

**РАДИОЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ НА ПИТЕЙНИТЕ ВОДИ И
ДЪННИТЕ УТАЙКИ В РАЙОНА НА АЕЦ „КОЗЛОДУЙ”****Пенчо Стойчев***Технически университет - Габрово***RADIO-ENVIRONMENTAL MONITORING OF DRINKING WATER AND
BOTTOM SLUDGE IN THE AREA OF KOZLODUY NPP****Pencho Stoychev***Technical University of Gabrovo***Abstract**

The publication summarizes the results of the Radiation Monitoring of the Environment of the Kozloduy NPP in 2017. The results for total beta activity in the region's drinking water are analyzed. Data from the monitoring of bottom sludge is summarized. Comparisons have been made with the data from past years of operation of the NPP.

Keywords: Radiation Monitoring; Environment ; Kozloduy NPP; drinking water; bottom sludge.

ВЪВЕДЕНИЕ

Радиоecологичният мониторинг в АЕЦ “Козлодуй” е неделима част от безопасността на атомната централа, радиационната защита на населението и опазване на околната среда в района. Целта е да се даде точна и детайлна оценка на радиационните параметри на околната среда и локализиране на евентуалното влияние от експлоатацията на атомната централа върху населението и екосистемите в района на АЕЦ, в границите на установените норми.

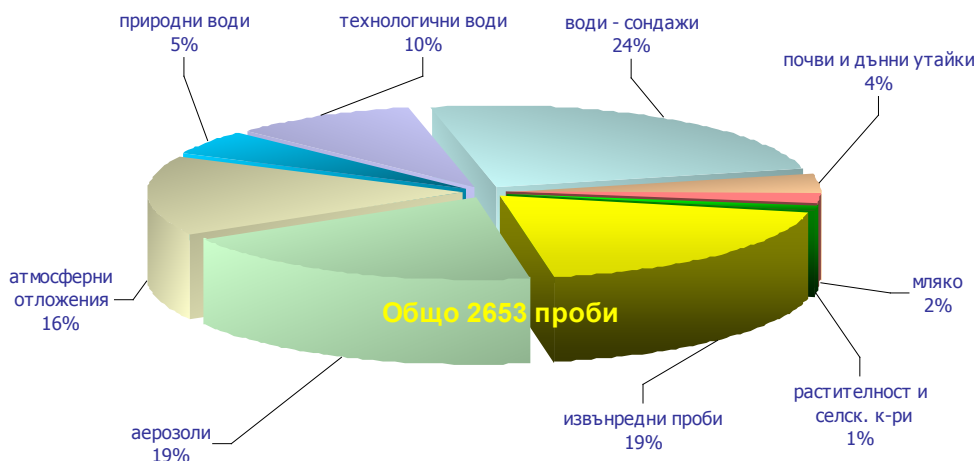
В този аспект резултатите от мониторинга се явяват огледало на безопасната експлоатация.

В публикацията са обобщени резултатите от радиационния мониторинг на околната среда на АЕЦ “Козлодуй” през 2017 година. Анализирани са резултатите за общата бета активност в питейните води на региона. Обобщени са данните от мониторинга на дънните утайки. Извършени са сравнения с данните от минали години на експлоатация на АЕЦ.

