

INFORMACJA

o wpływie działalności ZUOP na zdrowie ludzi, środowisko oraz o uwolnieniach substancji promieniotwórczych – raport za rok 2025

Spis treści

Wstęp	3
1. Wykaz obiektów ZUOP zawartych w opracowaniu	4
2. Wielkość i skład izotopowy uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska w związku z wykonywaniem działalności ZUOP	5
3. Wielkość i skład izotopowy uwolnień substancji promieniotwórczych z obiektów jądrowych ZUOP do środowiska	9
3.1. Monitoring powietrza	9
3.2. Monitoring wody gruntowej	10
4. Rozszerzony monitoring radiacyjny środowiska na terenie jednostki w Otwocku	11
4.1. Powietrze oraz opad atmosferyczny	11
4.2. Gleba	14
4.3. Trawa	15
4.4. Woda pitna	16
4.5. Wody gruntowe (podziemne) - woda oraz sediment	18
4.6. Woda drenażowa	19
4.7. Depozycja	23
4.8. Woda powierzchniowa (woda odprowadzana do oczyszczalni ścieków)	24
4.9. Szlamy (muły) z oczyszczalni w Otwocku	25
4.10. Szlamy (muły) z oczyszczalni w Wiązownie	26
4.11. Indywidualny równoważnik dawki oraz moc przestrzennego równoważnika dawki	27
5. Narażenie ogółu ludności	28
6. Ocena stanu ochrony radiologicznej w Otwocku	28
7. Stan ochrony radiologicznej Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie	29
7.1. Woda wodociągowa	29
7.2. Wody gruntowe	30
7.3. Gleba i trawa	31

7.4.	Powietrze.....	34
8.	Monitoring otoczenia Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie... 34	
8.1.	Woda wodociągowa.....	34
8.2.	Wody studzienne, źródlane, rzeczne.....	34
8.3.	Wody gruntowe.....	35
8.4.	Trawa i gleba.....	37
9.	Pomiary dawki pochłoniętej na terenie KSOP.....	41
10.	Rozszerzony monitoring radiacyjny środowiska na terenie KSOP.....	41
10.1.	Aerozole atmosferyczne.....	41
10.2.	Depozycja i opad atmosferyczny.....	44
10.3.	Gleba.....	47
10.4.	Woda wodociągowa.....	49
10.5.	Woda gruntowa i sedyment.....	54
10.6.	Trawa.....	59
11.	Ocena stanu ochrony radiologicznej KSOP.....	62
12.	Ochrona radiologiczna pracowników ZUOP.....	62
13.	Odstępstwa od stanu normalnego.....	62

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 (KSOP). 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. 2026 poz. 1) 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) instalacja zatężania ciekłych odpadów metodą wyparną,
 - b) instalacja oczyszczania ciekłych odpadów metodą odwróconej osmozy,
 - c) instalacja cementowania koncentratów promieniotwórczych,
 - d) instalacja 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 krótkożyciowych,
3. obiekt 51 – zbiorniki magazynowe na odpady ciekłe niskoaktywne krótkożyciowe,
4. zbiornik ZR1 – zbiornik magazynowy na odpady ciekłe niskoaktywne krótkożyciowe,
5. zbiornik ZR2 – zbiornik magazynowy na odpady ciekłe niskoaktywne krótkożyciowe,
6. obiekt nr 19 – przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego,
7. obiekt nr 19a – przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego,
8. obiekt nr 93 – magazyn stałych odpadów promieniotwórczych,
9. 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

W 2025 roku przeprowadzono 29 pomiarów stężenia izotopów betapromieniotwórczych oraz 29 pomiarów spektrometrycznych gamma aerozoli w powietrzu, zasysanych na filtry Petrianowa w obiektach 35, 35b oraz 51. Próbkę aerozoli pobierane zostały przez ZUOP, a następnie przekazywane do Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej w celu wykonania pomiarów. Wyniki pomiarów całkowitego stężenia izotopów betapromieniotwórczych podano w Tabeli 1. Wyniki pomiarów spektrometrycznych gamma podano w Tabeli 2.

Tabela 1. Całkowite stężenie izotopów betapromieniotwórczych w aerozolu powietrza pobranych w obiektach 35, 35b i 51.

L.p.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m ³]	Całkowite stężenie izotopów betapromieniotwórczych [Bq/próbę]	Całkowite stężenie izotopów betapromieniotwórczych [Bq/m ³]
1.	przepompownia w obiekcie 35	25.02.2025	50	0,14 ± 0,02	0,0030 ± 0,0002
2.		27.08.2025	50	0,19 ± 0,02	0,0040 ± 0,0005
3.	hala obiektu 35 pkt.1	14.02.2025	100	0,12 ± 0,02	0,0012 ± 0,0002
4.		16.04.2025	100	1,64 ± 0,16	0,0164 ± 0,0016
5.		16.07.2025	100	0,15 ± 0,02	0,0010 ± 0,0002
6.		17.10.2025	100	0,013 ± 0,003	0,00013 ± 0,00003
7.	hala obiektu 35 pkt.2	25.02.2025	100	1,14 ± 0,12	0,011 ± 0,001
8.		11.04.2025	100	0,135 ± 0,020	0,0013 ± 0,0002
9.		29.07.2025	100	0,10 ± 0,02	0,0010 ± 0,0002
10.		10.10.2025	100	0,115 ± 0,017	0,0011 ± 0,0002
11.	hala obiektu 35 pkt.3	14.02.2025	100	0,08 ± 0,01	0,0008 ± 0,0002
12.		11.04.2025	100	<0,014	<0,00014
13.		29.07.2025	100	0,02 ± 0,01	0,0002 ± 0,0001
14.		17.10.2025	100	0,317 ± 0,036	0,0032 ± 0,0004
15.		14.02.2025	100	1,86 ± 0,18	0,0186 ± 0,0018

L.p.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m ³]	Całkowite stężenie izotopów betapromieniotwórczych [Bq/próbę]	Całkowite stężenie izotopów betapromieniotwórczych [Bq/m ³]
16.	hala obiektu 35 pkt.4	16.04.2025	100	0,05 ± 0,01	0,0005 ± 0,0001
17.		29.07.2025	50	0,12 ± 0,02	0,0023 ± 0,0004
18.		17.10.2025	100	0,242 ± 0,028	0,0024 ± 0,0003
19.	obiekt 35 instalacja wyparna	14.02.2025	50	0,98 ± 0,010	0,020 ± 0,002
20.		27.08.2025	100	0,57 ± 0,06	0,0060 ± 0,0006
21.	obiekt 35 zbiornik przy instalacji osmozy	11.04.2025	50	1,33 ± 0,13	0,0270 ± 0,0027
22.		27.08.2025	50	0,47 ± 0,05	0,009 ± 0,001
23.	zbiornik R3 - obiekt 35b poziom -9,0 m	25.02.2025	100	0,92 ± 0,09	0,009 ± 0,001
24.		20.10.2025	60	0,070 ± 0,012	0,0012 ± 0,0002
25.	obiekt 35b poziom 0,0 m	25.02.2025	100	0,19 ± 0,02	0,0019 ± 0,0002
26.		29.07.2025	50	0,14 ± 0,02	0,0030 ± 0,0004
27.	obiekt 35b przepompownia	11.04.2025	50	0,17 ± 0,02	0,0030 ± 0,0004
28.		18.11.2025	50	0,034 ± 0,008	0,0007 ± 0,0002
29.	obiekt 51	16.05.2025	100	2,25 ± 0,23	0,0225 ± 0,0023

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 [m ³]	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [mBq/m ³]	Granica detekcji [mBq/m ³]
1.	obiekt 35 przepompownia	25.02.2025	50	²²⁶ Ra	5,61 ± 2,52	3,88
2.		27.08.2025	50	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
3.	hala obiektu 35 pkt.1	14.02.2025	100	¹³⁷ Cs	0,21 ± 0,07	0,10
4.		16.04.2025	100	¹³⁷ Cs ²¹⁰ Pb	3,19 ± 0,14 1,87 ± 0,58	0,10 0,87

L.p.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m ³]	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [mBq/m ³]	Granica detekcji [mBq/m ³]
5.		16.07.2025	100	¹³⁷ Cs	0,25 ± 0,07	0,10
6.		17.10.2025	100	²²⁶ Ra	3,15 ± 2,53	2,64
7.	hala obiektu 35 pkt.2	25.02.2025	100	¹³⁷ Cs	3,02 ± 0,13	0,10
8.		11.04.2025	100	¹³⁷ Cs	0,11 ± 0,07	0,09
9.		29.07.2025	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
10.		10.10.2025	100	¹³⁷ Cs	0,44 ± 0,08	0,11
11.	hala obiektu 35 pkt.3	14.02.2025	100	¹³⁷ Cs ²¹⁰ Pb	0,11 ± 0,07 1,43 ± 0,59	0,10 0,88
12.		11.04.2025	100	²¹⁰ Pb	1,04 ± 0,55	0,93
13.		29.07.2025	100	¹³⁷ Cs	0,12 ± 0,07	0,10
14.		17.10.2025	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
15.	hala obiektu 35 pkt.4	14.02.2025	50	¹³⁷ Cs	0,78 ± 0,09	0,10
16.		16.04.2025	100	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
17.		29.07.2025	100	¹³⁷ Cs	0,28 ± 0,14	0,21
18.		17.10.2025	100	¹³⁷ Cs	0,18 ± 0,08	0,12
19.	obiekt 35 instalacja wyparna	14.02.2025	50	¹³⁷ Cs ²¹⁰ Pb	0,61 ± 0,16 2,31 ± 1,12	0,20 1,75
20.		27.08.2025	100	¹³⁷ Cs	0,23 ± 0,09	0,13
21.	obiekt 35 zbiornik przy instalacji osmozy	11.04.2025	50	¹³⁷ Cs ²¹⁰ Pb	2,71 ± 0,21 2,89 ± 1,19	0,20 1,88
22.		27.08.2025	50	¹³⁷ Cs	0,23 ± 0,15	0,22
23.	zbiornik R3 - obiekt 35b poziom -9,0 m	25.02.2025	100	²¹⁰ Pb ²²⁶ Ra	10,52 ± 0,74 2,16 ± 1,29	1,01 2,04
24.		17.10.2025	60	¹⁴¹ Ce	0,40 ± 0,16	0,26
25.	obiekt 35b poziom 0,0 m	25.02.2025	100	²¹⁰ Pb	2,60 ± 0,62	0,93
26.		29.07.2025	50	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
27.	obiekt 35b przepompownia	11.04.2025	50	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	

Lp.	Miejsce pomiaru	Data poboru	Objętość powietrza [m ³]	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [mBq/m ³]	Granica detekcji [mBq/m ³]
28.		18.11.2025	50	wszystkie izotopy	poniżej granicy detekcji	
29.	obiekt 51	16.05.2025	50	¹³⁷ Cs ²²⁶ Ra	2,91 ± 0,15 5,03 ± 2,06	0,14 2,89

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

W II kwartale 2025 r. przeprowadzono kontrole zawartości trytu związanego w postaci HTO w próbkach wód gruntowych, pobranych z 8 piezometrów, rozmieszczonych w otoczeniu zbiorników odpadów ciekłych niskoaktywnych. Wyniki przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Stężenie promieniotwórcze trytu w wodach gruntowych pobranych w 2025 roku wokół zbiorników ZR2 i ZR3.

