

INFORMACJA

o wpływie działalności ZUOP na zdrowie ludzi, środowisko oraz o uwolnieniach substancji promieniotwórczych – raport za rok 2024

Wstęp

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych – Przedsiębiorstwo Państwowe (dalej: ZUOP) to przedsiębiorstwo użyteczności publicznej i jedyna w Polsce instytucja powołana do wykonywania działalności w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, a przede wszystkim do zapewnienia stałej możliwości składowania odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego. ZUOP posiada i eksploatuje jedyne w Polsce składowisko odpadów promieniotwórczych - Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie. Z uwagi na unikatowy, w skali kraju, charakter działalności, ZUOP jest strategicznym przedsiębiorstwem zapewniającym właściwe postępowanie z odpadami promieniotwórczymi, wypalonym paliwem jądrowym a także z materiałami jądrowymi, źródłami promieniotwórczymi i innymi substancjami promieniotwórczymi.

Zgodnie z wymaganiami zawartymi w ustawie z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (Dz.U. 2024 poz. 1277) dyrektor ZUOP zamieszcza na stronie internetowej, nie rzadziej niż co 12 miesięcy, informacje o:

- wpływie działalności wykonywanej przez ZUOP na zdrowie ludzi i na środowisko oraz o wielkości i składzie izotopowym uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska w związku z wykonywaniem działalności (art. 32c ust. 2),
- stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej obiektów jądrowych ZUOP, ich wpływie na zdrowie ludzi i na środowisko naturalne oraz o wielkości i składzie izotopowym uwolnień substancji promieniotwórczych z obiektów jądrowych do środowiska (art. 35a ust. 2),
- stanie ochrony radiologicznej Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie, jego wpływie na zdrowie ludzi i na środowisko oraz o wielkości i składzie izotopowym uwolnień substancji promieniotwórczych ze składowiska do środowiska (art. 55c ust. 2 pkt 1).

Niniejszy dokument stanowi realizację tych obowiązków.

1. Wykaz obiektów ZUOP zawartych w opracowaniu

1. obiekt 35 – Stacja Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych:
 - a) instalacje zatężania ciekłych odpadów metodą wyparną,
 - b) instalacje oczyszczania ciekłych odpadów metodą odwróconej osmozy,
 - c) instalacje cementowania koncentratów promieniotwórczych,
 - d) instalacje prasowania stałych odpadów niskoaktywnych,
 - e) stanowisko do dekontaminacji,
 - f) stanowisko do unieszkodliwiania czujek dymu,
 - g) pracownie izotopowe klasy III.
2. obiekt 35b – Magazyn ciekłych odpadów nisko- i średnioaktywnych
3. obiekt 51 – zbiorniki magazynowe na ścieki niskoaktywne
4. zbiornik ZR1 – zbiornik magazynowy na ścieki niskoaktywne
5. zbiornik ZR2 – zbiornik magazynowy na ścieki niskoaktywne
6. obiekt nr 19 – przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego
7. obiekt nr 19a – przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego
8. obiekt R1 – budynek reaktora badawczego EWA w likwidacji:
 - a) komora operacyjna do kapsułowania wypalonego paliwa jądrowego,
 - b) pracownia izotopowa klasy I,
 - c) pracownia izotopowa klasy Z,
 - d) pralnia odzieży skażonej,
 - e) laboratorium analiz radiometrycznych,
 - f) laboratorium chemiczne,
 - g) instalacja rozdrabniania elementów po demontażu źródeł z izotopowych czujek dymu,

2. Wielkość i skład izotopowy uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska w związku z wykonywaniem działalności ZUOP

Poziom narażenia ogółu ludności na promieniowanie jonizujące związany z działalnością ZUOP jest oceniany na podstawie wyników pomiarów przedstawionych w poniższych tabelach.

Tabela 1. Stężenie całkowitej promieniotwórczości beta w aerozolach powietrza pobranych w obiektach 35, 35b i 51.

L.p.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m ³]	Stężenie całkowitej promieniotwórczości β [Bq/próbkę]	Stężenie całkowitej promieniotwórczości β [Bq/m ³]
1.	przepompownia w obiekcie 35	28.02.2024	50	0,740 ± 0,08	0,015 ± 0,002
2.		30.08.2024	100	0,965 ± 0,100	0,010 ± 0,001
3.	hala obiektu 35 pkt.1	14.02.2024	100	4,27 ± 0,42	0,043 ± 0,004
4.		05.04.2024	100	0,43 ± 0,05	0,0043 ± 0,0005
5.		18.07.2024	110	0,11 ± 0,02	0,001 ± 0,0001
6.		30.10.2024	100	0,018 ± 0,005	0,00018 ± 0,00005
7.	hala obiektu 35 pkt.2	28.02.2024	100	5,55 ± 0,55	0,055 ± 0,005
8.		25.04.2024	100	11,34 ± 1,11	1,134 ± 0,011
9.		30.07.2024	110	2,84 ± 0,28	0,026 ± 0,003
10.		25.10.2024	100	0,087 ± 0,014	0,00087 ± 0,00014
11.	hala obiektu 35 pkt.3	28.02.2024	100	0,15± 0,02	0,0015± 0,0002
12.		05.04.2024	100	0,28± 0,03	0,0028± 0,0003
13.		30.07.2024	110	0,05± 0,01	0,0010± 0,0001
14.		25.10.2024	100	0,301± 0,034	0,00301± 0,00034