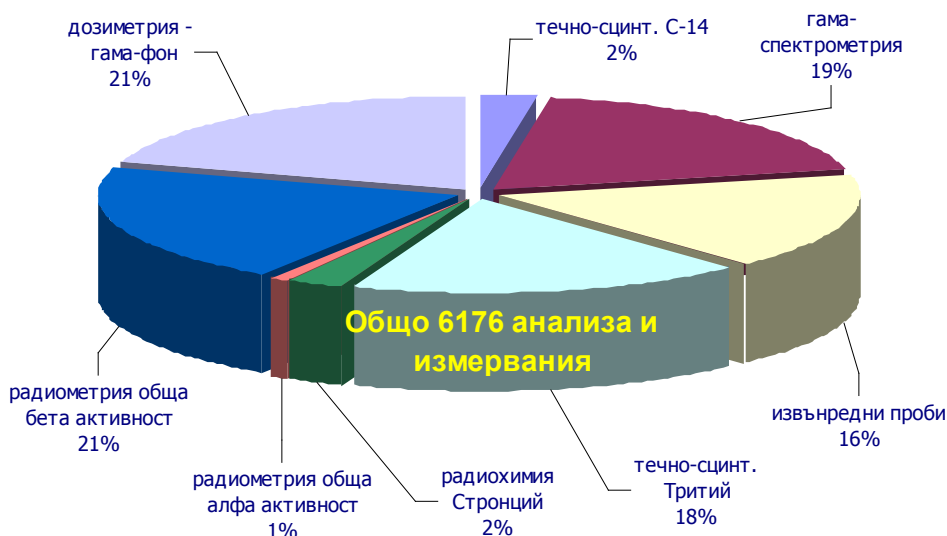
ИЗЛОЖЕНИЕ

През 2017 г. са изследвани общо 2653 проби от различни обекти на околната среда: въздух, води, почва, растителност, мляко, риба, селскостопански култури и др. Проведени са общо 4919 анализи за радиоактивност. Проведени са 1257 измервания на радиационния гама-фон в контролните постове и маршрутите с преносими дозиметрични прибори и термо-луминисцентни дозиметри (TLD). Анализирани са 5 проби от дебалансни води и 19 проби от аерозолни филтри от вентилационните тръби на ЕП-2 за техногенни радионуклиди (Pu, Am, Cm). Изследвани са общо 530 извънредни проби от обекти на площадката и околната среда.

Структурата на пробоотбора и проведените анализи за 2017 г. са дадени на Фиг. 1 и 2.



Фиг. 1. Структура на пробоотбора (%) в общия обем радиоекOLOGичен мониторинг, 2017 г



Фиг.2. Дял на видовете анализи и измервания (%) в общия обем радиоекOLOGичен мониторинг, 2017 г

Изпълнението на предвидения обем на радиоекOLOGичен мониторинг е над 93.8 %.

Резултатите от ведомственият радиационен мониторинг се верифицират с независимите радиоекOLOGични изследвания на ИАОС/МОСВ и НЦРРЗ/МЗ [1]. Установява се съответствие с националното законодателство и се анализират тенденциите в радиационната обстановка [2].

Питейна вода

Особено внимание се обръща и на питейните водоизточници в района на АЕЦ. Питейната вода за гр.Козлодуй, с.Хърлец, АЕЦ “Козлодуй” и гр.Оряхово е изследвана ежемесечно за обща бета-активност и тритий.

Два пъти през годината са определяни ^{90}Sr и ^{137}Cs в каптажните кладенци за Козлодуй, АЕЦ, II-ра помпена станция АЕЦ и Хърлец и четири пъти годишно във водопроводната мрежа на гр.Оряхово. Методите за анализ на питейната вода са аналогични с тези, използвани за анализ на природни повърхностно течащи води [3].

През 2017 г. са анализирани общо 47 проби от питейна вода, а броят на проведените анализи е 114 – съответно 10 гамаспектрометрични, 47 радиометрични за обща бета активност, 47 течно-сцинтилационни за тритий и 10 с радиохимично изолиране на стронций. Резултатите от анализите са представени в Табл. 1.

