rūšio buvo įrengti papildomi apsauginiai inžineriniai barjerai – grunto ir dviejų vandeniu nelaidžių membranų sistema (23 Pav.).





**23 Pav.** Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos papildomi apsauginiai inžineriniai barjerai: grunto ir dviejų vandeniui nelaidžių membranų sistema.

Šiame darbe siekiama įvertinti radionuklidų sklaidos iš Maišiagalos saugyklos vandens keliu ir gyventojų apšvitos pokyčius dėl apsauginių barjerų įrengimo, atsižvelgiant į Lietuvos Respublikoje nustatytą radiacinės saugos kriterijų – gyventojų apribotoji metinė efektinė dozė eksploatuojant ir nutraukiant branduolinės energetikos objektus, kuriems priskiriama ir ši saugykla, yra 0,2 mSv metams [24]. Tais atvejais, kai šalia tokio pobūdžio objektų nėra gyventojų, poveikio vertinimui turi būti sudaryta menama kritinė grupė, kurios nariai potencialiai galėtų gyventi toje teritorijoje [25].

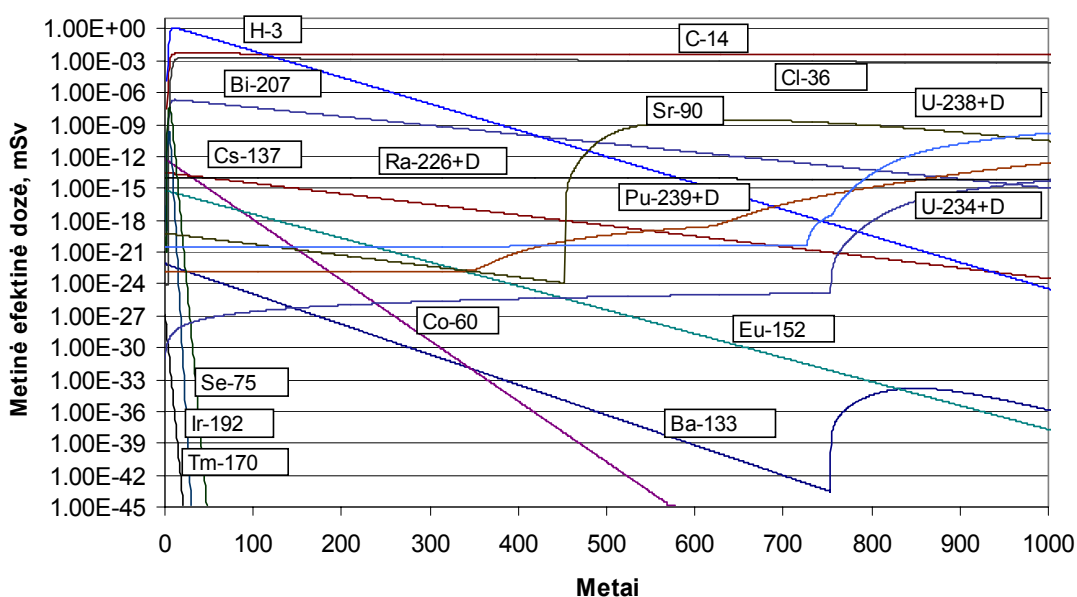
Prognozuojant žmonių apšvitą radioaktyviųjų medžiagų saugyklų aplinkoje scenarijai gali būti sudaromi ir atrenkami keliais būdais. Vertinant gyventojų apšvitą pagal TATENA dokumente [26] pateiktų scenarijų tipus, šiame darbe nagrinėjamas po saugyklos eksploatavimo nutraukimo (saugyklos uždarymo) radionuklidų išplovimo iš saugyklos scenarijus, kuris kitaip dar vadinamas radionuklidų sklaidos vandens keliu scenarijumi. Dėl kritulių infiltracijos vanduo skverbiasi per saugyklos inžinerinius barjerus. Iš saugyklos radionuklidai vandens srautu pernešami į hidrosferą, kuri sudaryta iš aeracijos zonos ir vandeningojo horizonto. Daroma prielaida, kad geologinės ir hidrogeologinės sąlygos yra stabilios per visą analizuojamą Maišiagalos saugyklos raidos laikotarpį, apimantį aktyvų (100 metų) ir pasyvų (200 metų) institucinės priežiūros bei vėlesnį laikotarpį, kurio metu būtų galimybė ilgaamžiams radionuklidams patekti į aplinką. Radionuklidų sklaidai iš paviršinės saugyklos ir gyventojų apšvitos metinei efektinei dozei vertinti buvo parinkti sekantys scenarijai.