Lp.	Próbka	Stężenie trytu [Bq/dm ³] Data poboru: 23.06.2025
1.	W301(1)	< 10
2.	W301(2)	< 10
3.	W301(3)	< 10
4.	W301(4)	< 10
5.	W302(1)	< 10
6.	W302(2)	< 10
7.	W302(3)	< 10
8.	W302(4)	< 10

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

W II oraz IV kwartale 2025 roku wykonano pomiary stężenia aktywności radonu Rn-222 w powietrzu wewnątrz obiektów magazynowych 93a oraz 93d. Wyniki przedstawiono w Tabeli 4.

Tabela 4. Pomiar stężenia aktywności radonu w obiektach nr 93a i 93d.

Data	Miejsce pomiaru	Stężenie aktywności radonu w powietrzu [Bq/m ³]
II kw. 2025	obiekt 93a	542 ± 92
IV kw. 2025	obiekt 93a	137 ± 56
II kw. 2025	pomieszczenie K-18a, obiekt 93d	955 ± 142
IV kw. 2025	pomieszczenie K-18a, obiekt 93d	735 ± 102

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

W obiektach 93a oraz 93d stężenia radonu są podwyższone, przy czym czas pracy personelu w tych lokalizacjach jest ograniczony. Ponadto, realizowany jest monitoring narażenia, który uwzględnia dawkę efektywną od radonu oraz jego pochodnych, możliwą do otrzymania w tych miejscach.

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).

3.1. Monitoring powietrza

W 2025 r. wykonano 9 pomiarów całkowitej aktywności izotopów betapromieniotwórczych aerozoli promieniotwórczych w powietrzu z układu wentylacji wyciągowej z obiektów R1, 19 i 19a. Całkowita aktywność izotopów betapromieniotwórczych została przeliczona na całkowite stężenie izotopów betapromieniotwórczych. Wyniki zestawiono w Tabeli 5.

Tabela 5. Stężenia całkowitej aktywności izotopów betapromieniotwórczych w próbce aerozoli zgromadzonych na filtrze powietrza w wentylacji wyciągowej wyrzucającej powietrze z obiektów R1, 19 i 19a w 2025 r.

Data poboru	Objętość powietrza przepuszczonego przez filtr [m ³]	Całkowite stężenie aktywności izotopów betapromieniotwórczych [Bq/próbę]	Całkowite stężenie aktywności izotopów betapromieniotwórczych [Bq/m ³]
01.2025	1 712	0,94±0,10	0,0005±0,00001
02.2025	1 351	1,09±0,12	0,0008±0,00001

03.2025	1 684	$1,35 \pm 0,14$	$0,0008 \pm 0,0001$
04.2025	1 613	$1,72 \pm 0,18$	$0,0011 \pm 0,0001$
05.2025	1 957	$1,59 \pm 0,17$	$0,0008 \pm 0,0001$
06.2025	1 795	$2,98 \pm 0,30$	$0,0017 \pm 0,0002$
07.2025	1 111	$2,60 \pm 0,26$	$0,0023 \pm 0,0002$
08.2025	remont wentylacji		
09.2025			
10.2025			
11.2025	1 311	$1,06 \pm 0,12$	$0,0008 \pm 0,0001$
12.2025	1 596	$0,81 \pm 0,09$	$0,0005 \pm 0,0001$

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

Otrzymane wyniki stężeń promieniotwórczych całkowitej aktywności beta wykazują bardzo niskie wartości. W okresie sprawozdawczym w obiekcie R-1 prowadzony był generalny remont i wymiana układu wentylacji. Wobec podjętych prac konieczne było wstrzymanie poboru próbek z wentylacji technologicznej wspólnej dla obiektów R-1, 19 i 19A w celu zabezpieczenia filtrów przed zanieczyszczeniem i zakłóceniem wyników pomiarów oraz ochrony detektora przed ewentualnym uszkodzeniem. Pobór próbek i praca systemu pomiarowego zostały wznowione w listopadzie, po zakończeniu zasadniczych prac remontowych.

Przerwa ta nie wpływa na ocenę rocznej sumy uwolnień ani na wynikające z niej oszacowanie narażenia. Stosowana metodyka obliczania rocznej aktywności uwolnień uwzględnia zasadę pesymizacji, polegającą na przyjmowaniu wartości dziesięciokrotnie wyższych niż oszacowane na podstawie pomiarów, co zapewnia znaczny margines bezpieczeństwa i wyklucza możliwość zaniżenia obliczonych emisji w przypadku krótkotrwałych przerw w poborze. W analizowanym okresie w obiektach nie prowadzono również żadnych działań technologicznych. Wieloletnie wyniki monitoringu oraz coroczne oceny stanu ochrony radiologicznej na terenie i w otoczeniu ZUOP jednoznacznie potwierdzają, że emisje ze wspólnego komina obiektów R-1, 19 i 19a utrzymują się na poziomach bardzo niskich i pozostają bez znaczenia z punktu widzenia ochrony radiologicznej.

3.2. Monitoring wody gruntowej

W II kwartale 2025 roku pobrano 8 próbek wody gruntowej z piezometrów P1 ÷ P8, rozmieszczonych w otoczeniu przechowalnika wypalonego paliwa (obiekt 19a). Otrzymane wyniki stężeń promieniotwórczych trytu były na niskim poziomie. W żadnej badanej próbce stężenie promieniotwórcze trytu nie przekroczyło granicy detekcji (10 Bq/dm^3). Wyniki zestawiono w Tabeli 6.

Tabela 6. Stężenie promieniotwórcze trytu w wodach gruntowych pobranych w II kwartale 2025 r. wokół obiektu 19a.

Lp.	Próbka	Stężenie trytu [Bq/dm ³]
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

4. Rozszerzony monitoring radiacyjny środowiska na terenie jednostki w Otwocku

Rozszerzony monitoring środowiska w IV kwartale 2025 r. prowadzono zgodnie z zakresem określonym w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 sierpnia 2022 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 2058) dla jednostek organizacyjnych zakwalifikowanych do II kategorii zagrożeń. Zakres monitoringu obejmował elementy środowiska mogące stanowić potencjalne drogi migracji radionuklidów oraz narażenia ludności, w tym powietrze atmosferyczne, opad atmosferyczny, glebę, wodę pitną oraz wody gruntowe, drenażowe, powierzchniowe, a także szlamy (muły).

4.1. Powietrze oraz opad atmosferyczny

W próbkach aerozoli atmosferycznych oznaczono stężenia aktywności izotopów: strontu (Sr-90) oraz plutonu (Pu-238, Pu-239+Pu-240). Wyniki przedstawiono w Tabeli 7.

Tabela 7. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w próbkach aerozoli atmosferycznych.

Stężenie aktywności [μBq/m ³]	Nazwa próbki		
	Aerozole atmosferyczne 1	Aerozole atmosferyczne 2	Aerozole atmosferyczne 3
okres poboru	10.2025	11.2025	12.2025

Sr-90	< 0,3	< 0,15	< 0,3
Pu-238	< 0,00102	0,00506 ± 0,00081	< 0,0036
Pu-239 + Pu-240	0,00181 ± 0,00037	0,00236 ± 0,00046	< 0,0049

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

Stężenia strontu Sr-90 we wszystkich próbkach pozostawały poniżej granic oznaczalności metody, co wskazuje na brak emisji tego radionuklidu do środowiska.

W przypadku izotopów plutonu:

- Pu-238 oznaczono wyłącznie w próbce z listopada 2025 r., w pozostałych próbkach stężenie aktywności mieściło się poniżej dolnej granicy detekcji;
- izotopy Pu-239+Pu-240 oznaczono w próbkach z października i listopada, natomiast w grudniu ich stężenie aktywności znajdowało się poniżej dolnej granicy detekcji.

Wszystkie wartości stężenia aktywności były na bardzo niskim poziomie. Nie zaobserwowano trendów wzrostowych ani wartości wskazujących na wpływ działalności jednostki na stan radiacyjny powietrza w tym zakresie.

W próbkach powietrza atmosferycznego oznaczono stężenia izotopu węgla C-14. Wyniki przedstawiono w Tabeli 8.

Tabela 8. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w próbkach powietrza atmosferycznego.

Stężenie aktywności [Bq/m ³]	Nazwa próbki		
	Powietrze atmosferyczne 1	Powietrze atmosferyczne 2	Powietrze atmosferyczne 3
okres poboru	10.2025	11.2025	12.2025
C-14	< 0,0058	< 0,0064	< 0,0070

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

Wartości stężenia aktywności węgla C-14 w próbkach powietrza atmosferycznego we wszystkich miesiącach IV kwartału 2025 r. były niższe od granic oznaczalności zastosowanej metody pomiarowej. Uzyskane wyniki potwierdzają brak wpływu działalności jednostki na poziom węgla C-14 w powietrzu atmosferycznym.

Przeprowadzono oznaczenie stężenia aktywności trytu związanego w postaci HTO w parze wodnej w powietrzu atmosferycznym. Wyniki zestawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w parze wodnej w powietrzu.

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki		
	para wodna 1	para wodna 2	para wodna 3
okres poboru	10.2025	11.2025	12.2025

HTO	$17,7 \pm 1,8$	$< 5,0$	$6,3 \pm 1,6$
-----	----------------	---------	---------------

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

Analiza próbek pary wodnej wykazała:

- oznaczenie trytu związanego w postaci HTO w próbce z października 2025 r.,
- brak oznaczalnych stężeń w listopadzie,
- oznaczenie niskiego stężenia trytu związanego w postaci HTO w grudniu.

Uzyskane wartości są niskie, pomijalne z punkty widzenia ochrony radiologicznej. Nie stwierdzono trendów w zmianach wartości stężenia aktywności trytu w parze wodnej w powietrzu.

W próbkach opadu mokrego oznaczano szeroki zakres radionuklidów naturalnych i sztucznych. Wyniki zestawiono w Tabeli 10.

Tabela 10. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w odpadzie mokrym.

stężenie aktywności [/ dm ³]	nazwa próbki		
	opad mokry 1	opad mokry 2	opad mokry 3
okres poboru	10.2025	11.2025	12.2025
Sr-90	$< 0,06$	$< 0,06$	X
C-14	$< 0,0075$	$< 0,0089$	X
Pu-238	$< 0,008$	$< 0,00014$	X
Pu-239 + Pu-240	$< 0,008$	$< 0,00016$	X
I-131	$< 0,3$	$< 1,0$	$< 0,7$
Cs-134	$< 0,2$	$< 0,2$	$< 0,2$
Cs-137	$< 0,1$	$< 0,2$	$< 0,2$
Pb-210	$< 1,1$	$< 6,9$	$< 1,9$
Ra-226	$< 1,9$	$< 3,6$	$< 1,9$
Ra-228	$< 0,5$	$< 0,7$	$< 0,5$
całkowita α	$< 0,04$	$0,06 \pm 0,01$	$0,74 \pm 0,11$

całkowita β	< 0,1	$0,06 \pm 0,04$	$0,34 \pm 0,07$
HTO	< 5,0	< 5,0	< 5,0

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

Większość wyników pozostawała poniżej granic oznaczalności. Wartości oznaczeń aktywności całkowitej alfa i beta w próbkach z listopada i grudnia były bardzo niskie.

Brak pełnego zakresu analiz w próbce „opad mokry 3” (tj. stężenia strontu Sr-90, węgla C-14, plutonu Pu-238, Pu-239 + Pu-240) wynikał z niewystarczającej objętości uzyskanej próbki. Ograniczenie zakresu analiz nie wpływa na ocenę stanu radiacyjnego środowiska, gdyż wykonane oznaczenia obejmowały kluczowe parametry wskaźnikowe (spektrometrię gamma, całkowite aktywności alfa/beta oraz trytu związanego w postaci HTO).