Таблица 1. Обща бета радиоактивност на питейна вода, 2017 г., Вq/l

Месец	Място на вземане на пробата				
	Каптажен к-ц гр. Козлодуй	Каптажен к-ц АЕЦ	Каптажен к-ц II помп. АЕЦ	Каптажен к-ц с. Хърлец	водопровод - гр. Оряхово
Януари	0.051 ±0.007		0.075 ±0.009	0.030 ±0.008	0.036 ±0.009
Февруари	0.052 ±0.010	0.067 ±0.017	0.047 ±0.008	0.024 ±0.006	0.051 ±0.010
Март	0.067 ±0.011	0.077 ±0.016	0.032 ±0.006	0.031 ±0.006	0.047 ±0.010
Април	0.081 ±0.016	< 0.045	0.040 ±0.011	-	< 0.032
Май	0.054 ±0.011	0.066 ±0.015	0.045 ±0.009	-	0.030 ±0.009
Юни	0.047 ±0.009	< 0.045	0.038 ±0.009	-	0.025 ±0.005
Юли	0.055 ±0.009	0.065 ±0.017	0.042 ±0.009	-	< 0.032
Август	0.031 ±0.010	< 0.054	0.037 ±0.011	-	0.046 ±0.012
Септември	0.027 ±0.005	< 0.051	0.068 ±0.011	-	0.052 ±0.012
Октомври	-	< 0.050	< 0.032	-	< 0.029
Ноември	-	0.073 ±0.012	0.066 ±0.010	-	0.058 ±0.013
Декември	-	0.17 ± 0.025	< 0.036	-	0.061 ±0.017

Резултатите за обща бета активност в питейни води през 2017 са в границите 0.024 ÷ 0.17 Вq/l, средно 0.051 Вq/l. Активността на тритий във всички анализирани проби през 2017 г. е варираща в диапазона от < 2.3 ÷ < 3.0 Вq/l, средно < 2.6 Вq/l. Стойностите са много по-ниски от допустимите норми за питейна вода: 1 Вq/l обща бета-активност и 100 Вq/l за тритий, Наредба №9/16.03.2001 г. Получените резултати са аналогични и съизмерими с тези от предходните години.

През 2017 г. не са анализирани проби ежемесечно от каптажен кладенец “Козлодуй” поради не осигурен достъп, и каптажен кладенец “Хърлец”, който ползва водите на гореспоменатия.

За 2017 г. активността на ¹³⁷Cs във всички анализирани проби е под МДА (< 0.6 ÷ < 0.8) mВq/l.

Активността на ⁹⁰Sr в питейни води през 2017 г. е варираща в диапазона < 0.4 ÷ 2.9 mВq/l.

Резултатите са сходни с тези от предишни години и са около 1000 пъти по-ниски от законовите норми (ОНРЗ-2012).

Дънни утайки от природни водоеми

Дънните утайки (седименти) са важен екологичен индикатор за акумулиране на радиоактивност в природните водоеми. Те са част от хранителната верига във водната екосистема и изследването им дава информация за въздействието на АЕЦ върху водните басейни в района.

Пробоотборът се извършва в 7-те контролни постове тип “С” на откритите водоеми в района, на същите контролни точки като на водите. Пробите са изсушавани до постоянно тегло, пресявани са през сито с диаметър на отворите 2 mm и са хомогенизирани. Аликвотни части от подготвените проби са анализирани гама-спектрометрично и радиометрично, както следва:

- 500 g проба се гама-спектрометрира директно за време на измерване 60000 s, МДА за ^{137}Cs варира в диапазона $0.27 \div 0.54$ Bq/kg a.d.w (въздушно сухо тегло).