**Scenarijus A - natūraliai degraduojantys inžineriniai barjerai.** Dėl natūralaus inžinerinių barjerų senėjimo, pastariesiems degraduojant, vandens infiltracijos procesai buvo vertinami, kaip nurodyta darbe [27].

**Scenarijus B - naujų saugyklos apsaugos inžinerinių barjerų įrengimas.** Pagal projektą [23] virš radioaktyviųjų atliekų rūšio 2006 metais buvo įrengti papildomi apsauginiai barjerai – grunto ir dviejų vandeniui nelaidžių membranų sistema, kaip nurodyta 23 Pav. Esant nuolatinei kontrolei bei membranų sistemos atnaujinimui daroma prielaida dėl nekintamos infiltracijos per inžinerinius barjerus iki aktyvios institucinės priežiūros laikotarpio (100 metų) pabaigos.

Radionuklidų sklaida buvo modeliuojama kompiuterine programa RESRAD-OFFSITE [28], kuri įvertina per saugyklos inžinerinius ir natūralius barjerus infiltracijos būdu radionuklidų patekimą į aeracijos zoną ir jos porose esančiu vandeniu tolimesnį pernešimą į vandeningąjį horizontą. Vandeningajame horizonte esančiu gruntiniu vandeniu radionuklidai sklinda vyraujančia kryptimi dėl advekcijos-dispersijos procesų. Galiausiai radionuklidai pasiekia biosferą, kurioje, patekus į geriamojo vandens šulinį ar gręžinį, tampa potencialiu gyventojų apšvitos šaltiniu. RESRAD-OFFSITE programa įvertina aplinkos ir žemės ūkio produkcijos taršos dėsnumus. Jos pagalba nustatoma skirtingo amžiaus žmonių išorinė ir vidinė apšvita bei onkologinių susirgimų rizikos faktorių dydžiai, atsižvelgiant į modelio parametrų tikimybinis skirstinius ir neapibrėžtumus.

RESRAD-OFFSITE kompiuterinė programa atsižvelgia į galimą dukterinių radionuklidų susidarymą, leidžia nustatyti kurie iš saugykloje saugomų radionuklidų turi didžiausią indėlį apribotosios dozės dydžiui (24 Pav.). Būtina pažymėti, kad iš saugyklos uždarymo metu buvusių radionuklidų [1], kaip rodo 24 Pav. pateikti skaičiavimo rezultatai, Maišiagalos saugyklos aplinkoje tik 3 radionuklidai lemtų potencialiai didžiausią žmonių apšvitą – tai  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  ir  $^{36}\text{Cl}$ , todėl toliau išsamiau nagrinėjami šių radionuklidų sklaidos ir žmonių apšvitos dėsniumai.



**24 Pav.** Radionuklidų sklaidos vandens keliu sąlygotų metinių efektinių dozių kaita (scenarijus A, šulinys 500 m atstumu nuo saugyklos vandens tekėjimo kryptimi).