L.p.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m ³]	Stężenie całkowitej promieniotwórczości β [Bq/próbę]	Stężenie całkowitej promieniotwórczości β [Bq/m ³]
15.	hala obiektu 35 pkt.4	28.02.2024	50	$0,25 \pm 0,03$	$0,005 \pm 0,001$
16.		25.04.2024	100	$0,68 \pm 0,07$	$0,0068 \pm 0,0007$
17.		30.07.2024	110	$<0,014$	$<0,0001$
18.		25.10.2024	100	$0,214 \pm 0,025$	$0,00214 \pm 0,00025$
19.	obiekt 35 instalacja wyparna	28.02.2024	50	$0,410 \pm 0,040$	$0,0080 \pm 0,0010$
20.		30.08.2024	100	$0,469 \pm 0,050$	$0,0050 \pm 0,0005$
21.	obiekt 35 zbiornik przy instalacji osmozy	05.04.2024	60	$7,77 \pm 0,77$	$0,129 \pm 0,013$
22.		30.08.2024	100	$8,90 \pm 0,88$	$0,089 \pm 0,009$
23.	zbiornik R3 - obiekt 35b poziom -9,0 m	14.02.2024	100	$0,60 \pm 0,06$	$0,006 \pm 0,0006$
24.		25.10.2024	100	$0,17 \pm 0,02$	$0,0017 \pm 0,0002$
25.	obiekt 35b poziom 0,0 m	28.02.2024	50	$<0,014$	$<0,00028$
26.		30.07.2024	110	$0,21 \pm 0,03$	$0,0020 \pm 0,0002$
27.	obiekt 35b przepompownia	05.04.2024	50	$0,18 \pm 0,02$	$0,0040 \pm 0,0005$
28.		15.11.2024	60	$0,115 \pm 0,018$	$0,0019 \pm 0,0003$
29.	obiekt 51	10.05.2024	50	$0,85 \pm 0,09$	$0,017 \pm 0,002$

Uwagi: Podano rozszerzone niepewności wyników pomiarów (dla współczynnika rozszerzenia $k=2$, przy poziomie ufności ok. 95%).

Tabela 2. Stężenie izotopów gamma promieniotwórczych w aerozolach powietrza pobranych w obiektach 35, 35b i 51.

L.p.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m³]	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [mBq/m³]	Granica detekcji [mBq/m³]
1.	obiekt 35 przepompownia	28.02.2024	50	¹³⁷ Cs	1,15 ± 0,23	0,29
2.		30.08.2024	100	¹³⁷ Cs	0,97 ± 0,09	0,09
3.	hala obiektu 35 pkt.1	14.02.2024	100	¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	2,09 ± 0,15 2,40 ± 1,50	0,14 1,67
4.		05.04.2024	100	¹³⁷ Cs	0,95 ± 0,12	0,14
5.		18.07.2024	110	¹³⁷ Cs	4,35 ± 0,16	0,09
6.		30.10.2024	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
7.	hala obiektu 35 pkt.2	28.02.2024	100	¹³⁷ Cs ⁴⁰ K ²¹⁰ Pb	8,31 ± 0,26 3,96 ± 1,54 1,38 ± 0,80	0,15 1,68 1,24
8.		25.04.2024	100	¹³⁷ Cs	0,87 ± 0,12	0,15
9.		30.07.2024	110	¹³⁷ Cs	0,16 ± 0,06	0,08
10.		25.10.2024	100	¹³⁷ Cs ²¹⁰ Pb	0,21 ± 0,08 1,07 ± 0,54	0,10 0,82
11.	hala obiektu 35 pkt.3	28.02.2024	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
12.		05.04.2024	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
13.		30.07.2024	110	²¹⁰ Pb	0,61 ± 0,42	0,59
14.		25.10.2024	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
15.	hala obiektu 35 pkt.4	28.02.2024	50	¹³⁷ Cs	0,97 ± 0,22	0,31
16.		25.04.2024	100	¹³⁷ Cs ²²⁶ Ra	0,51 ± 0,11 3,58 ± 1,86	0,15 2,90