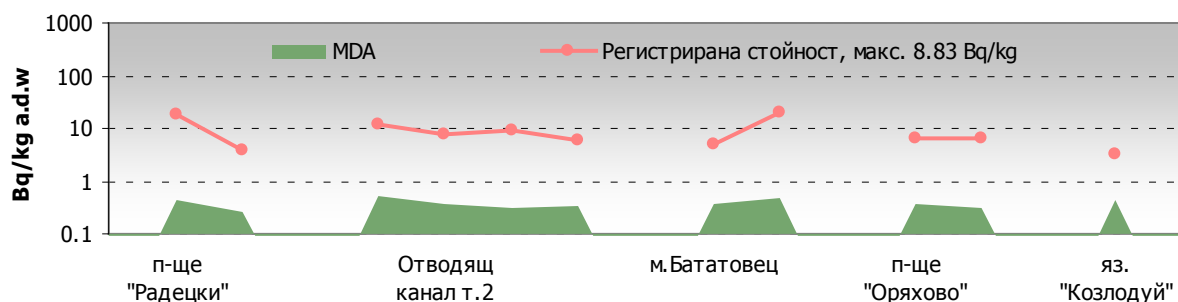
- 200 g проба е използвана за определяне на ^{90}Sr . Определянето се основава на радиохимично изолиране на радиостронция от пробата, разделяне от калций с натриева основа и течно-сцинтилационно спектрометриране на ^{90}Y след установено радиоактивно равновесие в режим на измерване “Черенково броене” (водна среда, без коктейл). При измерване 10000 s, МДА е средно 0.092 Bq/kg a.d.w.

Резултатите за дънни утайки (ДУ) от водоемите през 2017 г. са представени в Табл. 2 и Фиг. 3.

Измереният през 2017 г. ^{137}Cs в дънни утайки от р. Дунав е в граници $3.7 \div 19.2$ Bq/kg a.d.w., стойности съизмерими с резултатите от предишни години. Максималната стойност е измерена в проба от “Бататовец” през месец септември. Обобщени данни за 21 г. период са представени в Табл. 3.

Таблица 2. Обобщени данни за мониторинга на дънни утайки, 2017 г.

<u>Дънни утайки</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Пробоотбор в пунктовете за природни води ✓ Взети са: 13 <u>проби</u> с проведени 24 <u>анализа</u> /13 гама-спектрометрични и 11 с радиохимично изолиране на стронций/ <p style="text-align: center;"><u>РЕЗУЛТАТИ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Активност на ^{137}Cs в диапазона 3.1-19.2 Bq/kg a.d.w. ✓ Активност на ^{90}Sr в диапазона 0.12-1.92 Bq/kg a.d.w.
	<p style="text-align: center;"><u>ОБОБЩЕНИЕ:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Резултатите са сходни в дългосрочен план. Флуктуациите в активността се дължат на нехомогенност на пробоотбора, типично за този вид проби. ➤ Измерените активности на ^{137}Cs са много ниски, съпоставими с почвите в района.



Фиг. 2. Активност на ^{137}Cs (Bq/kg a.d.w.) в дънни утайки от открити водоеми, 2017 г.

Варирането на активността в измерените проби в относително широки граници се дължи на невъзможността да се осигури пробоотбор от едно и също място, респективно представителност на пробите. Причината за това са промените в нивото на реката и локалният характер на замърсяванията.

През 2017 г. за дънните утайки от отводящ канал – АЕЦ активността на ^{137}Cs варира от 6.1 до 12.3 Bq/kg a.d.w. Както е видно от обобщените резултати в таблицата, през минали години има съпоставимост на данните от горното и долно течение.

Таблица 3. Данни за активност на ^{137}Cs в дънни утайки от р. Дунав, 1996-2017 г., Bq/kg a.d.w. [4]