4.2. Gleba

Pobrano 2 próbki gleb, wykonano pomiary spektrometryczne promieniowania gamma oraz pomiary stężenia aktywności izotopów polonu Po-210, plutonu Pu-238, Pu-239+Pu-240, uranu U-235, U-238, węgla C-14, trytu związanego w postaci HTO, strontu Sr-90, ołowiu Pb-210, radu Ra-226, Ra-228. Wyniki pomiarów podano w Tabeli 11. Wykonano również pomiary stężeń promieniotwórczych radionuklidów w wilgoci glebowej, co prezentuje Tabela 12.

Tabela 11. Stężenie promieniotwórcze izotopów promieniotwórczych w próbkach gleby.

stężenie aktywności [Bq/kg]	nazwa próbki	
	gleba 1	gleba 2
data poboru	08.10.2025	08.10.2025
Sr-90	< 1,0	< 1,0
C-14	$15,0 \pm 4,5$	$6,0 \pm 4,9$
Pu-238	110 ± 11	$0,077 \pm 0,02$
Pu-239 + Pu-240	$10,3 \pm 0,9$	$0,032 \pm 0,013$
U-235	< 1,1	< 1,1
U-238	< 24	< 24
Cs-134	< 0,6	< 0,4
Cs-137	$3,4 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,2$
Pb-210	$26,9 \pm 3,9$	$12,3 \pm 2,9$

Ra-226	10,6 ± 1,1	11,0 ± 2,3
Ra-228	10,5 ± 1,1	8,3 ± 0,8

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

Stężenia cezu Cs-137 w obu próbkach odpowiadały pozostałościom po historycznych depozycjach atmosferycznych (m.in. opad po awarii w Czarnobylu) i mieściły się w zakresie obserwowanym w glebach na terenie Polski.

Wartości oznaczonych stężeń plutonu (Pu-238 oraz Pu-239+Pu-240) w próbce „gleba 1” mają charakter lokalny. Nie stwierdzono ich migracji do innych elementów środowiska.

Tabela 12. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wilgoci glebowej.

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki	
	wilgoć glebowa 1	wilgoć glebowa 2
data poboru	10.12.2025	10.12.2025
HTO	< 5,0	< 5,0

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

W próbkach wilgoci glebowej, stężenia trytu związanego w postaci HTO nie przekroczyło granicy detekcji (5 Bq/dm³).

4.3. Trawa

Pobrano 2 próbki traw, wykonano pomiary spektrometryczne promieniowania gamma oraz pomiary stężenia aktywności izotopów polonu Po-210, plutonu Pu-238, Pu-239+Pu-240, węgla C-14, trytu związanego w postaci HTO, trytu organicznie związanego w postaci OBT, strontu Sr-90, ołowiu Pb-210, radu Ra-226, Ra-228. Wyniki pomiarów podano w Tabeli 13.

Tabela 13. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w trawie.

stężenie aktywności [Bq/kg] / [Bq/ dm ³]	nazwa próbki	
	trawa 1	trawa 2
data poboru	08.10.2025	08.10.2025
C-14	< 3,2	< 5,8
Sr-90	< 0,4	0,55 ± 0,17
Pu-238	0,0178 ± 0,0021	< 0,008
Pu-239 + Pu-240	< 0,008	< 0,008

Be-7	137 ± 10	88,4 ± 6,5
I-131	< 3,1	< 3,1
Cs-134	< 0,3	< 0,4
Cs-137	0,7 ± 0,2	0,5 ± 0,2
Pb-210	61,0 ± 4,2	41,5 ± 3,2
Ra-226	1,0 ± 0,4	1,5 ± 0,4
Ra-228	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,5
Am-241	< 0,3	< 0,4
HTO [Bq/kg]	< 4,0	4,8 ± 1,4
OBT [Bq/kg]	2,4 ± 0,4	2,6 ± 0,8
HTO [Bq/dm ³]	6,0 ± 1,7	< 5,0
OBT [Bq/dm ³]	7,6 ± 0,9	9,3 ± 0,9

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

W próbkach trawy dominowały radionuklidy pochodzenia naturalnego i kosmogenicznego:

- beryl (Be-7),
- ołów (Pb-210).

4.4. Woda pitna

Pobrano próbki z 2 ujęć wody pitnej, wykonano oznaczenia stężenia całkowitej aktywności alfa, beta, trytu związanego w postaci HTO, radonu oraz analizy spektrometryczne promieniowania gamma oraz pomiary stężenia aktywności izotopów plutonu Pu-238, Pu-239+Pu-240, uranu U-235, U-238, węgla C-14, radu Ra-228. Wyniki pomiarów podano w Tabeli 14.

Tabela 14. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie pitnej.

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki	
	woda pitna 1	woda pitna 2
data poboru	08.10.2025	08.10.2025

Po-210	$0,01 \pm 0,002$	$0,01 \pm 0,002$
Pu-238	$< 0,008$	$< 0,008$
Pu-239 + Pu-240	$< 0,008$	$< 0,008$
U-235	$< 0,01$	$< 0,01$
U-238	$< 0,01$	$< 0,01$
C-14	$0,00037 \pm 0,00001$	$0,000814 \pm 0,000025$
Ra-226	$0,02 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$
Ra-228	$< 0,02$	$< 0,02$
Rn-222	$5,3 \pm 1,6$	$< 2,0$
K-40	$< 2,9$	$< 3,0$
Co-60	$< 0,2$	$< 0,2$
I-131	$< 0,4$	$< 0,3$
Cs-134	$< 0,2$	$< 0,3$
Cs-137	$< 0,2$	$< 0,2$
Pb-210	$< 0,3$	$< 5,1$
Th-232	$< 0,3$	$< 0,3$
Am-241	$< 0,3$	$< 0,3$
całkowita α	$< 0,04$	$< 0,04$
całkowita β	$< 0,1$	$< 0,1$
HTO	$< 5,0$	$< 5,0$

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

Woda pitna z obu ujęć spełniała wymagania radiologiczne dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

4.5. Wody gruntowe (podziemne) - woda oraz sedyment

Pobrano 3 próbki wód gruntowych (podziemnych) z piezometru (po jednej na miesiąc). Wykonano oznaczenia stężenia promieniotwórczego radionuklidów w wodzie gruntowej (Tabela 15) oraz sedymentcie (Tabela 16).

Tabela 15. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie gruntowej.

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki		
	woda gruntowa 1	woda gruntowa 2	woda gruntowa 3
data poboru	08.10.2025	12.11.2025	10.12.2025
Po-210	0,01 ± 0,005	< 0,07	< 0,05
Pu-238	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Pu-239 + Pu-240	< 0,008	< 0,008	< 0,008
U-235	< 0,01	< 0,01	< 0,01
U-238	< 0,01	< 0,01	< 0,01
C-14	< 0,0069	< 0,0098	< 0,0078
Rn-222	4,2 ± 0,9	4,5 ± 1,0	6,3 ± 1,6
K-40	< 1,0	< 1,8	< 3,0
Cs-137	< 0,1	< 0,2	< 0,3
Pb-210	< 1,3	< 7,3	< 3,7
Ra-226	< 1,2	< 3,8	< 3,6
Ra-228	< 0,3	< 0,7	< 0,8
Th-232	< 0,2	< 0,3	< 0,4
Am-241	< 0,2	< 0,4	< 0,3

całkowita α	< 0,04	0,10 \pm 0,02	0,27 \pm 0,04
całkowita β	< 0,1	0,10 \pm 0,05	0,13 \pm 0,05
HTO	5,3 \pm 1,6	< 5,0	< 5,0

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

Wyniki oznaczeń przeprowadzonych na próbkach wód gruntowych nie wykazują wpływu działalności jednostki na wody gruntowe.

Tabela 16. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w sedymencie wody gruntowej.

stężenie aktywności [Bq/g]	nazwa próbki		
	sedymen- t woda gruntowa 1	sedymen- t woda gruntowa 2	sedymen- t woda gruntowa 3
data poboru	08.10.2025	12.11.2025	10.12.2025
całkowita α	0,20 \pm 0,03	0,05 \pm 0,01	< 0,1
całkowita β	< 0,13	< 0,13	< 0,25

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

Brak pozostałych wyników w sedymencie z wody gruntowej (tj. stężenia aktywności radionuklidów gamma promieniotwórczych oraz węgla C-14, uranu U-238, U-235, U-234, toru Th-232, polonu Po-210, plutonu Pu-238, Pu-239 + Pu-240, ameryku Am-241) wynika z występowania niewystarczającej ilości osadu odfiltrowanego z próbek wody gruntowej.

Uzyskane wyniki wskazują na brak wpływu działalności jednostki na wody gruntowe.

4.6. Woda drenażowa

Pobrano 12 próbek tygodniowych oraz jedną próbkę kwartalną wód drenażowych. Wykonano pomiary całkowitej aktywności alfa i beta, analizy spektrometryczne promieniowania gamma, oraz pomiary stężenia aktywności trytu związanego w postaci HTO, potasu K-40, ołowiu Pb-210, radu Ra-226 i Ra-228, ameryku Am-241. Wyniki pomiarów podano w Tabelach od 17 do 21. Brak wyników w próbce wody drenażowej nr 13 wynika z braku wody drenażowej w tym okresie.

Tabela 17. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie drenażowej (1).

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki
	woda drenażowa 1
okres poboru (tydzień roku)	40 tydz.
Sr-90	0,17 \pm 0,02

Pu-238	< 0,008
Pu-239 + Pu-240	< 0,008
C-14	0,00342 ± 0,0001
K-40	< 1,1
I-131	< 5,6
Cs-137	< 0,2
Pb-210	< 0,6
Ra-226	< 1,0
Ra-228	< 0,3
Am-241	< 0,2
całkowita α	< 0,04
całkowita β	0,26 ± 0,06
HTO	32,6 ± 1,9

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

Tabela 18. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie drenażowej (2).

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki			
	woda drenażowa 2	woda drenażowa 3	woda drenażowa 4	woda drenażowa 5
okres poboru (tydzień roku)	41 tydz.	42 tydz.	43 tydz.	44 tydz.
K-40	< 1,6	< 1,0	< 2,0	< 1,9
I-131	< 3,9	< 1,3	< 1,4	< 0,9
Cs-137	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,2

Pb-210	< 6,2	< 3,6	< 2,4	< 2,3
Ra-226	< 3,2	< 2,0	< 2,4	< 2,2
Ra-228	< 0,6	< 0,4	< 0,5	< 0,6
Am-241	< 0,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2
całkowita α	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
całkowita β	0,24 \pm 0,06	0,17 \pm 0,05	0,35 \pm 0,07	0,19 \pm 0,05
HTO	25,8 \pm 1,8	25,3 \pm 1,8	27,3 \pm 1,8	18,0 \pm 1,8

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

Tabela 19. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie drenażowej (3).