L.p.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m³]	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [mBq/m³]	Granica detekcji [mBq/m³]
17.		30.07.2024	110	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
18.		25.10.2024	100	¹³⁷ Cs	0,38 ± 0,08	0,11
19.	obiekt 35 instalacja wyparna	28.02.2024	50	⁴⁰ K	15,7 ± 7,2	7,8
20.		30.08.2024	100	Wszystkie izotopy	Poniżej dolnej granicy detekcji	
21.	obiekt 35 zbiornik przy instalacji osmozy	05.04.2024	60	¹³⁷ Cs	12,6 ± 0,4	0,25
22.		30.08.2024	100	¹³⁷ Cs	6,59 ± 0,20	0,10
				²¹⁰ Pb	1,58 ± 0,61	1,04
			²⁴¹ Am	0,24 ± 0,06	0,10	
23.	zbiornik R3 - obiekt 35b poziom -9,0 m	14.02.2024	100	²¹⁰ Pb	6,63 ± 0,82	1,30
24.		25.10.2024	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
25.	obiekt 35b poziom 0,0 m	14.02.2024	50	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
26.		30.07.2024	110	¹³⁷ Cs	0,10 ± 0,06	0,07
	²¹⁰ Pb			2,92 ± 0,51	0,74	
27.	obiekt 35b przepompownia	05.04.2024	50	¹³⁷ Cs	0,45 ± 0,21	0,29
				²¹⁰ Pb	6,85 ± 1,77	2,65
28.		15.11.2024	60	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
29.	obiekt 51	10.05.2024	50	¹³⁷ Cs	7,88 ± 0,31	0,22
				²¹⁰ Pb	2,51 ± 1,10	1,94

Uwagi: Podano rozszerzone niepewności wyników pomiarów (dla współczynnika rozszerzenia k=2, przy poziomie ufności ok. 95%).

Tabela 3. Stężenie promieniotwórcze trytu w wodach gruntowych pobranych w 2024 roku wokół zbiorników ZR2 i ZR3.

Lp.	Próbka	Stężenie trytu [Bq/dm ³] Data poboru: 10.06.2024
1.	Piezometr 1	< 10
2.	Piezometr 2	< 10
3.	Piezometr 3	< 10
4.	Piezometr 4	< 10
5.	Piezometr 5	< 10
6.	Piezometr 6	< 10
7.	Piezometr 7	< 10
8.	Piezometr 8	< 10

W żadnej z badanych próbek stężenie promieniotwórcze trytu nie przekroczyło granicy detekcji zastosowanej metody, wynoszącej 10 Bq/dm³.

3. Wielkość i skład izotopowy uwolnień substancji promieniotwórczych z obiektów jądrowych ZUOP do środowiska

ZUOP wykonuje działalność objętą zezwoleniem Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki Nr 1/2002/Ewa z dnia 15 stycznia 2002 roku w zakresie eksploatacji dwóch przechowalników wypalonego paliwa jądrowego (obiekty nr 19 i 19a) oraz likwidacji reaktora badawczego EWA (obiekt R1).



**Przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego
- obiekt nr 19**

w eksploatacji



**Przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego
- obiekt nr 19a**

w eksploatacji



Reaktor EWA

w likwidacji

3.1. Monitoring powietrza

Na podstawie wskazań stacjonarnego systemu pomiarowego, który służy do monitorowania aktywności pyłów i aerozoli w powietrzu uwalnianym przez komin wentylacji technologicznej do atmosfery, stwierdza się co następuje:

1. Średnie stężenie promieniotwórcze całkowitej aktywności beta zgromadzonej na filtrach w 2024 roku wyniosło $0,0012 \text{ Bq/m}^3$. Całkowita roczna aktywność izotopów promieniotwórczych uwolnionych przez komin wyniosła $7,25 \text{ kBq}$.
2. Filtry poddano pomiarom spektrometrycznym. Aktywność emiterów promieniowania γ zgromadzonych na filtrze była niższa od progu czułości zestawu pomiarowego, który dla izotopu Cs-137 wynosi $< 1,25 \text{ Bq}$ na próbkę.

Tabela 4. Stężenia całkowitej aktywności izotopów betapromieniotwórczych w próbce aerozoli zgromadzonych na filtrze powietrza w wentylacji wyciągowej wyrzucającej powietrze z obiektów R1, 19 i 19a, w 2024 r.

Data poboru	Objętość powietrza [m ³]	Stężenie całkowitej promieniotwórczości β [Bq/próbę]	Stężenie całkowitej promieniotwórczości β [Bq/m ³]
01.2024	1 883	0,85±0,10	0,0005±0,00006
02.2024	1 865,6	1,16±0,12	0,0006±0,00005
03.2024	1 867	1,69 ± 0,17	0,00090 ± 0,00009
04.2024	1 680	1,77 ± 0,18	0,00105 ± 0,00011
05.2024	2 148	4,08 ± 0,41	0,0019 ± 0,0002
06.2024	1 736	3,63 ± 0,36	0,0021 ± 0,0002
07.2024	1 420	2,76 ± 0,28	0,0019 ± 0,0002
08.2024	1 700	3,48 ± 0,35	0,0020 ± 0,0002
09.2024	2 143	2,95±0,30	0,0014±0,0001
10.2024	1 811	1,68 ± 0,17	0,0009 ± 0,0001
11.2024	1 835	1,20 ± 0,13	0,0007 ± 0,0001
12.2024	1 574	0,86 ± 0,10	0,0005 ± 0,0001

Uwagi: Podano rozszerzone niepewności wyników pomiarów (dla współczynnika rozszerzenia k=2, przy poziomie ufności ok. 95%).