Nagrinėjant žmonių apšvitą A ir B scenarijų atvejais buvo priimama, kad per 30 metų trukmės aktyvios institucinės priežiūros laikotarpį inžinieriniai barjerai dalinai išlaiko savo projektines charakteristikas, kaip nurodoma darbe [27]. Po 30 metų scenarijaus A atveju radionuklidų patekimas į aplinką tolygiai didės iki maksimalios reikšmės, kol degraduojantys barjerai visiškai suirs, o scenarijaus B atveju, vykdant apsauginių barjerų (grunto ir dviejų vandeniui nelaidžių membranų) sistemos nuolatinę priežiūrą, infiltracijos ir radionuklidų patekimo į aplinką greitis lieka pastoviu. RESRAD-OFFSITE pagalba, atsižvelgiant į vietines sąlygas atitinkančių parametrų neapibrėžtumus ir taikant matematinės statistikos metodus, buvo įvertinta  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$  radionuklidų sklaida ir gyventojų, naudojančių 100 m atstumu esančio šulinio vandenį, apšvita A ir B scenarijų atvejais. Metinių efektinių dozių vertinimo rezultatai pateikti 15 lentelėje.

**15 lentelė.** Svarbiausių apšvitą lemiančių radionuklidų metinės efektinės dozės, įvertintos taikant stochastinę aproksimaciją (radionuklidų išplovimo scenarijai, šulinys nutolęs 100 m nuo saugyklos)

Nuklidai	A scenarijus				B scenarijus			
	Po 50 metų nuo saugyklos uždarymo							
	Min	Max	Vidurkis	St.nuokr.	Min	Max	Vidurkis	St.nuokr.
H-3	2.23E-02	2.55E+00	3.78E-01	3.10E-01	1.18E-02	1.44E+00	2.06E-01	1.72E-01
C-14	6.19E-04	6.69E-02	1.25E-02	1.06E-02	3.25E-04	3.56E-02	6.64E-03	5.64E-03
Cl-36	2.83E-04	2.50E-02	4.63E-03	3.91E-03	1.54E-04	1.40E-02	2.52E-03	2.15E-03
<b>Iš viso</b>	<b>2.75E-02</b>	<b>2.61E+00</b>	<b>3.95E-01</b>	<b>3.18E-01</b>	<b>1.46E-02</b>	<b>1.47E+00</b>	<b>2.05E-01</b>	<b>1.76E-01</b>

Pateiktieji rezultatai rodo, kad metinių efektinių dozių vidutinės reikšmės scenarijaus A atveju viršija apribotą dozę. Papildomi apsauginiai inžineriniai barjerai (scenarijus B), esant tinkamai priežiūrai, užtikrins Lietuvos Respublikoje nustatytą radiacinės saugos lygį: gyventojų apribotoji metinė efektinė dozė eksploatuojant ir nutraukiant branduolinės energetikos objektus, kuriems priskiriama ir ši saugykla, yra 0,2 mSv metams. Pažymėtina, kad didžiausia apšvita per institucinės priežiūros laikotarpį sietina su mobiliuoju  $^3\text{H}$ .