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki			
	woda drenażowa 6	woda drenażowa 7	woda drenażowa 8	woda drenażowa 9
okres poboru (tydzień roku)	45 tydz.	46 tydz.	47 tydz.	48 tydz.
K-40	< 1,6	< 1,0	< 1,7	< 1,2
I-131	< 0,4	< 1,3	< 0,9	< 0,6
Cs-137	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,1
Pb-210	< 2,6	< 3,8	< 2,0	< 4,3
Ra-226	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,3
Ra-228	< 0,6	0,4 \pm 0,2	< 0,5	< 0,4
Am-241	< 0,3	< 0,2	< 0,2	< 0,3
całkowita α	< 0,04	0,05 \pm 0,01	< 0,04	0,10 \pm 0,02
całkowita β	0,22 \pm 0,05	0,23 \pm 0,06	0,19 \pm 0,05	0,33 \pm 0,07

HTO	19,0 ± 1,8	26,6 ± 1,8	26,3 ± 1,8	21,9 ± 1,8
-----	------------	------------	------------	------------

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

Tabela 20. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie drenażowej (4).

stężenie aktywności [Bq/dm ³]	nazwa próbki			
	woda drenażowa 10	woda drenażowa 11	woda drenażowa 12	woda drenażowa 13
	okres poboru (tydzień roku)	49 tydz.	50 tydz.	51 tydz.
K-40	< 1,9	< 2,6	< 1,0	X
I-131	< 0,4	< 2,2	< 0,8	X
Cs-137	< 0,2	< 0,2	< 0,1	X
Pb-210	< 1,3	< 3,3	< 3,7	X
Ra-226	< 2,2	< 3,3	< 2,0	X
Ra-228	< 0,5	< 0,8	< 0,4	X
Am-241	< 0,2	< 0,3	< 0,2	X
całkowita α	0,11 ± 0,02	< 0,04	< 0,04	X
całkowita β	0,28 ± 0,06	0,32 ± 0,06	0,24 ± 0,06	X
HTO	39,0 ± 1,9	31,1 ± 1,8	36,5 ± 1,8	X

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

We wszystkich próbkach tygodniowych dominowały niskie stężenia aktywności trytu związanego w postaci HTO, mieszczące się w przedziale od kilkunastu do kilkudziesięciu Bq/dm³. Obserwowana wartość stężeń trytu związanego w postaci HTO nie wykazywała trendu wzrostowego i pozostawała na poziomach bardzo niskich. Potwierdza to brak niekontrolowanego uwalniania trytu do systemu drenażu. System drenażu obiektów ZUOP oraz NCBJ jest wspólny dla obu jednostek.

Tabela 21. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie drenażowej - próba kwartalna.

Rodzaj próbki	Izotop	Stężenie aktywności radionuklidów [Bq/dm ³]
		Próbka kwartalna IV kwartał 2026
Woda drenażowa	C-14	0,00342 ± 0,0001
	Sr-90	0,17 ± 0,02
	Pu-238	< 0,008
	Pu-239 + Pu-240	< 0,008

Stężenia aktywności strontu Sr-90 oraz węgla C-14 oznaczone w próbce tygodniowej (40. tydzień) oraz w próbce kwartalnej IV kwartału były niskie, Wartości te nie wykazują oznak kumulacji ani narastania w czasie.

We wszystkich próbkach:

- wartości stężenia aktywności izotopów plutonu (Plutonu Pu-238, Pu-239+Pu-240) oraz ameryku (Am-241) pozostawały poniżej dolnego progu detekcji,
- wartości stężenia aktywności izotopów gamma antropogenicznych (cezu Cs-137, jodu I-131) pozostawały poniżej dolnego progu detekcji,
- wartości stężenia aktywności izotopów naturalnych potasu K-40, radu Ra-226 i Ra-228 pozostawały poniżej dolnego progu detekcji.

Aktywność całkowita alfa była w większości przypadków poniżej dolnej granicy oznaczalności, natomiast aktywność całkowita beta wykazywała niskie wartości, skorelowane głównie z obecnością trytu oraz naturalnych radionuklidów betapromieniotwórczych.

4.7. Depozycja

Pomiary depozycji wykonano metodą *in-situ* w dwóch punktach na terenie ZUOP w IV kwartale 2025 r. Wyniki przedstawiono w Tabeli 22.

Tabela 22. Stężenia promieniotwórcze radionuklidów w depozycji – pomiar *in-situ* depozycji.

Depozycja [Bq/m ²]	nazwa próbki	
	depozycja 1	depozycja 2
data pomiaru <i>in-situ</i>	10.12.2025	10.12.2025

K-40	57 000 ± 6 000	70 000 ± 6 000
Co-60	< 800	< 800
I-131	< 1 800	< 1 800
Cs-134	< 970	< 970
Cs-137	< 1 200	< 1 200

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

Wykazano obecność wyłącznie naturalnego radioizotopu potasu K-40, natomiast stężenia promieniotwórcze pozostałych oznaczanych izotopów nie przekroczyły dolnego progu detekcji. Pomiary te wskazują na brak aktualnej depozycji radionuklidów antropogenicznych na terenie jednostki.

4.8. Woda powierzchniowa (woda odprowadzana do oczyszczalni ścieków)

Pobrano 1 półroczną próbkę wody z przepompowni ścieków, które poprzez oczyszczalnię ścieków w Otwocku odprowadzane są do wód powierzchniowych. Wykonano pomiary spektrometryczne promieniowania gamma oraz pomiary stężenia aktywności izotopów promieniotwórczych. Wyniki pomiarów podano w Tabeli 23.

Tabela 23. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w wodzie odprowadzanej do oczyszczalni ścieków (wód powierzchniowych) - próba półroczna.

Rodzaj próbki	Izotop	Stężenie aktywności radionuklidów [Bq/dm ³] 30.12.2025
Woda powierzchniowa	H-3	< 10,0
	C-14	< 10,0
	K-40	2,752 ± 0,043
	Sr-90	0,04 ± 0,01
	Cs-137	< 0,02
	Pb-210	0,523 ± 0,049

Rodzaj próbki	Izotop	Stężenie aktywności radionuklidów [Bq/dm ³] 30.12.2025
	Po-210	0,0029 ± 0,0002
	Ra-226	0,027 ± 0,003
	Th-232	< 0,003
	U-234	< 0,0005
	U-235	< 0,0005
	U-238	< 0,0005
	Pu-238	< 0,002
	Pu-239+240	< 0,002
	Am-241	< 0,02
	całkowita α	< 0,015
	całkowita β	0,65 ± 0,07

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

Aktywność trytu (H-3) oraz węgla C-14 pozostawała poniżej granic oznaczalności. Stwierdzono występowanie izotopów naturalnych (potasu K-40, ołowiu Pb-210, polonu Po-210 oraz radu Ra-226) oraz strontu Sr-90 na bardzo niskim poziomie. Nie stwierdzono obecności izotopów uranu, plutonu, ameryku Am-241 ani cezu Cs-137. Całkowita aktywność alfa była poniżej granicy oznaczalności, natomiast aktywność beta występowała na niskim poziomie.

Wyniki te potwierdzają, że odprowadzane ścieki nie stanowią źródła zagrożenia radiologicznego dla wód powierzchniowych. Przepompownia ścieków jest wspólnym elementem dla obiektów ZUOP oraz NCBJ.

4.9. Szlamy (muły) z oczyszczalni w Otwocku

Pobrano 1 próbkę mułów (szlamów) z oczyszczalni ścieków w Otwocku w IV kwartale, którą poddano pomiarowi spektrometrycznemu promieniowania gamma. Wyniki pomiarów podano w Tabeli 24.

Tabela 24. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w szlamach (mułach) z oczyszczalni ścieków w Otwocku.

Rodzaj próbki	Izotop	Stężenie aktywności radionuklidów [Bq/kg _(suchej masy)] IV kwartał 2025 r.
Muły (szlamy), oczyszczalnia ścieków, Otwock	K-40	99 ± 11
	Co-60	1,31 ± 0,23
	I-131	45,0 ± 5,9
	Cs-134	< 0,54
	Cs-137	4,35 ± 0,56
	Am-241	< 1,9
	Pb-214	12,5 ± 1,2
	Ac-228	19,8 ± 1,9

W próbce mułów z oczyszczalni ścieków w Otwocku w IV kwartale 2025 r. wykryto m. in. radionuklidy naturalne oraz sztuczne. Najwyższe stężenie aktywności stwierdzono dla jodu I-131, stężenie nie stanowi jednak zagrożenia radiologicznego. Należy zaznaczyć, że działalność oczyszczalni ścieków ma charakter lokalny.

4.10. Szlamy (muły) z oczyszczalni w Wiązownie

Pobrano 1 próbkę mułów (szlamów) z oczyszczalni ścieków w Wiązownie, w IV kwartale. Wykonano 1 pomiar spektrometryczny gamma, wyniki pomiarów podano w Tabeli 25.

Tabela 25. Stężenie promieniotwórcze radionuklidów w szlamach (mułach) z oczyszczalni ścieków w Wiązownie.

Rodzaj próbki	Izotop	Stężenie aktywności radionuklidów [Bq/kg _(suchej masy)] IV kwartał 2025 r.
Muły (szlamy), oczyszczalnia	K-40	265 ± 25
	Co-60	0,91 ± 0,21

ścieków, Wiązowna	I-131	13,5 ± 4,2
	Cs-134	< 0,52
	Cs-137	3,71 ± 0,52
	Am-241	< 1,8
	Pb-214	8,43 ± 0,82
	Ac-228	11,4 ± 1,4

Próbka mutów z oczyszczalni ścieków w Wiązownie wykazała podobny profil radiologiczny jak próbka z Otwocka. Wykryto radionuklidy naturalne (potas K-40, ołów Pb-214, aktyn Ac-228). Oznaczone wartości stężeń aktywności radionuklidów sztucznych były niskie. Najwyższe stężenie aktywności stwierdzono dla jodu I-131, który w tym przypadku także nie stanowi zagrożenia z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Należy zaznaczyć, że działalność oczyszczalni ścieków ma charakter lokalny.

4.11. Indywidualny równoważnik dawki oraz moc przestrzennego równoważnika dawki

Wykonano 8 kwartalnych pomiarów indywidualnego równoważnika dawki promieniowania jonizującego (Hp(10)) oraz mocy przestrzennego równoważnika dawki w IV kwartale 2025 r. Wyniki przedstawiono w Tabelach 26 i 27.

Tabela 26. Wyniki pomiarów indywidualnego równoważnika dawki promieniowania jonizującego (Hp(10)) oraz mocy przestrzennego równoważnika dawki w IV kwartale 2025 r. (1)

dawka/moc dawki	punkt 1	punkt 2	punkt 3	punkt 4
	IV kwartał			
Hp(10) [μSv]	303 ± 17	253 ± 13	183 ± 10	178 ± 10
Hp(10) [μSv/h]	0,149 ± 0,008	0,125 ± 0,007	0,090 ± 0,005	0,088 ± 0,005

Tabela 27. Wyniki pomiarów indywidualnego równoważnika dawki promieniowania jonizującego (Hp(10)) oraz mocy przestrzennego równoważnika dawki w IV kwartale 2025 r. (2)

dawka/moc dawki	punkt 5	punkt 6	punkt 7	punkt 8
	IV kwartał			
Hp(10) [μSv]	162 ± 8	182 ± 10	177 ± 10	172 ± 10
Hp(10) [μSv/h]	0,080 ± 0,005	0,089 ± 0,005	0,086 ± 0,005	0,084 ± 0,005

Pomiary indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) oraz mocy przestrzennego równoważnika dawki wykonane w punktach 1-8 nie wykazały zagrożenia dla pracowników jednostki oraz ogółu ludności.

5. Narażenie ogółu ludności

Ocena narażenia osób zamieszkałych w otoczeniu Ośrodka Świerk od radionuklidów uwalnianych do powietrza i wód deszczowo-drenażowych została przeprowadzona metodą obliczeniową.

W obliczeniach uwzględniono uwolnienia z reaktora EWA w likwidacji oraz przechowalników wypalonego paliwa jądrowego 19 i 19a, które są wyprowadzane wspólnym kominem. Wyniki zamieszczono w Tabeli 28. W Tabeli 29 zestawiono sumaryczne narażenie (od powietrza i wody) dla osób z ogółu ludności.