Wyniki przeprowadzanych pomiarów wskazują, że aktywność pyłów i aerozoli w powietrzu uwalnianym przez komin z obiektów jądrowych utrzymuje się na zbliżonym poziomie na przestrzeni kilku ostatnich lat, znacznie poniżej limitów uwolnień określonych w Zezwoleniu Nr 1/EWA/2002. Uwolnienia te mogą być pominięte z punktu widzenia ochrony radiologicznej, bo nie mają wpływu na wzrost przyjmowanej dawki.

3.2. Monitoring wody gruntowej

W II kwartale 2024 roku wykonano pomiary zawartości trytu w 8 próbkach wody gruntowej pobranej z ośmiu piezometrów rozmieszczonych w otoczeniu przechowalnika wypalonego paliwa jądrowego (obiekt 19a).

Tabela 5. Stężenie promieniotwórcze trytu w wodach gruntowych pobranych w 2024 r. wokół obiektu 19a.

Lp.	Próbka	Stężenie trytu [Bq/dm ³] Data poboru: 24.04.2024
1.	Piezometr 1	< 10
2.	Piezometr 2	< 10
3.	Piezometr 3	< 10
4.	Piezometr 4	< 10
5.	Piezometr 5	< 10
6.	Piezometr 6	< 10
7.	Piezometr 7	< 10
8.	Piezometr 8	< 10

W żadnej z badanych próbek stężenie promieniotwórcze trytu nie przekroczyło granicy detekcji zastosowanej metody, wynoszącej 10 Bq/dm³.

4. Stan ochrony radiologicznej Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie

Wymagania w zakresie monitorowania środowiska naturalnego na terenie składowiska jak i w jego otoczeniu określa rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego (Dz.U. 2022, poz. 1320). Rozporządzenie nakłada też na operatora składowiska obowiązek zapewnienia takiego monitoringu.

4.1. Monitoring terenu KSOP

Monitoring terenu KSOP w 2024 roku obejmował pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w próbkach środowiskowych (w wodzie, w trawie, glebie i aerozolach) oraz pomiar dawki pochłoniętej od tła promieniowania. Miejsca poboru próbek wód i aerozoli, w stosunku do lat poprzednich nie uległy zmianie.

4.2. Woda wodociągowa

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie wodociągowej na całkowitą aktywność beta i stężenie trytu przeprowadzany był raz na kwartał. Próbką wody pochodziła z ujęcia miejskiego w Różanie.

Tabela 6. Pomiar stężenia trytu (HTO) w wodzie wodociągowej na terenie KSOP w 2024 roku.

Stężenie trytu (HTO) w wodzie wodociągowej na terenie KSOP [Bq/dm ³]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
0,8 ± 0,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Tabela 7. Pomiar stężenia całkowitej promieniotwórczości beta w wodzie wodociągowej na terenie KSOP w 2024 roku.

Stężenie całkowitej promieniotwórczości beta w wodzie wodociągowej na terenie KSOP [Bq/dm ³]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01

Wyniki analiz próbek wody wodociągowej z terenu KSOP potwierdzają, iż w roku 2024 poziom stężenia trytu był bardzo niski. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294) dopuszczalne stężenie trytu w wodzie przeznaczonej do spożycia wynosi 100 Bq/dm³. Badanie próbek wykazało wartości znacząco poniżej tego progu.

Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia „Guidelines for drinking-water quality, Vol. 1 Recommendations”, które wprowadzają poziomy referencyjne dla wody pitnej, całkowita aktywność beta nie powinna przekraczać 1 Bq/dm³. Również ten próg nie został na terenie KSOP przekroczony.

4.3. Wody gruntowe

W ramach pomiaru zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie gruntowej na całkowitą aktywność beta i trytu, raz na kwartał pobierano 8 próbek wody pochodzącej z piezometrów zlokalizowanych na terenie KSOP w Różanie: 10pN, 11p bis, 12p bis, 17pN, 18pN, 130p, 131p, 132p.

Pomimo iż wody gruntowe na terenie KSOP nie są przeznaczone do spożycia przez ludzi, są systematycznie monitorowane i kontrolowane celem bardziej szczegółowej oceny wpływu składowiska na otoczenie.

Tabela 8. Pomiar stężenia trytu w wodach gruntowych na terenie KSOP w 2024.