## ***Išvados***

1. Pagrindinė gruntinio vandens tekėjimo kryptis 2008 metais išliko nepakitusi lyginant su ilgalaikių stebėjimų rezultatais. Ji buvo nukreipta į šiaurės-vakarų.
2. Ilgamečių duomenų (2005-2008 metų) analizė rodo aiškiai matomą tričio tūrinio aktyvumo mažėjimo tendenciją arčiausiai saugyklos kaupo įrengtuose gręžiniuose, kuri patvirtina 2006 metais įrengtų inžinerinių barjerų efektyvumą, pasireiškiantį kritulių infiltracijos, o kartu ir saugomų radionuklidų išplovimo, sustabdymu. Atskirais periodais stebimos tričio tūrinio aktyvumo variacijos sietinos su likutinio, jau patekusio į aplinką, radioaktyviųjų atliekų kiekio migracijos geostruktūroje aplink saugyklą ypatumais.
3. Radioanglies tūrinis aktyvumas gręžinio Nr. 4 vandenyje laikotarpiu nuo 2008 metų sausio iki liepos kito nuo  $3,1 \cdot 0,5 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$  iki  $4,3 \cdot 0,6 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ . Panašios  $^{14}\text{C}$  tūrinio aktyvumo šiame gręžinyje variacijos buvo stebimos ir 2006-2007 metais.
4. Gama spindulių  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  ir  $^{232}\text{Th}$  savitasis aktyvumas grunte aplink kaupą išlieka nepakitęs ir atitinka būdingas Lietuvos teritorijai vertes.
5. Tričio tūrinis aktyvumas beržų sulos ėminiuose palyginus su 2006 metais sumažėjo tris kartus ir tesiekia  $7,7 \pm 1,7 \text{ Bq l}^{-1}$ .
6. Išmatuoti cezio savitojo aktyvumo rezultatai nerodo jokio saugyklos poveikio miške augančioms uogoms ir grybams.
7. Aplinkos gama spinduliuotės matavimų rezultatai atitinka būdingas fonines vertes.
8. Vandens slūgsojimo gylis kinta verčių ruože nuo 8,71 m iki 10,00 m su slūgsojimo gylio mažėjimo tendencija paskutiniiais metų mėnesiais.
9. 42-o gręžinio vandens laidumo ir pH matavimų rezultatai rodo, atsižvelgiant į vyraujančią gruntinio vandens tekėjimo kryptį, kad rezervuaro aplinka nei rūgštinėmis, nei šarminėmis medžiagomis nėra teršiama. Vandens laidumo duomenų vertės yra daug mažesnės, negu leidžia higienos normos.
10. Radono tūrinio aktyvumo kitimai 2007 ir 2008 metais yra gana panašūs tiek paros metu, tiek ilgesniais laiko tarpais.
11. Maišiagalos saugyklos teritorijoje ir aplink ją vyraujantis gruntas yra smėlis. Smėlyje radono yra nuo 5000 iki 36000 Bq/m<sup>3</sup>. Gautos radono matavimo grunto ore vertės Maišiagalos saugyklos teritorijoje ir aplink ją 1 km. spinduliu atitinka būdingas smėlėtiems gruntams vertes.
12. Remiantis 2008 metų stebėsenos ir apšvitos vertinimo duomenimis galima teigti, kad pagal konservatyvų geriamojo vandens iš didžiausios taršos gręžinio scenarijų, efektinė apšvitos dozė dėl radioaktyviojo tričio yra ženkliai mažesnė (apie 2 kartus), lyginant su apribotosios dozės dydžiu.

13. Potencialios radionuklidų sklaidos vandens keliu iš Maišiagalos paviršinės saugyklos analizė parodė, kad iš visų saugojimui patikėtų radionuklidų pastaruoju metu pavojingais laikytini  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  ir  $^{36}\text{Cl}$ .

14. Vertinant galimą apribotosios dozės dydį ir kaitą Maišiagalos paviršinės saugyklos aplinkoje, nustatyta, kad scenarijaus A (natūraliai degraduojantys inžineriniai barjerai) atveju apribotosios dozės dydis gali siekti vidutinį 0,4 mSv dydį (kitimo ribos – nuo 0,03 mSv iki 2,6 mSv), o scenarijaus B (papildomi apsauginiai inžineriniai barjerai) atveju – 0,2 mSv (kitimo ribos nuo 0,02 mSv iki 1,5 mSv). Tokios plačios kitimo ribos susidaro dėl modelio ir parametrų neapibrėžtumų, turinčių įtakos apšvitos dozių dydžiams.

15. Pateikti rezultatai rodo, kad papildomi inžineriniai barjerai Maišiagalos paviršinės saugyklos aplinkoje, esant tinkamai priežiūrai, užtikrina Lietuvos Respublikoje nustatytą radiacinės saugos lygį: vidutinė metinė gyventojų apšvitos apribotoji dozė eksploatuojant ir nutraukiant branduolinės energetikos objektus, kuriems priskiriama ir ši saugykla, yra 0,2 mSv.