Tabela 28. 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	$3,58 \times 10^{-6}$	$5,91 \times 10^{-7}$	$4,14 \times 10^{-7}$	$5,42 \times 10^{-6}$	$8,87 \times 10^{-7}$	$6,21 \times 10^{-7}$	$5,47 \times 10^{-6}$	$8,95 \times 10^{-7}$	$6,27 \times 10^{-7}$

Tabela 29. Sumaryczne zestawienie narażenia (od powietrza i wód) ludności w otoczeniu obiektów ZUOP za 2025 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)	$1,45 \times 10^{-5}$	0,0048
dzieci	$2,51 \times 10^{-5}$	0,0084
dorośli	$3,55 \times 10^{-5}$	0,012

Uzyskane wyniki wskazują, że narażenie od obiektów ZUOP w Otwocku jest na pomijalnym poziomie. Należy pamiętać, że zwłaszcza w przypadku uwolnień do rzeki Świder, są one wynikiem oddziaływania na otoczenie wszystkich obiektów znajdujących się na terenie Ośrodka Świerk, również tych, które nie są eksploatowane przez ZUOP.

Specyfika Ośrodka i współdzielenie infrastruktury między ZUOP i NCBJ, nie pozwala, na oddzielne oszacowanie oddziaływania obiektów eksploatowanych przez każdą jednostkę.

6. Ocena stanu ochrony radiologicznej w Otwocku

- Monitoring środowiska w otoczeniu obiektów ZUOP na terenie Ośrodka Świerk w roku 2025 został wykonany zgodnie z przyjętym programem.
- Zawartości substancji promieniotwórczych w środowisku nie odbiegały od średniorocznych poziomów rejestrowanych w punktach odniesienia i innych miejscach nadzorowanych. Narażenie od uwolnień izotopów promieniotwórczych z obiektów ZUOP na terenie Ośrodka Świerk dla grupy odniesienia (1000 m) nie przekracza rocznego limitu

dawki dla osób z ogółu ludności. Oszacowane dawki wynoszą około 0,005% dla niemowląt, 0,008% dla dzieci oraz 0,01% dla dorosłych, limitu 0,3 mSv rocznie.

- Analiza wyników monitoringu środowiska pozwala stwierdzić, że zostały w pełni spełnione wymagania dotyczące bezpieczeństwa radiologicznego dla personelu i osób z ogółu ludności wokół Ośrodka Świerk ustalone przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki Zezwoleniu nr 1/2002/EWA z dnia 15 stycznia 2002 roku.
- Wyniki rozszerzonego monitoringu środowiska w IV kwartale 2025 r. nie wskazują na negatywny wpływ działalności jednostki na stan radiacyjny środowiska.
- Emisja izotopów promieniotwórczych z obiektów ZUOP (reaktor EWA w likwidacji – obiekt R1 i przechowalniki wypalonego paliwa jądrowego – obiekty 19 i 19a) do atmosfery jest znacznie mniejsza od limitów określonych w zezwoleniu.
- Pomiar próbek środowiskowych z terenu i z otoczenia Ośrodka nie pozwalają na niezależną ocenę oddziaływania na otoczenie obiektów ZUOP i obiektów NCBJ. Właściwe wydaje się wykonywanie w przyszłości wspólnej oceny oddziaływania wszystkich obiektów eksploatowanych przez instytucje działające na terenie Ośrodka.
- Potwierdza się skuteczność stosowanych zabezpieczeń oraz prawidłowe funkcjonowanie systemu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej

7. Stan ochrony radiologicznej Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie

Wymagania w zakresie monitorowania środowiska naturalnego na terenie składowiska oraz w jego otoczeniu określa rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego (Dz.U. 2022, poz. 1320). Rozporządzenie nakłada na operatora składowiska obowiązek zapewnienia takiego monitoringu oraz obowiązek informowania opinii publicznej o wpływie składowiska i zgromadzonych w nim odpadów promieniotwórczych na ludzi oraz środowisko naturalne. Wpływ ten oceniany jest na podstawie wyników badań z monitoringu.

Monitoring terenu KSOP w 2025 roku obejmował pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w próbkach środowiskowych (w wodzie, trawie, glebie i aerozolu) oraz pomiar dawki pochłoniętej od naturalnego tła promieniowania. Miejsca poboru próbek wód i aerozoli, stosunku do lat poprzednich, nie uległy zmianie.

7.1. Woda wodociągowa

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie wodociągowej na całkowitą aktywność beta i stężenie trytu związanego w postaci HTO przeprowadzany był raz na kwartał. Próbka wody pochodziła z ujęcia miejskiego w Różanie (Tabela 30).

Tabela 30. Pomiar stężenia aktywności promieniotwórczego trytu związanego w postaci HTO w wodzie wodociągowej na terenie KSOP w 2025 roku.

Stężenie aktywności trytu (HTO) w wodzie wodociągowej na terenie KSOP [Bq/dm³]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
< 0,5	0,7 ± 0,01	0,7 ± 0,01	< 0,5

Wyniki analiz próbek wody wodociągowej z terenu KSOP potwierdzają, iż w roku 2025 stężenie aktywności trytu było bardzo niskie.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku 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.

Tabela 31. Pomiar stężenia całkowitej promieniotwórczości beta w wodzie wodociągowej na terenie KSOP w 2025 roku.

Stężenie całkowitej aktywności izotopów betapromieniotwórczych w wodzie wodociągowej na terenie KSOP [Bq/dm³]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,06 ± 0,01

Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia pn. „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, co widać w Tabeli 31.

7.2. 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.

Mimo tego, że wody gruntowe na terenie KSOP nie są przeznaczone do spożycia przez ludzi, są systematycznie monitorowane i kontrolowane w celu bardziej szczegółowej oceny wpływu składowiska na otoczenie.

Tabela 32. Pomiar stężenia aktywności promieniotwórczego trytu w wodach gruntowych na terenie KSOP w 2025 roku.

Symbol piezometru	Stężenie aktywności trytu [Bq/dm³]			
	I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
Piezometr 10pN	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Piezometr 11p bis	98,9 ± 6,9	78,6 ± 5,5	138,1 ± 9,6	77,4 ± 5,4
Piezometr 12p bis	96,2 ± 6,7	434,5 ± 30,4	156,6 ± 10,9	265,9 ± 18,6
Piezometr 17pN	389,9 ± 27,2	364,8 ± 25,5	463,3 ± 32,4	379,9 ± 26,6
Piezometr 18pN	236,6 ± 16,6	79,4 ± 55,6	72,6 ± 5,0	65,3 ± 4,6
piezometr 130p	57,7 ± 4,0	37,7 ± 2,6	40,2 ± 2,8	17,3 ± 1,2
piezometr 131p	3 216,5 ± 225,1	1 422,1 ± 99,5	1 558,3 ± 109,0	1 642,2 ± 114,9

Symbol piezometru	Stężenie aktywności trytu [Bq/dm ³]			
	I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
piezometr 132p	1 532,6 ± 107,3	3 389,9 ± 237,3	3 249,0 ± 227,4	1 770,0 ± 123,9

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 33. Pomiar stężenia aktywności całkowitej promieniotwórczości beta w wodach gruntowych na terenie KSOP w 2025 roku.

Symbol piezometru	Stężenia całkowitej promieniotwórczości beta [Bq/dm ³]			
	I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
piezometr 10pN	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,11 ± 0,02
piezometr 11p bis	0,13 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,14 ± 0,02
piezometr 12p bis	0,08 ± 0,01	0,22 ± 0,03	0,07 ± 0,01	0,20 ± 0,02
piezometr 17pN	0,08 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,20 ± 0,03
piezometr 18pN	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,01
piezometr 130p	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01
piezometr 131p	0,70 ± 0,07	0,79 ± 0,08	1,36 ± 0,14	1,43 ± 0,15
piezometr 132p	0,67 ± 0,07	0,78 ± 0,08	0,81 ± 0,08	0,57 ± 0,06

W III i IV kwartale 2025 roku w próbkach wody pobranych z piezometru 131p całkowita promieniotwórczość beta przekroczyła wartość 1,0 Bq/dm³. W związku z tym wykonano dodatkowo identyfikację oraz pomiar aktywności radionuklidów gamma promieniotwórczych w tej próbce wody metodą spektrometrii promieniowania gamma. Nie stwierdzono obecności izotopów gamma promieniotwórczych w próbkach wody pochodzących z piezometru 131p.

7.3. Gleba i trawa

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w trawie i glebie odbyły się w II kwartale 2025 roku. Pobrano 5 próbek trawy i gleby w miejscach zlokalizowanych na terenie KSOP w Różanie, a wyniki pomiarów zamieszczono w Tabeli 34 i Tabeli 35.

Tabela 34. Stężenia aktywności radionuklidów w trawie na terenie KSOP w 2025 roku.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg]
R 706	K-40	720 ± 20
	Pb-210	20,7 ± 1,69
	Ac-228	2,39 ± 0,35
R 707	K-40	432 ± 12
	Pb-210	28,9 ± 6,4
R 709	K-40	622 ± 17
	Pb-210	20,1 ± 5,8
	Ac-228	1,44 ± 0,31
	Cs-137	0,27 ± 0,14
R 711	K-40	640 ± 18
	Pb-210	55,1 ± 9,7
R 712	K-40	533 ± 15
	Pb-210	9,2 ± 5,0

Tabela 35. Stężenia aktywności radionuklidów w glebie na terenie KSOP w 2025 roku.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg]
G 706	K-40	446 ± 11
	Ra-226	18,0 ± 1,2
	Ac-228	16,4 ± 0,4
	Pb-210	70,5 ± 11,2
	Cs-137	19,2 ± 0,4
G 707	K-40	417 ± 11
	Ra-226	16,8 ± 1,1
	Ac-228	16,8 ± 0,4

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg]
	Pb-210	64,2 ± 10,3
	Cs-137	12,29 ± 0,27
	Am-241	1,6 ± 0,25
G709	K-40	500 ± 13
	Ra-226	18,7 ± 1,2
	Ac-228	19,5 ± 0,5
	Pb-210	108 ± 16
	Cs-137	4,75 ± 0,12
G 711	K-40	467 ± 12
	Ra-226	23,2 ± 1,5
	Ac-228	20,1 ± 0,5
	Pb-210	137,0 ± 18,9
	Cs-137	23,15 ± 0,48
	Am-241	1,35 ± 0,25
G 712	K-40	502 ± 13
	Ra-226	24,6 ± 1,6
	Ac-228	21,1 ± 0,5
	Pb-210	122,0 ± 17,3
	Cs-137	56,18 ± 1,13
	Am-241	9,26 ± 0,46

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 potas K-40, ołów Pb-210, aktyn Ac-228, rad Ra-226 są izotopami naturalnymi, które występują w środowisku.

7.4. 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. Wyniki pomiarów zebrano w Tabeli 36.

Tabela 36. Pomiar średniej zawartości cezu Cs-137 (radionuklidu sztucznego) w aerozolach atmosferycznych na terenie KSOP w poszczególnych kwartałach 2025 roku.

Stężenie aktywności Cs-137 w aerozolach atmosferycznych na terenie KSOP [$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
$0,53 \pm 0,13$	$0,62 \pm 0,10$	$0,44 \pm 0,04$	$0,41 \pm 0,06$

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

8. 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.

8.1. Woda wodociągowa

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie wodociągowej na stężenie promieniotwórcze trytu przeprowadzany był raz na kwartał (Tabela 37). Próbką wody pochodzi z ujęcia miejskiego w Różanie.