Година	Преди АЕЦ “Козлодуй”		След АЕЦ “Козлодуй”	
	Диапазон	Средна стойност	Диапазон	Средна стойност
1996	12.5-35.0	23.8	0.18-74.1	24.2
1997	15.2-70.9	43.1	0.20-61.6	25.4
1998	10.5-22.1	16.3	0.37-58.0	16.1
1999	13.7-15.4	14.6	0.39-28.8	11.0
2000	10.0-31.0	19.0	0.40-98.0	17.0
2001	17.8-25.7	22.8	0.61-13.3	6.0
2002	18.0-22.0	20.0	0.32-23.1	10.3
2003	5.63-24.0	14.8	0.38-37.1	12.8
2004	1.69-26.4	14.1	1.22-43.2	18.4
2005	0.59-29.6	19.4	0.52-28.4	13.5
2006	21.9-24.3	23.1	0.61-15.6	7.8
2007	4.6	4.6	0.37-31.1	10.6
2008	1.4-4.2	2.8	6.9-26.3	13.3
2009	6.9-16.3	11.6	0.87-16.0	8.3
2010	17.8-20.5	19.1	4.7-19.0	12.5
2011	7.1 ÷ 10.1	8.6	3.7-48.2	13.5
2012	13.9-18.5	16.2	5.1-33.5	11.5
2013	4.8-6.04	5.43	6.0-67.7	20.9
2014	16.6	16.6	6.4-14.4	9.5
2015	18.0-22.0	20.0	0.32-23.1	10.3
2016	5.63-24.0	14.8	0.38-37.1	12.8
2017	3.7-17.9	10.8	6.1-19.2	9.0

Това показва, че не може еднозначно да се определи радиоекOLOGичното влияние от АЕЦ “Козлодуй” върху басейна на р. Дунав. Измерените стойности са много ниски и не представляват екологичен риск за водната екосистема. В голяма степен техногенните замърсявания се дължат на акумулирана в дънните утайки “стара” активност от ядрените тестове и аварията в АЕЦ “Чернобил”. Изотопът ^{134}Cs и друга техногенна активност не са детектирани в пробите (МДА ср. < 0.65 Bq/kg a.d.w.). За яз. “Козлодуй” ^{137}Cs е 3.1 Bq/kg a.d.w.

Активността на ^{90}Sr в дънни утайки от природни водоеми е в диапазона 0.12 ÷ 1.92 Bq/kg a.d.w. Максималната стойност е в проба от язовир “Козлодуй”. Данните са съ

поставими с минали години.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

✓ Програмите за радиоекOLOGичен мониторинг са изпълнени успешно, в нужния обем при осигурено качество на анализите. Обемът и организацията на мониторинга удовлетворява напълно критериите на страните с развита ядрена енергетика и добрата лабораторна практика.

✓ Проведеният през 2017 г. радиоекOLOGичен мониторинг установява съответствие на състоянието на околната среда около АЕЦ с изискванията на нормативната база в областта на радиационната защита и опазването на околната среда. Няма отклонение на радиационните показатели над допустимите норми.

✓ Сравнението на данните за 2017 г. с тези от минали години и от преди пуска на централата доказва отсъствието на неблагоприятни тенденции в радиоекOLOGичната обстановка вследствие работата на АЕЦ “Козлодуй”. Радиационните показатели са в нормални граници, с характерни за района фонове стойности.

✓ Радиационната обстановка в 100 km зона е стабилна и благоприятна.

✓ Радиационният статус на питейните водоизточници в района не е повлиян от работата на АЕЦ “Козлодуй” и отговаря напълно на санитарните норми.

✓ Резултатите през 2017 г. показват минимално влияние в някои от дънните утайки в локален участък след заустването на отводящ канал – АЕЦ. Регистрираните активности ^{137}Cs се дължат на акумулиране, вследствие експлоатацията на атомната централа.

✓ Като цяло радиационния статус на седиментите от р. Дунав в района е с характерни за природните водоеми нива, не повлиян значимо от изхвърлянията на АЕЦ “Козлодуй”.

REFERENCE

- [1] Ordinance on the conditions and procedures for determining the special statutory areas around nuclear facilities and sites with sources of ionizing radiation, Decree of the Cabinet of Ministers № 187 / 28.07.2004.
- [2] Law on Environmental Protection. State Gazette № 91 / 25.09.2002, ...№ 101 / 22.12.2015.
- [3] Program for radiation monitoring of the environment during operation of NPP "Kozloduy". 2012, NPP "Kozloduy".
- [4] Results of radio-ecological monitoring NPP "Kozloduy". 2017, Nuclear regulatory agency.