## Literatūra

1. Lithuanian Energy Institute, LEI. 2004 Radionuclide inventory at Maišiagala repository. *Report No. S/14-625.4.6-G-V:01*. Kaunas: 140 p.
2. Magill, J. 2003 *Nuclides.net* (An integrated environment for computations on radionuclides and their radiation. European Communities and Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg).
3. Baltrūnas D., Butkus D. and Remeikis V. (2001) Radionuklidų migracija iš Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų specialaus punkto, eksperimentiniai ir modeliniai vertinimai. *Sveikatos aplinka*, Priedas 3, 21-27.
4. Konstantinova M., Butkus D., Maceika E., Gudelis A. (2005) Studies of leakage of radionuclides from the radioactive waste reservoir and evaluation of possible internal irradiation. Environmental Engineering, the 6-th International Conference, May 26-27, 2005, Vilnius, Lithuania. Vol. 1, 122-128.
5. Mažeika J., Petrošius R., Jakimavičiūtė-Maselienė V., Butkus D., Konstantinova M., Remeikis V. and Baltrūnas D. (2003) Evaluation of processes and parameters governing radionuclide transfer in hydrogeological systems. *Environmental and Chemical Physics*, 25, 4, 191-201.
6. Išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2005 metų I-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2005 metų vasario 11 d. sutartį Nr. 3.3-5-3 (300S435).
7. Uždarytos Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2008 metų I-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2007 metų vasario 23 d. sutartį Nr. 3.3-7-4 (300S590).
8. Uždarytos Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2008 metų II-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2007 metų vasario 23 d. sutartį Nr. 3.3-7-4 (300S590).
9. Uždarytos Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2008 metų III-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2007 metų vasario 23 d. sutartį Nr. 3.3-7-4 (300S590).
10. Uždarytos Maišiagalos radioaktyviųjų atliekų saugyklos išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2008 metų IV-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2007 metų vasario 23 d. sutartį Nr. 3.3-7-4 (300S590).

11. Išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2005 metų IV-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2005 metų vasario 11 d. sutartį Nr. 3.3-5-3 (300S435).
12. Išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2006 metų I-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2006 metų sausio 30 d. sutartį Nr. 3.3-6-4 (300S562).
13. LST ISO 9698:1998/P:2006 en. Vandens kokybė. Tričio tūrinio aktyvumo nustatymas. Skysčio scintiliacijos skaičiavimo metodas.
14. LAND 36-2000. Normatyvinis dokumentas “Aplinkos elementų užterštumo radionuklidais matavimas – mėginių gama spektrinė analizė spektrometru, turinčiu puslaidininkinį detektorių“, Žin., 2000, Nr. 101-3208.
15. Išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2007 metų III-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2007 metų vasario 23 d. sutartį Nr. 3.3-7-4 (300S590).
16. Mažeika J. (2002) Radionuclides in geoenvironment of Lithuania. Vilnius, Geologijos institutas, 2002, 216 p.
17. LST ISO 9697:2004. Vandens kokybė. Bendrojo tūrinio beta aktyvumo matavimai mažai mineralizuotame vandenyje.
18. LST ISO 9696:2008. Vandens kokybė. Bendrojo tūrinio alfa aktyvumo matavimai mažai mineralizuotame vandenyje. Storo sluoksnio metodas (tapatus ISO 9696:2007).
19. LAND 64-2005. Normatyvinis dokumentas “Radioaktyvaus stroncio-90 nustatymas aplinkos elementų mėginiuose. Radiocheminis metodas”.
20. Analytical Procedure ACW03, Americium, Plutonium and Uranium in Water. Eichrom Technologies, Inc., March 27, 2002.
21. Normatyvinis dokumentas LAND 34 – 2000 “Radionuklidų nebekontroliuojamieji lygiai; medžiagų pakartotinio naudojimo ir atliekų šalinimo sąlygos“, Žin., 2000, Nr. 38-1075.
22. Safety Assessment and Upgrading of Maišiagala Repository (Lithuania). Upgraded Facility Safety Analysis Report, Vol. 2, 2005, 116 p.
23. Specialiojo radioaktyviųjų atliekų laidojimo punkto radioaktyviųjų atliekų rezervuaro žemės kaupo rekonstrukcija Bartkuškio kaime, Širvintų raj. Techninis projektas 1146-01: Vilnius 2006.
24. Lietuvos higienos norma HN 87:2002 “Radiacinė sauga branduolinės energetikos objektuose“, Žin., 2003, Nr. 15-624.