Tabela 37. Pomiar stężenia promieniotwórczego trytu związanego w postaci HTO w wodzie wodociągowej w otoczeniu KSOP w 2025 roku.

Stężenie aktywności trytu (HTO) w wodzie wodociągowej w otoczeniu KSOP [Bq/dm^3]			
I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
$< 0,5$	$< 0,5$	$< 0,5$	$< 0,5$
$0,8 \pm 0,1$	$< 0,5$	$0,7 \pm 0,1$	$< 0,5$

Wyniki analiz próbek wody wodociągowej w otoczeniu KSOP potwierdzają, iż w roku 2025 poziom stężenia aktywności trytu w wodzie wodociągowej był bardzo niski. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294) dopuszczalne stężenie trytu w wodzie przeznaczonej do spożycia wynosi $100 \text{ Bq}/\text{dm}^3$. **Wykonane pomiary wskazują, że próg ten nie został przekroczony.**

8.2. Wody studzienne, źródlane, rzeczne

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w wodach studziennych, źródłanych i rzecznych (Tabela 38) przeprowadzany był w II i III kwartale 2025 roku.

Tabela 38. Pomiar stężenia aktywności trytu i stężenia całkowitej aktywności beta w otoczeniu KSOP w 2025 roku.

Rodzaj próbki	Symbol próbki	Stężenie aktywności trytu [Bq/dm ³]		Stężenie aktywności całkowitej promieniotwórczości beta [Bq/dm ³]	
		II kwartał	III kwartał	II kwartał	III kwartał
Wody studzienne	G1	<10,0	<10,0	0,09±0,01	0,29±0,03
	G2	<10,0	<10,0	0,15±0,03	0,14±0,02
Wody źródlane	ŻR2	<10,0	<10,0	0,04±0,01	0,05±0,01
	ŻR3	<10,0	<10,0	0,16±0,03	0,16±0,03
Wody rzeczne (Narew)	W701	<10,0	<10,0	0,08±0,01	0,13±0,02
	W702	<10,0	<10,0	0,10±0,02	0,14±0,02
	W703	<10,0	<10,0	0,17±0,02	0,13±0,02

8.3. Wody gruntowe

W ramach pomiaru zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie gruntowej na całkowitą aktywność beta i trytu, w II i III kwartale 2025 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 w celu szczegółowej oceny wpływu składowiska na środowisko. Wyniki tych pomiarów zamieszczono w Tabeli 39 i 40.

Tabela 39. Pomiar stężenia aktywności trytu w wodach gruntowych w otoczeniu KSOP w 2025 roku.

Symbol piezometru	Stężenie aktywności trytu [Bq/dm ³]	
	II kwartał	III 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/G1	<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	46,6 ± 3,2	55,2 ± 3,8
F10	<10,0	<10,0
F11	<10,0	<10,0
F12	<10,0	76,5 ± 5,3
F13	<10,0	<10,0
F14	<10,0	<10,0
F15	14,4 ± 1,0	34,0 ± 2,3
F16	20,6 ± 1,4	28,7 ± 2,0
F17	<10,0	<10,0
F18	<10,0	<10,0
F19	<10,0	<10,0

Tabela 40. Pomiar stężenia całkowitej promieniotwórczości beta w wodach gruntowych w otoczeniu KSOP w 2025 roku.

Oznaczenie próbki	Stężenie całkowitej promieniotwórczości beta [Bq/dm ³]	
	II kwartał	III kwartał
1pN	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,01
F2N	0,18 ± 0,02	0,07 ± 0,01
F5N	0,07 ± 0,01	0,04 ± 0,01
2pN	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01
3pN	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
8p/G1	0,13 ± 0,02	0,10 ± 0,02
15p	0,08 ± 0,01	0,03 ± 0,01

19p	0,15 ± 0,02	0,19 ± 0,02
20p	0,09 ± 0,02	0,14 ± 0,02
23pN	0,17 ± 0,02	0,08 ± 0,01
24pN	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
95p	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01
F1	0,15 ± 0,02	0,05 ± 0,01
F10	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01
F11	0,06 ± 0,01	0,15 ± 0,02
F12	0,05 ± 0,01	0,32 ± 0,03
F13	0,08 ± 0,01	0,17 ± 0,02
F14	0,12 ± 0,02	0,04 ± 0,01
F15	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01
F16	0,10 ± 0,02	0,05 ± 0,01
F17	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01
F18	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01
F19	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01

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

W 2025 roku nie odnotowano podwyższonych wartości całkowitej aktywności beta (wszystkie wyniki <1 Bq/dm³) w wodach gruntowych w otoczeniu KSOP.

8.4. Trawa i gleba

Pomiar zawartości substancji promieniotwórczych w trawie (Tabela 41) i glebie (Tabela 42) odbył się w III kwartale 2025 roku. Pobrano 7 próbek trawy i gleby.

Tabela 41. Stężenia aktywności radionuklidów w trawie w otoczeniu KSOP w 2025 roku.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bg/kg]
R 701	K-40	426 ± 16

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bg/kg]
	Ac-228	2,24 ± 0,91
	Cs-137	4,69 ± 0,29
R 702	K-40	744 ± 22
	Ra-226	6,19 ± 2,34
	Ac-228	2,75 ± 0,75
	Cs-137	0,95 ± 0,15
R 703	K-40	470 ± 16
	Ra-226	12,58 ± 2,72
	Ac-228	2,97 ± 0,79
	Cs-137	81,39 ± 1,92
R 704	K-40	453 ± 16
	Cs-137	1,51 ± 0,19
R 705	K-40	325 ± 13
	Cs-137	6,42 ± 0,31
	Ac-228	2,38 ± 0,84
R 708	K-40	847 ± 24
	Ra-226	10,20 ± 2,43
	Ac-228	4,97 ± 0,79
	Cs-137	5,07 ± 0,26
R 710	K-40	399 ± 14
	Ra-226	4,75 ± 2,52
	Ac-228	3,38 ± 0,80

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bg/kg]
	Cs-137	3,51 ± 0,23

Tabela 42. Stężenia aktywności radionuklidów w glebie w otoczeniu KSOP w 2025 roku.

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg]
G 701	K-40	563 ± 13
	Ra-226	20,6 ± 1,7
	Ac-228	24,2 ± 0,6
	Pb-210	28,0 ± 5,0
	Cs-137	54,09 ± 1,17
G 702	K-40	507 ± 13
	Ra-226	20,4 ± 1,5
	Ac-228	21,8 ± 0,6
	Pb-210	128,3 ± 20,5
	Cs-137	21,34 ± 0,44
G 703	K-40	480 ± 12
	Ra-226	22,1 ± 1,9
	Ac-228	20,8 ± 0,5
	Pb-210	112,4 ± 20,7
	Cs-137	496,40 ± 9,76
	Am-241	6,0 ± 0,8
G 704	K-40	419 ± 11
	Ra-226	18,5 ± 1,4

Miejsce poboru	Radionuklid	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg]
	Ac-228	17,6 ± 0,5
	Pb-210	120,8 ± 18,6
	Cs-137	31,35 ± 0,63
G705	K-40	522 ± 13
	Ra-226	20,7 ± 1,6
	Ac-228	21,9 ± 0,6
	Pb-210	138,5 ± 22,8
	Cs-137	106,65 ± 2,12
	Am-241	4,3 ± 0,5
G708	K-40	409 ± 9
	Ra-226	15,5 ± 1,3
	Ac-228	16,7 ± 0,4
	Pb-210	23,8 ± 4,1
	Cs-137	5,48 ± 0,14
G710	K-40	537 ± 14
	Ra-226	18,6 ± 1,4
	Ac-228	22,0 ± 0,6
	Pb-210	132,1 ± 20,7
	Cs-137	14,92 ± 0,32

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

9. Pomiary dawki pochłoniętej na terenie KSOP

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

W 2025 roku oszacowana średnia dawka pochłonięta na terenie KSOP wyniosła 0,13 mGy, natomiast w otoczeniu wynosiła 0,10 mGy.

Warto pokreślić, 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).

10. Rozszerzony monitoring radiacyjny środowiska na terenie KSOP

Od IV kwartału 2025 roku monitoring radiacyjny środowiska na terenie KSOP prowadzony jest również w rozszerzonym zakresie określonym w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 sierpnia 2022 roku w sprawie zakresu programu monitoringu radiacyjnego środowiska opracowywanego i wdrażanego przez jednostki organizacyjne zakwalifikowane do I lub II kategorii zagrożeń (Dz. U. z 2022 r. poz. 2058).

Poniżej przedstawiono wyniki pomiarów wykonanych w ramach tego programu w IV kwartale 2025 roku. Badania przeprowadziło Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie.

10.1. Aerozole atmosferyczne

W IV kwartale 2025 roku w aerozolach atmosferycznych oznaczano stężenia promieniotwórcze strontu Sr-90, plutonu Pu-238 oraz plutonu Pu-239+240, trytu związanego w postaci HTO oraz radionuklidów gamma promieniotwórczych. Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego strontu Sr-90 w próbkach aerozoli atmosferycznych przedstawiono w Tabeli 43.

Tabela 43. Stężenia promieniotwórcze strontu Sr-90 w aerozolach atmosferycznych.

Nr próbki	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze ^{a)} [Bq·próbka ⁻¹]	Stężenie promieniotwórcze [μBq·m ⁻³]
I	10.2025	0,013 ± 0,001	0,038 ± 0,005
II	11.2025	0,113 ± 0,011	0,42 ± 0,04
III	12.2025	0,007 ± 0,001	0,027 ± 0,001

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze strontu Sr-90 w aerozolach atmosferycznych były niskie i mieściły się w zakresie wartości charakterystycznych dla próbek środowiskowych.

Wyniki oznaczeń stężeń promieniotwórczych izotopów plutonu (Pu-239+240 oraz Pu-238) w próbkach aerozoli atmosferycznych przedstawiono w Tabeli 44.

Tabela 44. Stężenia promieniotwórcze Pu-239+240 oraz Pu-238 w aerozolach atmosferycznych.

Nr próbki	Data poboru	Pu-239+240		Pu-238	
		Stężenie promieniotwórcze ^{a)} [Bq·próba ⁻¹]	Stężenie promieniotwórcze [nBq·m ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze [mBq·próba ⁻¹]	Stężenie promieniotwórcze [nBq·m ⁻³]
I	10.2025	0,210 ± 0,012	625,2 ± 35,3	1,63 ± 0,18	4,9 ± 0,5
II	11.2025	0,012 ± 0,002	43,4 ± 8,9	<LLD	<LLD
III	12.2025	0,124 ± 0,008	460,0 ± 29,0	<LLD	<LLD

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Stężenia promieniotwórcze izotopów plutonu w aerozolach atmosferycznych były niskie, a w części próbek pozostawały poniżej granicy oznaczalności metody.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego trytu związanego w postaci HTO w próbkach pary wodnej pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 45.

Tabela 45. Stężenie promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO w próbkach pary wodnej.

Opis próbki	Miesiąc pobrania	Stężenie promieniotwórcze HTO [Bq·dm ⁻³]
Para wodna	10.2025	<10,0
Para wodna	11.2025	<10,0
Para wodna	12.2025	<10,0

We wszystkich analizowanych próbkach pary wodnej stężenie promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji, co wskazuje na bardzo niski poziom trytu.