Symbol piezometru	I kwartał [Bq/dm ³]	II kwartał [Bq/dm ³]	III kwartał [Bq/dm ³]	IV kwartał [Bq/dm ³]
Piezometr 10pN	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Piezometr 11p bis	49,7±3,5	61,7 ± 4,3	63,0 ± 4,4	159,4 ± 11,1
Piezometr 12p bis	63,7±4,4	76,1 ± 5,3	157,7 ± 11,0	296,9 ± 20,8
Piezometr 17pN	329,5±23,1	253,1 ± 17,7	311,7 ± 21,8	292,2 ± 20,4
Piezometr 18pN	180,3±12,6	200,6 ± 14,0	170,2 ± 11,9	213,6 ± 14,9
Piezometr 130p	267,5±18,7	177,8 ± 12,4	138,4 ± 9,7	75,8 ± 5,3
Piezometr 131p	3 538,9±247,7	3059,1 ± 214,1	2 473,8 ± 173,2	2 391,4 ± 167,4
Piezometr 132p	900,1±63,0	1124,1 ± 76,8	733,5 ± 51,3	3 010,1 ± 210,7

Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017, poz. 2294) nie ma zastosowania ponieważ wody gruntowe z terenu i otoczenia KSOP nie są przeznaczone do tego celu.

Tabela 9. Pomiar stężenia całkowitej promieniotwórczości beta w wodach gruntowych na terenie KSOP w 2024.

Symbol piezometru	I kwartał [Bq/dm ³]	II kwartał [Bq/dm ³]	III kwartał [Bq/dm ³]	IV kwartał [Bq/dm ³]
Piezometr 10pN	0,18 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,20 ± 0,02
Piezometr 11p bis	0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Piezometr 12p bis	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,13 ± 0,02
Piezometr 17pN	0,07 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,05 ± 0,01
Piezometr 18pN	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,07 ± 0,01
Piezometr 130p	0,07 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Piezometr 131p	0,73 ± 0,08	0,40 ± 0,04	0,84 ± 0,09	0,73 ± 0,08
Piezometr 132p	0,20 ± 0,02	0,15 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,79 ± 0,09

W 2024 roku w żadnej z badanych próbek wody pochodzącej z piezometrów zlokalizowanych na terenie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie całkowita promieniotwórczość beta nie przekroczyła wartości 1 Bq/dm³. Z tego względu nie przeprowadzono identyfikacji i pomiarów aktywności promieniotwórczej radionuklidów gamma-promieniotwórczych.

4.4. Gleba i trawa

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w trawie i glebie odbyły się w II kwartale 2024 roku. Pobrano 5 próbek trawy i gleby w miejscach zlokalizowanych na terenie KSOP w Róźnie.

Tabela 10. Stężenia aktywności radionuklidów w trawie na terenie KSOP w 2024 r.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie [Bq/kg]
R 706	K-40	676 ± 19
	Ra-226	2,76 ± 1,69
R 707	K-40	827 ± 23
R 709	K-40	792 ± 22
	Ra-226	2,89 ± 1,68
R 711	K-40	834 ± 24
R 712	K-40	739 ± 21

Tabela 11. Stężenia aktywności radionuklidów w glebie na terenie KSOP w 2024 r.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie [Bq/kg]
G 706	K-40	447 ± 10
	Ra-226	26,4 ± 1,4
	Ac-228	17,1 ± 0,6
	Pb-210	51,9 ± 5,9
	Cs-137	5,61 ± 0,12
G 707	K-40	420 ± 9
	Ra-226	28,1 ± 1,4
	Ac-228	15,8 ± 0,5
	Pb-210	68,6 ± 7,4
	Cs-137	18,69 ± 0,35
G709	K-40	472 ± 10
	Ra-226	32,5 ± 1,7
	Ac-228	21,0 ± 0,7
	Pb-210	87,9 ± 9,3
	Cs-137	60,97 ± 1,09
G 711	K-40	424 ± 9
	Ra-226	30,4 ± 1,5
	Ac-228	16,0 ± 0,5
	Pb-210	83,1 ± 8,7
	Cs-137	16,07 ± 0,31
	K-40	486 ± 11
	Ra-226	30,2 ± 1,5
	Ac-228	18,9 ± 0,6
	Pb-210	88,1 ± 9,2
	Cs-137	6,28 ± 0,14

Wyniki monitoringu trawy i gleby wskazują na występowanie sztucznych izotopów Cs-137, Am-241, które są skutkiem przeprowadzania testów z bronią jądrową, a w ostatnim 30-leciu – awarii reaktora w Czarnobylu. Pozostałe radionuklidy K-40, Pb-210, Ac-228, Ra-226 są izotopami naturalnymi, które występują w środowisku.

4.5. Powietrze

W ramach monitoringu powietrza wykonano analizę spektrometryczną promieniowania gamma próbek aerozoli powietrza atmosferycznego zasysanych na filtr ze stacji działającej na terenie KSOP w Różanie.

Tabela 12. Pomiar średniej zawartości Cs-137 (radionuklidu sztucznego) w aerozolach powietrza na terenie KSOP w poszczególnych kwartałach 2024 roku

Stężenie zawartości Cs-137 w aerozolach powietrza na terenie KSOP [µBq/m³]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
0,60 ± 0,13	0,80 ± 0,23	1,55 ± 0,79	0,24 ± 0,05

Na filtrach stacji do pomiaru powietrza znajdującej się na terenie KSOP zarejestrowano również radionuklidy pochodzenia naturalnego w ilościach nieodbiegających od wartości rejestrowanych w innych częściach Polski. Zidentyfikowane izotopy to beryl Be-7, potas K-40, ołów Pb-210, radon Ra-226 oraz aktywność Ac-228.