25. Normatyvinis dokumentas LAND 42 – 2007 “Radionuklidų išmetimo į aplinką iš branduolinės energetikos objektų ribojimo ir leidimų išmesti į aplinką radionuklidus išdavimo bei radiologinio monitoringo tvarkos aprašas“, Žin., 2007, Nr. 138-5693.
26. Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities Results of a coordinated research project. Vol. 1: Review and enhancement of safety assessment approaches and tools. IAEA, Vienna, 2004.
27. Mazeika J., Petrosius R., Jakimaviciute-Maseliene V., Baltrunas D., Mazeika K., Remeikis V., Sullivan T. Long-term Safety Assessment of a (near-surface) short-lived Radioactive Waste Repository in Lithuania. Nuclear Technology, vol. 161, 2008, 1-13.
28. RESRAD Family of Codes. <http://www.ead.anl.gov/resrad>.
29. Išsamių radiometrinių tyrimų atlikimas ir gautų rezultatų mokslinės analizės sukūrimas. Fizikos institutas, 2006 metų II-o ketvirčio mokslinė ataskaita pagal 2006 metų sausio 30 d. sutartį Nr. 3.3-6-4 (300S562).
30. S. Petkevičius „Grybų radiacinio užterštumo rizikos įvertinimas“, Rizikos vertinimo ir visuomenės informavimo centras, Kaunas, 2005 m.
31. 32. Robert Mokrik, Jonas Mažeika, Hidrogeochemija, Vilniaus universiteto leidykla, 2006 m.
33. N 48:2001 „Žmogaus vartojamojo žalio vandens kokybės higieniniai reikalavimai“.
34. Prancūzijos CRIIRAD laboratorijos 2005 metų atlikto aplinkos specialiajame monitoringo radioaktyviųjų atliekų laidojimo punkte, esančiame Širvintų rajone, ataskaita (anglų k.).
35. Bertil Clavensjo, Gustav Akerblom, Gendrutis Morkūnas. Radonas patalpose, Vilnius. Litimo, 1999.
36. Lietuvos geologija / Gailius R., Grigelis A., Jankauskas T.et. al.; sudarė Grigelis A. ir Kadūnas V. Vilnius, Mokslas, 1991, 447 p.
37. Guobytė R. (1998) The revision of Quarternary geological map of Lithuania in scale 1:200000. Vilnius, GSL.
38. Širvintų rajone, Bartkuškio miške esančio specialiojo radioaktyviųjų atliekų laidojimo punkto kietųjų atliekų rezervuaro (Maišiagalos saugyklos) saugos vertinimo ataskaita, 1T, 2006, 111 p.
39. R. Matuliūkštienė, N. Astrauskienė. Rasos susidarymo įtaka požemio oro sluoksnio savivalai. Konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ medžiaga, Vilnius, 2007 m.