W ramach monitoringu radiacyjnego środowiska przeprowadzono analizę spektrometryczną promieniowania gamma próbek aerozoli atmosferycznych pobieranych na filtrach. W części analizowanych próbek stwierdzono obecność śladowych aktywności promieniotwórczego cezu Cs-137.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego cezu Cs-137 w próbkach aerozoli zamieszczono w Tabeli 46.

Tabela 46. Wyniki pomiarów stężenia promieniotwórczego cezu Cs-137 zarejestrowanego w próbkach aerozoli powietrza atmosferycznego.

L.p.	Próbka	Stężenie promieniotwórcze Cs-137 [μBq/m ³]	Granica detekcji (LLD) [μBq/m ³]
1.	Różan 2025/40	0,88 ± 0,13	0,20
2.	Różan 2025/41	0,23 ± 0,10	0,15

3.	Różan 2025/42	0,40 ± 0,11	0,15
4.	Różan 2025/43	0,38 ± 0,12	0,19
5.	Różan 2025/44	0,24 ± 0,11	0,17
6.	Różan 2025/45	0,24 ± 0,10	0,14
7.	Różan 2025/46	0,22 ± 0,09	0,13
8.	Różan 2025/47	< 0,31	0,31
9.	Różan 2025/48	0,55 ± 0,11	0,16
10.	Różan 2025/49	0,46 ± 0,11	0,15
11.	Różan 2025/50	< 0,25	0,25
12.	Różan 2025/51	< 0,28	0,28
13.	Różan 2025/52	0,71 ± 0,11	0,14

Wartość średnia stężenia promieniotwórczego **cezu Cs-137** wyniosła w omawianym okresie sprawozdawczym **0,40 ± 0,06 μBq/m³**. Zakres stężeń był następujący: od 0,22 ± 0,09 μBq/m³ (na filtrze Różan 2025/46) do 0,88 ± 0,13 μBq/m³ (na filtrze Różan 2025/40).

Ponadto na jednym filtrze (Różan 2025/41) zarejestrowano Am-241 o stężeniu promieniotwórczym równym 0,52 ± 0,16 μBq/m³.

Z radionuklidów naturalnych zarejestrowane zostały:

- **beryl Be-7** – w zakresie: od 390 ± 10 μBq/m³ (LLD = 2 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/51) do 2121 ± 48 μBq/m³ (LLD = 2 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/52) – wartość średnia stężenia promieniotwórczego: **1142 ± 162 μBq/m³**;
- **potas K-40** – w zakresie: od < 2,7 μBq/m³ (LLD = 2,7 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/41) do 9,1 ± 2,7 μBq/m³ (LLD = 2,6 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/50) – wartość średnia stężenia promieniotwórczego: **6,3 ± 0,6 μBq/m³**;
- **ołów Pb-210** – w zakresie: od 212 ± 7 μBq/m³ (LLD = 2 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/51) do 607 ± 16 μBq/m³ (LLD = 3 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/40) – wartość średnia stężenia promieniotwórczego: **349 ± 38 μBq/m³**;
- **rad Ra-226** – w zakresie: od < 2,0 μBq/m³ (LLD = 2 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/51) do < 5,9 μBq/m³ (LLD = 5,9 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/43) – wartość średnia stężenia promieniotwórczego: **3,9 ± 0,3 μBq/m³**;
- **aktyn Ac-228** - w zakresie: od < 0,47 μBq/m³ (LLD = 0,47 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/50) do < 1,23 μBq/m³ (LLD = 1,23 μBq/m³ na filtrze Różan 2025/43) – wartość średnia stężenia promieniotwórczego: **0,96 ± 0,06 μBq/m³**.

Wartości średnie stężeń radionuklidów zostały obliczone przy uwzględnieniu wszystkich pomiarów.

Podane w sprawozdaniu dolne granice detekcji (LLD) są indywidualne dla każdego pomiaru stężeń radionuklidów w aerozolu atmosferycznym – wartość granicy detekcji zależy od wielu

parametrów charakteryzujących dany pomiar (m.in. od stężeń naturalnych radionuklidów w badanej próbce, które podwyższają tło pod fotopikami).

Zarówno stężenia radionuklidów naturalnych, jak i stężenia radionuklidów pochodzenia sztucznego (cez Cs-137) zmierzone w IV kwartale 2025 roku są na poziomach typowych dla wyników pomiarów stężeń tych samych radionuklidów rejestrowanych w sieci stacji ASS-500, działających w Polsce w ramach Krajowego Systemu Wykrywania Skażeń i Alarmowania.

10.2. Depozycja i opad atmosferyczny

W IV kwartale 2025 roku prowadzono pomiary depozycji radionuklidów emitujących promieniowanie gamma metodą *in situ* oraz wykonywano kompleksowe analizy próbek opadu atmosferycznego w celu oznaczenia zawartości radionuklidów gamma, w tym cezu Cs-137, cezu Cs-134 i jodu I-131, a także strontu Sr-90, plutonu Pu-238, plutonu Pu-239+240, trytu związanego w postaci HTO i węgla C-14, jak również całkowitej aktywności alfa i beta. Analizy obejmowały również identyfikację i oznaczenie stężeń pozostałych emiterów gamma obecnych w próbkach opadu mieszanego (suchego i mokrego).

Wyniki badań spektrometrycznych promieniowania gamma z pomiarów bezpośrednich na terenie KSOP w Różanie przedstawiono w Tabeli 47.

Tabela 47. Wyniki badań spektrometrycznych z pomiarów bezpośrednich metodą *in-situ* przeprowadzonych na terenie KSOP w Różanie.

Izotop	Depozycja [kBq/m ²]
Przed obiektem 1	
Cs-137	19,1 ± 1,2
Cs-134	< 0,32
Co-60	< 0,20
Przed obiektem 3a (przy stacji ASS)	
Cs-137	6,47 ± 0,42
Cs-134	< 0,32
Co-60	< 0,19

W badanych punktach pomiarowych metodą *in situ* oznaczono izotop cezu Cs-137, przy czym uzyskane wartości depozycji utrzymywały się na poziomie porównywalnym z wynikami obserwowanymi na innych obszarach kraju i nie wskazywały na podwyższony poziom skażenia.

Wyniki badań spektrometrycznych promieniowania gamma izotopów zarejestrowanych w próbkach opadu zamieszczono w Tabeli 48.

Tabela 48. Wyniki oznaczeń izotopów gamma promieniotwórczych w próbkach opadu.

Izotop	Stężenie promieniotwórcze [mBq/dm ³]	Dolna granica detekcji [mBq/ dm ³]
Cs-134	< 2,08	2,08
Cs-137	< 1,29	1,29
I-131	< 34,85	34,85
Cs-134	< 1,45	1,45
Cs-137	< 0,90	0,90
I-131	< 17,05	17,05
Cs-134	< 2,28	2,28
Cs-137	< 2,47	2,47
I-131	< 18,34	18,34

Stężenia promieniotwórcze emiterów gamma w próbkach opadu atmosferycznego utrzymywały się na bardzo niskim poziomie, w większości przypadków poniżej dolnych granic detekcji metody.

Wyniki oznaczenia zawartości strontu Sr-90 w próbkach opadu atmosferycznego przedstawiono w Tabeli 49.

Tabela 49. Stężenie promieniotwórcze strontu Sr-90 w próbkach opadu.

Opis próbki	Okres ekspozycji	Stężenie promieniotwórcze Sr-90 ^{a)} [Bq·dm ⁻³]
Opad	30.09.-03.11.2025 r.	$2,8 \cdot 10^{-3} \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$
Opad	03.11. - 01.12.2025 r	$0,023 \pm 0,002$
Opad	01.12. - 30.12.2025 r	$1,8 \cdot 10^{-3} \pm 0,3 \cdot 10^{-3}$

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze strontu Sr-90 w próbkach opadu atmosferycznego były niskie i nie wskazywały na występowanie podwyższonej aktywności tego radionuklidu.

Wyniki oznaczenia zawartości plutonu Pu-239+240 oraz plutonu Pu-238 przedstawiono w Tabeli 50.

Tabela 50. Stężenia promieniotwórcze plutonu Pu-239+240 oraz Pu-238 w próbkach opadu.

Nr próbki	Data poboru	Pu-238	
		Stężenie promieniotwórcze [Bq·dm ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze [Bq·dm ⁻³]
I	10.2025	<LLD	<LLD

II	11.2025	<LLD	<LLD
III	12.2025	$3,6 \cdot 10^{-4} \pm 1,6 \cdot 10^{-4}$	<LLD

We wszystkich próbkach opadu atmosferycznego wartości stężenia promieniotwórczego Pu-239+240 oraz Pu-238 były poniżej granicy oznaczalności metody.

Wyniki pomiarów stężenia promieniotwórczego trytu związanego w postaci HTO w opadzie mokrym przedstawiono w Tabeli 51.

Tabela 51. Stężenie promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO w próbkach opadu atmosferycznego.

Opis próbki	Okres ekspozycji	Stężenie promieniotwórcze HTO [Bq·dm ⁻³]
Opad	30.09.- 03.11.2025 r.	<10,0
Opad	03.11. - 01.12.2025 r	<10,0
Opad	01.12. - 30.12.2025 r	<10,0

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

We wszystkich próbkach opadu stężenie promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji.

Wyniki pomiarów stężenia promieniotwórczego węgla C-14 w opadzie mokrym przedstawiono w Tabeli 52.

Tabela 52. Stężenie promieniotwórcze węgla C-14 w próbkach opadu.

Opis próbki	Okres ekspozycji	Stężenie promieniotwórcze C-14 [Bq·dm ⁻³]
Opad	30.09.-03.11.2025 r.	<10,0
Opad	03.11. - 01.12.2025 r	<10,0
Opad	01.12. - 30.12.2025 r	<10,0

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

We wszystkich próbkach opadu stężenie promieniotwórcze węgla C-14 pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji.

Wyniki oznaczeń całkowitej aktywności alfa w próbkach opadu atmosferycznego pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 53.

Tabela 53. Stężenie promieniotwórcze całkowitej aktywności alfa w próbkach opadu.

Opis próbki	Okres ekspozycji	Całkowita promieniotwórczość alfa ^{a)} [Bq·dm ⁻³]
Opad	30.09.-03.11.2025 r.	<0,015

Opad	03.11. - 01.12.2025 r	<0,015
Opad	01.12. - 30.12.2025 r	<0,015

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Całkowita aktywność alfa w badanych próbkach opadu atmosferycznego utrzymywała się na bardzo niskim poziomie, poniżej granicy oznaczalności metody.

Wyniki oznaczeń całkowitej aktywności beta w próbkach opadu atmosferycznego pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 54.

Tabela 54. Stężenie promieniotwórcze całkowitej aktywności beta w próbkach opadu.

Opis próbki	Okres ekspozycji	Całkowita promieniotwórczość beta ^{a)} [Bq·dm ⁻³]
Opad	30.09. - 03.11.2025 r.	0,019 ± 0,004
Opad	03.11. - 01.12.2025 r	0,015 ± 0,002
Opad	01.12. - 30.12.2025 r	0,06 ± 0,01

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone wartości całkowitej aktywności beta w próbkach opadu atmosferycznego były niskie i typowe dla próbek środowiskowych.

10.3. Gleba

W IV kwartale 2025 roku w próbkach gleby pobranych na terenie KSOP oznaczano radionuklidy gamma promieniotwórcze, stront Sr-90, izotopy plutonu, trytu związanego w postaci HTO, węgla C-14 oraz izotopy uranu.

Wyniki pomiarów stężeń aktywności radionuklidów gamma promieniotwórczych w próbkach gleby zamieszczono w Tabeli 55.