5. Monitoring otoczenia Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie

Monitoring otoczenia KSOP obejmował pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w próbkach środowiskowych (woda, trawa, gleba) oraz pomiar dawki pochłoniętej. Miejsca poboru próbek, w stosunku do lat poprzednich, nie uległy zmianie.

5.1. Woda wodociągowa

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie wodociągowej na stężenie trytu przeprowadzany był raz na kwartał. Próbką wody pochodzi z ujęcia miejskiego w Różanie.

Tabela 13. Pomiar stężenia trytu (HTO) w wodzie wodociągowej w otoczeniu KSOP w 2024 roku.

Stężenie aktywności trytu (HTO) w wodzie wodociągowej w otoczeniu KSOP [Bq/dm³]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
< 0,5	< 0,5	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1
0,9 ± 0,1	< 0,5	< 0,5	0,9 ± 0,1

Wyniki analiz próbek wody wodociągowej w otoczeniu KSOP potwierdzają, iż w roku 2024 poziom stężenia trytu w wodzie wodociągowej był bardzo niski. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294) dopuszczalne stężenie trytu w wodzie przeznaczonej do spożycia wynosi 100 Bq/dm³. Wykonane pomiary wskazują, że próg ten nie został przekroczony.

5.2. Wody studzienne, źródlane, rzeczne

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w wodach studziennych, źródłanych i rzecznych przeprowadzany był w II i IV kwartale 2024 roku.

Tabela 14. Pomiar stężenia trytu i stężenia całkowitej aktywności beta w otoczeniu KSOP w 2024 roku.

Rodzaj próbki	Symbol próbki	Stężenie aktywności trytu [Bq/dm³]		Stężenie aktywności całkowitej promieniotwórczości beta [Bq/dm³]	
		II kwartał	IV kwartał	II kwartał	IV kwartał
Wody studzienne	G1	<10,0	<10,0	0,05±0,01	0,10±0,02
	G2	<10,0	<10,0	0,47±0,06	0,32±0,04
Wody źródlane	ŻR2	<10,0	<10,0	0,05±0,01	0,06±0,01
	ŻR3	<10,0	<10,0	0,04±0,01	0,07±0,01
Wody rzeczne (Narew)	W701	<10,0	<10,0	0,10±0,01	0,15±0,01
	W702	<10,0	<10,0	0,09±0,01	0,14±0,01
	W703	<10,0	<10,0	0,05±0,01	0,15±0,01

5.3. Wody gruntowe

W ramach pomiaru zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie gruntowej na całkowitą aktywność beta i trytu, w II i IV kwartale 2024 roku pobrano 23 próbki wody pochodzącej z piezometrów zlokalizowanych w otoczeniu KSOP w Różanie . Wody gruntowe w otoczeniu KSOP, pomimo iż nie są przeznaczone do spożycia przez ludzi, są systematycznie monitorowane i kontrolowane celem szczegółowej oceny wpływu składowiska na środowisko.

Tabela 15. Pomiar stężenia trytu w wodach gruntowych w otoczeniu KSOP w 2024.

Symbol piezometru	Stężenie trytu [Bq/dm ³]	
	II kwartał	IV kwartał
1pN	<10,0	<10,0
F2N	<10,0	<10,0
F5N	<10,0	<10,0
2pN	<10,0	<10,0
3pN	<10,0	<10,0
8p/15p	<10,0	<10,0
15p	<10,0	<10,0
19p	<10,0	<10,0
20p	<10,0	<10,0
23pN	<10,0	<10,0
24pN	<10,0	<10,0
95p	<10,0	<10,0
F1	52,1±3,6	46,7±3,3
F10	<10,0	<10,0
F11	<10,0	<10,0
F12	<10,0	51,7±3,6
F13	<10,0	<10,0
F14	<10,0	<10,0
F15	13,9±0,9	12,9 ± 0,9
F16	42,2±2,9	18,2±1,3
F17	<10,0	<10,0
F18	<10,0	<10,0
F19	<10,0	<10,0

Tabela 16. Pomiar stężenia całkowitej promieniotwórczości beta w wodach gruntowych w otoczeniu KSOP w 2024 roku.

Oznaczenie próbki	Stężenie całkowitej promieniotwórczości beta [Bq/dm ³]	
	II kwartał	IV kwartał
1pN	0,08 ± 0,01	0,06 ± 0,01
F2N	0,18 ± 0,02	0,23 ± 0,03
F5N	0,03 ± 0,01	0,07 ± 0,02
2pN	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01
3pN	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01
8p/15p	0,11 ± 0,02	0,16 ± 0,02
15p	0,02 ± 0,01	0,07 ± 0,01
19p	0,21 ± 0,02	0,12 ± 0,01
20p	0,05 ± 0,01	0,08 ± 0,01
23pN	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,01
24pN	0,05 ± 0,01	0,10 ± 0,01
95p	0,10 ± 0,02	0,11 ± 0,01
F1	0,12 ± 0,01	0,03 ± 0,01
F10	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
F11	0,03 ± 0,01	0,29 ± 0,04
F12	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01
F13	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01
F14	0,04 ± 0,01	0,12 ± 0,02
F15	0,06 ± 0,01	0,16 ± 0,02
F16	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01
F17	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01
F18	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01
F19	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01

Rozporządzenie dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie znajduje zastosowania w przypadku wód inne niż te pochodzące z sieci wodociągowej, ponieważ nie są one przeznaczone do spożycia.