**Priedas Nr. 1.****Lentelė. Ėminių paėmimo suvestinė**

Eil. Nr.	Informacija apie ėminių				Ėminių paėmęs asmuo (asmenys)
	Rūšis	Data	Vieta	Nustatoma analizė	
1	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
2	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 4	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
3	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 4	$^{14}\text{C}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
4	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
5	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
6	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
7	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
8	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
9	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
10	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 41p	$^3\text{H}, \alpha_{\Sigma}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
11	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
12	Vanduo	2008-01-31	Grėžinys 10z	$^3\text{H}, \alpha_{\Sigma}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
13	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
14	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 3	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
15	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 4	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
16	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 4	$^{14}\text{C}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
17	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
18	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
19	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
20	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
21	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
22	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
23	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
24	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
25	Vanduo	2008-02-23	Grėžinys 10z	$^3\text{H}, \alpha_{\Sigma}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
26	Vanduo	2008-02-23	Artezinis grėžinys	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
27	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 3	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
28	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 4	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
29	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 4	$\alpha_{\Sigma}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
30	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
31	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
32	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
33	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
34	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
35	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis

**Lentelės tęsinys**

Eil. Nr.	Informacija apie ėminį				Ėminių paėmęs asmuo (asmenys)
	Rūšis	Data	Vieta	Nustatoma analizė	
36	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
37	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
38	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 10z	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
39	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 6	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas
40	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 7	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas
41	Vanduo	2008-03-27	Grėžinys 8	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas
42	Sula	2008-04-02	3 km iki saugyklos	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
43	Sula	2008-04-02	Netoli sargų namelio saugyklos teritorijoje	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
44	Sula	2008-04-02	Apie 100 m į pietryčius nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
45	Sula	2008-04-02	Apie 50 m į pietryčius nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
46	Sula	2008-04-02	Apie 100 m į rytus nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
47	Sula	2008-04-02	Apie 50 m į rytus nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
48	Sula	2008-04-02	Apie 30 m į rytus nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
49	Sula	2008-04-02	Apie 100 m į šiaurės rytus nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
50	Sula	2008-04-02	Apie 50 m į šiaurės rytus nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
51	Sula	2008-04-02	Apie 30 m į šiaurės rytus nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
52	Sula	2008-04-02	Apie 30 m į šiaurę nuo kaupo	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
53	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
54	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 3	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
55	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 4	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
56	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 4	$^{14}\text{C}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
57	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
58	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
59	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
60	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
61	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis

**Lentelės tęsinys**

Eil. Nr.	Informacija apie ėminį				Ėminį paėmęs asmuo (asmenys)
	Rūšis	Data	Vieta	Nustatoma analizė	
62	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
63	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
64	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
65	Vanduo	2008-04-30	Grėžinys 10z	$^3\text{H}, \alpha_{\Sigma}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
66	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
67	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 3	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
68	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 4	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
69	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 4	$^{14}\text{C}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
70	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
71	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
72	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
73	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
74	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
75	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
76	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
77	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
78	Vanduo	2008-05-10	Grėžinys 10z	$^3\text{H}, \alpha_{\Sigma}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
79	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
80	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 3	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
81	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 4	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
82	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
83	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
84	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
85	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
86	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
87	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
88	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
89	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
90	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 10z	$^3\text{H}, \alpha_{\Sigma}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
91	Žemuogės	2008-06-09	100 m spinduliu	$\gamma, ^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
92	Žemuogės	2008-06-09	Prie Žaliųjų ežerų (foninis)	$\gamma, ^3\text{H}$	A. Gudelis
93	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 6	$\gamma, \beta_{\Sigma}$	G. Kandrotas
94	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 41	$\gamma, \beta_{\Sigma}$	G. Kandrotas
95	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 42	$\gamma, \beta_{\Sigma}$	G. Kandrotas
96	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 5	Pu	G. Kandrotas, A. Gudelis
97	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 6	Pu	G. Kandrotas, A. Gudelis