W 2024 roku nie odnotowano podwyższonych wartości całkowitej aktywności beta (wszystkie wyniki <1 Bq/dm³) w wodach gruntowych w otoczeniu KSOP.

5.4. Trawa i gleba

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w trawie i glebie odbył się w III kwartale 2024 roku. Pobrano 7 próbek trawy i gleby.

Tabela 17. Stężenia aktywności radionuklidów w trawie w otoczeniu KSOP w 2024 r.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie [Bg/kg]
R 701	K-40	562 ± 16
	Pb-210	$32,6 \pm 6,6$
R 702	K-40	738 ± 21
	Pb-210	$30,1 \pm 6,7$
	Ra-226	$4,06 \pm 1,73$
R 703	K-40	651 ± 19
R 704	K-40	543 ± 16
	Ac-228	$2,19 \pm 0,45$
R 705	K-40	550 ± 16
R 708	K-40	360 ± 12
	Pb-210	$34,5 \pm 7,7$
R 710	K-40	774 ± 22
	Pb-210	$29,5 \pm 6,8$
	Ra-226	$2,76 \pm 1,68$

Tabela 18. Stężenia aktywności radionuklidów w glebie w otoczeniu KSOP w 2024 r.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie [Bq/kg]
G 701	K-40	563 ± 13
	Ra-226	$24,3 \pm 1,4$
	Ac-228	$24,8 \pm 0,6$
	Pb-210	$43,7 \pm 4,1$
	Cs-137	$6,51 \pm 0,15$

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie [Bq/kg]
G 702	K-40	357 ± 8
	Ra-226	$14,0 \pm 0,9$
	Ac-228	$12,3 \pm 0,3$
	Pb-210	$35,2 \pm 3,3$
	Cs-137	$1,02 \pm 0,05$
G 703	K-40	364 ± 8
	Ra-226	$14,1 \pm 0,9$
	Ac-228	$12,6 \pm 0,4$
	Pb-210	$56,9 \pm 4,5$
	Cs-137	$3,58 \pm 0,10$
G 704	K-40	450 ± 10
	Ra-226	$21,2 \pm 1,2$
	Ac-228	$17,6 \pm 0,5$
	Pb-210	$73,5 \pm 5,6$
	Cs-137	$10,72 \pm 0,24$
G705	K-40	507 ± 11
	Ra-226	$19,8 \pm 1,1$
	Ac-228	$20,5 \pm 0,5$
	Pb-210	$53,3 \pm 4,5$
	Cs-137	$8,11 \pm 0,18$
G708	K-40	432 ± 10
	Ra-226	$16,9 \pm 1,0$
	Ac-228	$16,1 \pm 0,4$
	Pb-210	$53,2 \pm 4,3$
	Cs-137	$6,84 \pm 0,16$
G710	K-40	363 ± 8
	Ra-226	$15,4 \pm 0,9$
	Ac-228	$12,8 \pm 0,4$
	Pb-210	$60,3 \pm 4,6$
	Cs-137	$1,79 \pm 0,07$

Wyniki monitoringu trawy i gleby wskazują na występowanie sztucznego izotopu Cs-137, które jest skutkiem przeprowadzania testów z bronią jądrową, a w ostatnim 30-leciu – awarii reaktora w Czarnobylu. Pozostałe radionuklidy K-40, Pb-210, Ac-228, Ra-226 są izotopami naturalnymi, które występują w środowisku.

6. Pomiary dawki pochłoniętej na terenie KSOP

Pomiary mocy dawki na terenie KSOP wykonywano w cyklu kwartalnym.

Prowadzono również ciągły całkujący pomiar promieniowania fotonowego za pomocą dawkomierzy termoluminescencyjnych (TLD).

W 2024 roku oszacowana dawka pochłonięta na terenie KSOP wyniosła 0,18 mSv.

Warto podkreślić, że wartości rejestrowane na terenie i w otoczeniu KSOP nie pochodzą jedynie od zgromadzonych tam odpadów promieniotwórczych: są sumą dawki pochodzącej ze źródeł sztucznych (związanych z działalnością człowieka, w tym odpadów promieniotwórczych) oraz naturalnych (promieniowanie kosmiczne, promieniowanie pochodzące od radionuklidów zawartych w glebie).