**Lentelės tęsinys**

Eil. Nr.	Informacija apie ėminį				Ėminių paėmęs asmuo (asmenys)
	Rūšis	Data	Vieta	Nustatoma analitė	
98	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 41	Pu	G. Kandrotas, A. Gudelis
99	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 42	Pu	G. Kandrotas, A. Gudelis
100	Vanduo	2008-06-09	Grėžinys 6	<sup>90</sup> Sr	G. Kandrotas, A. Gudelis
101	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 1	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
102	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 3	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
103	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 4	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
104	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 4	<sup>14</sup> C	G. Kandrotas, A. Gudelis
105	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 5	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
106	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 6	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
107	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 7	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
108	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 8	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
109	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 41	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
110	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 42	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
111	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 41p	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
112	Vanduo	2008-07-03	Grėžinys 42p	<sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
113	Vanduo	2007-07-03	Grėžinys 10z	<sup>3</sup> H, α <sub>Σ</sub>	G. Kandrotas, A. Gudelis
114	Gruntas	2008-07-03	5 m grėž.1-10z	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
115	Gruntas	2008-07-03	10 m grėž.1-10z	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
116	Gruntas	2008-07-03	15 m grėž.1-10z	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
117	Gruntas	2008-07-03	20 m grėž.1-10z	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
118	Gruntas	2008-07-03	40 m grėž.1-10z	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
119	Gruntas	2008-07-03	5 m grėž.4-6	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
120	Gruntas	2008-07-03	10 m grėž.4-6	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
121	Gruntas	2008-07-03	15 m grėž.4-6	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
122	Gruntas	2008-07-03	20 m grėž.4-6	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
123	Gruntas	2008-07-03	40 m grėž.4-6	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
124	Gruntas	2008-07-03	5 m grėž.4-7	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
125	Gruntas	2008-07-03	10 m grėž.4-7	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
126	Gruntas	2008-07-03	15 m grėž.4-7	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
127	Gruntas	2008-07-03	20 m grėž.4-7	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
128	Gruntas	2008-07-03	40 m grėž.4-7	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis
129	Gruntas	2008-07-03	5 m grėž.2-į pietus	γ, <sup>3</sup> H	G. Kandrotas, A. Gudelis

### Lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Informacija apie ėminiį				Ėminių paėmęs asmuo (asmenys)
	Rūšis	Data	Vieta	Nustatoma analizė	
130	Gruntas	2008-07-03	15 m grėž.2-į pietus	$\gamma$ , $^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
131	Gruntas	2008-07-03	20 m grėž.2-į pietus	$\gamma$ , $^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
132	Gruntas	2008-07-03	40 m grėž.2-į pietus	$\gamma$ , $^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
133	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
134	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
135	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
136	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
137	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
138	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
139	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
140	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
141	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
142	Vanduo	2008-08-22	Grėžinys 10z	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
143	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
144	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
145	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
146	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
147	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
148	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
149	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
150	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
151	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
152	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 10z	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
153	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 5	$^{90}\text{Sr}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
154	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 41	$^{90}\text{Sr}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
155	Vanduo	2008-09-22	Grėžinys 42	$^{90}\text{Sr}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
156	Brūknės	2008-09-22	100 m spinduliu	$\gamma$	G. Kandrotas
157	Grybai	2008-09-22	200 m spinduliu	$\gamma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
158	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 1	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
159	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 5	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
160	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 6	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
161	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 7	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis

### Lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Informacija apie ėminiį				Ėminių paėmęs asmuo (asmenys)
	Rūšis	Data	Vieta	Nustatoma analitė	
162	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 8	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
163	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 41	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
164	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 42	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
165	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
166	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
167	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 1	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
168	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 5	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
169	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 41p	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
170	Vanduo	2008-10-18	Grėžinys 42	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
171	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
172	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
173	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
174	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
175	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
176	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
177	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
178	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
179	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
180	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 10z	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
181	Vanduo	2008-11-17	Grėžinys 42p	$\gamma$ , $\beta_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
182	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 1	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
183	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 5	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
184	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 6	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
185	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 7	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
186	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 8	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
187	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 41	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
188	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 42	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
189	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 41p	$^3\text{H}$ , $\alpha_\Sigma$	G. Kandrotas, A. Gudelis
190	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 42p	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
191	Vanduo	2008-12-08	Grėžinys 10z	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis
192	Vanduo	2008-12-08	Artezinis grėžinys	$^3\text{H}$	G. Kandrotas, A. Gudelis