7. Ocena stanu ochrony radiologicznej KSOP

Zgodnie z aktualnymi ocenami stanu ochrony radiologicznej, należy stwierdzić, iż **nie obserwuje się negatywnego wpływu składowiska odpadów promieniotwórczych w Różanie na zdrowie ludzi oraz otaczające środowisko.**

Przedłożone wyniki monitoringu środowiska i radiacyjnego nie odbiegają od poziomów rejestrowanych w ubiegłym roku oraz wskazują, że **nie występuje zagrożenie radiacyjne dla personelu i otoczenia.**

Rejestrowany w niektórych piezometrach na terenie i w otoczeniu składowiska podwyższony poziom stężenia trytu wymaga prowadzenia dalszych pomiarów.

Należy przy tym zauważyć tendencję spadkową stężenia trytu w próbkach wody gruntowej. Najwyższe stężenie trytu w piezometrze odnotowano w 2014 roku dla piezometru 131p i wynosiło ono 50 030 Bq/dm³. W 2024 roku najwyższe stężenie trytu w tym samym piezometrze wynosiło 3538,9 ± 247,7 Bq/dm³. Tryt w rejestrowanym stężeniu nie stwarza zagrożenia dla pracowników KSOP i miejscowej ludności.

Zarówno stężenia cezu Cs-137 jak i stężenia radionuklidów naturalnych (potas K-40, rad Ra-226 i aktyn Ac-228) zmierzone w 2024 roku zawierają się w zakresach stężeń tych izotopów mierzonych w glebach w Polsce w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

8. Ochrona radiologiczna pracowników ZUOP

Kontrola narażenia pracowników ZUOP w 2024 roku potwierdza skuteczność środków bezpieczeństwa w miejscu pracy. Pomiary wewnętrznego narażenia, takie jak pomiary spektrometryczne Licznikiem Promieniowania Całego Ciała (LPCC), pomiary radioaktywności wydaliny biologicznych, oraz pomiary promieniotwórczości alfa w powietrzu wskazują na stabilne i bezpieczne warunki pracy. Dodatkowo, kontrola zewnętrznego narażenia za pomocą dawkomierzy termoluminescencyjnych TLD potwierdziła, że pracownicy ZUOP nie przekroczyli dopuszczalnych dawek granicznych. Te wyniki potwierdzają skuteczność procedur, podejmowanych środków bezpieczeństwa i nadzoru nad narażeniem na promieniowanie jonizujące w miejscu pracy.

9. Narażenie ogółu ludności

Ocena narażenia osób zamieszkałych w otoczeniu Ośrodka Świerk od radionuklidów uwalnianych do powietrza i wód deszczowo-drenażowych została przeprowadzona metodą obliczeniową. Obliczenia wykonano zgodnie z zapisami procedury LPD NCBJ S-15, dedykowanej do obiektów NCBJ, za pomocą oprogramowania PC Cream 2008 version 1.5.1.92, PC Cream Database version 2.0.0, zgodnie z metodologią opisaną w raporcie HPA-RPD-085 J.G. Smith, J.R. Simmonds, The Methodology for Assessing the Radiological Consequences of Routine Releases of Radionuclides to the Environment Used in PC-CREAM 08.

W obliczeniach uwzględniono uwolnienia z reaktora EWA w likwidacji oraz przechowalników wypalonego paliwa jądrowego 19 i 19a, które są wyprowadzane wspólnym kominem.

Tabela 19. Zestawienie skutecznych dawek obciążających dla ludności z otoczenia Ośrodka Świerk od działalności obiektów ZUOP.

Miejsce uwolnienia	Obciążająca dawka skuteczna [μSv]								
	niemowlęta			dzieci			osoby dorosłe		
	400 m	700 m	1000 m	400 m	700 m	1000 m	400 m	700 m	1000 m
Komin reaktora EWA	$8,36 \times 10^{-7}$	$4,90 \times 10^{-7}$	$3,80 \times 10^{-7}$	$1,20 \times 10^{-6}$	$7,09 \times 10^{-7}$	$5,49 \times 10^{-7}$	$1,20 \times 10^{-6}$	$7,04 \times 10^{-7}$	$5,46 \times 10^{-7}$

Tabela 20. Sumaryczne zestawienie narażenia (od powietrza i wód) ludności w otoczeniu obiektów ZUOP za 2024 r.

Grupa odniesienia	Dawka skuteczna w odległości 1000 m [mSv]	Procent limitu dawki dla osób z ogółu ludności (0,3 mSv)
niemowlęta (do 1 roku)	$3,60 \times 10^{-5}$	0,012
dzieci	$6,48 \times 10^{-5}$	0,022
dorośli	$9,79 \times 10^{-5}$	0,033

Uzyskane wyniki wskazują, że narażenie radiologiczne związane z działalnością obiektów ZUOP w Otwocku pozostaje na poziomie pomijalnym z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Należy podkreślić, że uwolnienia do środowiska wodnego, będące jednym z czynników wpływających na dawki otrzymywane przez ludność, odzwierciedlają całkowite oddziaływanie na otoczenie wszystkich obiektów zlokalizowanych na terenie Ośrodka Jądrowego Świerk. Oznacza to, że uwzględniają one emisje pochodzące również z jednostek niezwiązanych bezpośrednio z działalnością ZUOP.