Tabela 55. Wyniki pomiarów stężeń aktywności radionuklidów gamma promieniotwórczych w próbkach gleby.

Izotop	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg]	Dolna granica detekcji [Bq/kg]
Próbka pobrana przy obiekcie 3a		
K-40	487 ± 12	1
Cs-134	< 0,09	0,09
Cs-137	7,03 ± 0,16	0,05
Pb-210	91,8 ± 16,9	12,6
Ra-226	18,6 ± 1,4	0,8
Ac-228	19,4 ± 0,5	0,3
Próbka pobrana przy obiekcie 8		

K-40	410 ± 11	1
Cs-134	< 0,09	0,09
Cs-137	17,73 ± 0,37	0,05
Pb-210	113,7 ± 18,2	11,2
Ra-226	15,2 ± 1,2	0,8
Ac-228	16,5 ± 0,4	0,2
Am-241	1,51 ± 0,34	0,35

W próbkach gleby stwierdzono obecność radionuklidów naturalnych oraz niskich aktywności wybranych radionuklidów pochodzenia sztucznego, charakterystycznych dla środowiska.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego strontu Sr-90 w próbkach gleby pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 56.

Tabela 56. Stężenia promieniotwórcze strontu Sr-90 w próbkach gleby.

Punkt poboru	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze Sr-90^{a)} [Bq·kg⁻¹]
Przy obiekcie 3A	14.10.2025	1,66 ± 0,14
Przy obiekcie 8	14.10.2025	1,69 ± 0,14

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze strontu Sr-90 w próbkach gleby były niskie i odpowiadały poziomom obserwowanym w próbkach środowiskowych.

Wyniki oznaczeń stężeń promieniotwórczych izotopów plutonu (Pu-239+240 oraz Pu-238) w próbkach gleby przedstawiono w Tabeli 57.

Tabela 57. Stężenia promieniotwórcze plutonu Pu-239+240 oraz Pu-238 w próbkach gleby.

Punkt poboru	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze Pu-239+240 [Bq·kg⁻¹]	Stężenie promieniotwórcze Pu-238 [Bq·kg⁻¹]
Przy obiekcie 3A	14.10.2025	2,10 ± 0,20	0,030 ± 0,004
Przy obiekcie 8	14.10.2025	8,87 ± 0,46	0,197 ± 0,012

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Stężenia promieniotwórcze izotopów plutonu w próbkach gleby pozostawały na niskim poziomie, typowym dla oznaczeń środowiskowych.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego trytu związanego w postaci HTO w wilgoci glebowej przedstawiono w Tabeli 58.

Tabela 58. Stężenia promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO w próbkach wilgoci glebowej.

Punkt poboru	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze [Bq·dm ⁻³]
Przy obiekcie 3A	14.10.2025	<10,0
Przy obiekcie 8	14.10.2025	<10,0

W obu próbkach wilgoci glebowej stężenie promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego węgla C-14 w próbkach gleby przedstawiono w Tabeli 59.

Tabela 59. Stężenia promieniotwórcze węgla C-14 w próbkach gleby.

Punkt poboru	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze ^{a)} [Bq·kg ⁻¹ C]
Przy obiekcie 3A	14.10.2025	246,91 ± 17,2
Przy obiekcie 8	14.10.2025	259,22 ± 17,6

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze węgla C-14 w próbkach gleby były wyrównane i odpowiadały niskim poziomom tła środowiskowego.

Wyniki oznaczeń stężeń promieniotwórczych izotopów uranu (U-234, U-235 oraz U-238) w próbkach gleby przedstawiono w Tabeli 60.

Tabela 60. Stężenia promieniotwórcze izotopów uranu U-234, U-235 oraz U-238 w próbkach gleby.

Punkt poboru	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze U-234 [Bq·kg ⁻¹]	Stężenie promieniotwórcze U-235 [Bq·kg ⁻¹]	Stężenie promieniotwórcze U-238 [Bq·kg ⁻¹]
Przy obiekcie 3A	14.10.2025	7,35 ± 0,75	0,453 ± 0,147	7,28 ± 0,76
Przy obiekcie 8	14.10.2025	8,55 ± 0,86	0,628 ± 0,190	9,43 ± 0,92

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze izotopów uranu w próbkach gleby były zbliżone i mieściły się w zakresie wartości typowych dla próbek środowiskowych.

10.4. Woda wodociągowa

W IV kwartale 2025 roku w próbce wody pitnej pobranej na terenie KSOP oznaczano radionuklidy gamma promieniotwórcze, węgiel C-14, izotopy uranu, tor Th-232, rad Ra-226, ołów Pb-210, polon Po-210, izotopy plutonu, ameryk Am-241, radon Rn-222 oraz całkowitą aktywność alfa i beta.

Wyniki badań promieniotwórczości gamma próbki wody pitnej pobranej z terenu KSOP w Różanie zamieszczono w Tabeli 61.

Tabela 61. Wyniki badań promieniotwórczości gamma próbki wody pitnej.

Izotop	Stężenie promieniotwórcze [mBq/dm ³]	Dolna granica detekcji [mBq/dm ³]
K-40	< 24,3	24,3
I-131	< 6,40	6,40
Co-60	< 1,96	1,96
Cs-134	< 1,98	1,98
Cs-137	< 1,19	1,19
Ac-228	< 4,56	4,56

W próbce wody pitnej pobranej z terenu KSOP w Różanie nie zarejestrowano żadnego izotopu gamma promieniotwórczego powyżej dolnej granicy detekcji.

Wynik oznaczenia stężenia promieniotwórczego izotopu węgla C-14 w próbce wody pitnej pobranej w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 62.

Tabela 62. Stężenie promieniotwórcze węgla C-14 w próbce wody pitnej.

Opis próbki	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze C-14 [Bq·dm ⁻³]
Woda pitna	13.10.2025 r.	<10,0

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że dopuszczalne stężenie węgla C-14 w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie może przekraczać 100 Bq/dm³.

Przeprowadzone analizy wskazują, że stężenie promieniotwórcze węgla C-14 w badanej wodzie wodociągowej pobranej z terenu KSOP utrzymuje się znacznie poniżej tej wartości.

Wynik oznaczenia stężeń promieniotwórczych izotopów uranu (U-234, U-235 oraz U-238) w próbce wody pitnej przedstawiono w Tabeli 63.

Tabela 63. Stężenia promieniotwórcze izotopów uranu U-234, U-235 oraz U-238 w próbce wody pitnej.

Opis próbki	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze U-234 [Bq·dm ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze U-235 [Bq·dm ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze U-238 [Bq·dm ⁻³]
Woda pitna	13.10.2025	0,0052 ± 0,0005	< 0,0005	0,0038 ± 0,0004

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że dopuszczalne stężenie uranu-238 w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie może przekraczać 3,0 Bq/dm³, natomiast uranu U-234 nie powinna przekroczyć wartości 2,8 Bq/dm³. **Oznaczone stężenia promieniotwórcze izotopów uranu w próbce wody pitnej były niskie i wyraźnie niższe od wartości dopuszczalnych.**

Wynik oznaczenia stężenia promieniotwórczego toru Th-232 w próbce wody pitnej przedstawiono w Tabeli 64.

Tabela 64. Stężenia promieniotwórcze toru Th-232 w próbce wody pitnej.

Opis próbki	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze Th-232 [Bq·dm ⁻³]
Woda pitna	13.10.2025	< 0,003

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Przeprowadzone analizy wskazują, że stężenie promieniotwórcze izotopu toru Th-232 w badanej wodzie wodociągowej pobranej z terenu KSOP jest na bardzo niskim poziomie.

Wynik oznaczenia stężenia promieniotwórczego izotopu radu Ra-226 w próbce wody pitnej pobranej w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 65.

Tabela 65. Stężenie promieniotwórcze izotopu radu Ra-226 w próbce wody pitnej.

Opis próbki	Stężenie promieniotwórcze Ra-226 [Bq·dm ⁻³] ^{a)}
woda pitna	0,005 ± 0,002

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że dopuszczalne stężenie radu Ra-226 w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie może przekraczać 0,5 Bq/dm³. **Oznaczone stężenie promieniotwórcze izotopu radu Ra-226 w próbce wody pitnej było niskie i nie przekraczało wartości dopuszczalnej.**

Wynik oznaczenia stężenia promieniotwórczego izotopu ołowiu Pb-210 w próbce wody pitnej pobranej w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 66.

Tabela 66. Stężenie promieniotwórcze izotopu ołowiu Pb-210 w próbce wody pitnej.

Opis próbki	Stężenie promieniotwórcze Pb-210 [Bq·dm ⁻³]
woda pitna	<0,02

W próbce wody pitnej pobranej z terenu KSOP w Różanie nie zarejestrowano stężenia promieniotwórczego izotopu ołowiu Pb-210 powyżej dolnej granicy detekcji.

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że dopuszczalne stężenie ołowiu Pb-210 w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie może przekraczać 0,2 Bq/dm³. **Przeprowadzone analizy wskazują, że stężenie Pb-210 w badanej wodzie wodociągowej pobranej z terenu KSOP nie przekroczyło tej wartości.**

Wynik oznaczenia stężenia promieniotwórczego izotopu polonu Po-210 w próbce wody pitnej pobranej w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 67.

Tabela 67. Stężenie promieniotwórcze izotopu polonu Po-210 w próbce wody pitnej.

Opis próbki	Stężenie promieniotwórcze Po-210 ^{a)} [Bq·dm ⁻³]
woda pitna	0,0026 ± 0,0002

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że dopuszczalne stężenie polonu Po-210 w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie może przekraczać 0,1 Bq/dm³. **Oznaczone stężenie promieniotwórcze polonu Po-210 w próbce wody pitnej było bardzo niskie i wyraźnie niższe od wartości dopuszczalnej.**

Wynik oznaczenia stężeń promieniotwórczych izotopów plutonu (Pu-239+240 oraz Pu-238) w próbce wody pitnej przedstawiono w Tabeli 68.

Tabela 68. Stężenia promieniotwórcze izotopów plutonu Pu-239+240 oraz Pu-238 w wodzie pitnej.

Opis próbki	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze Pu-239+240 [Bq·dm ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze Pu-238 [Bq·dm ⁻³]
woda pitna	13.10.2025	<LLD	<LLD

Stężenia promieniotwórcze izotopów plutonu w próbce wody pitnej pozostawały poniżej granicy oznaczalności metody.

Wynik oznaczenia stężenia promieniotwórczego izotopu ameryku Am-241 w próbce wody pitnej pobranej w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 69.

Tabela 69. Stężenie promieniotwórcze izotopu ameryku Am-241 w próbce wody pitnej.

Opis próbki	Stężenie Am-241 [Bq·dm ⁻³]
woda pitna	<0,02

W próbce wody pitnej pobranej z terenu KSOP w Różanie nie zarejestrowano stężenia promieniotwórczego ameryku Am-241 powyżej dolnej granicy detekcji.

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że dopuszczalne stężenie ameryku Am-241 w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi nie może przekraczać 0,7 Bq/dm³. **Przeprowadzone analizy wskazują, że stężenie promieniotwórcze ameryku Am-241 w badanej wodzie wodociągowej pobranej z terenu KSOP nie przekroczyło tej wartości.**

Wynik oznaczenia stężenia promieniotwórczego izotopu radonu Rn-222 w próbce wody pitnej przedstawiono w Tabeli 70.

Tabela 70. Stężenie promieniotwórcze izotopu radonu Rn-222 w wodzie pitnej.

Data poboru	Woda pitna
	Stężenie promieniotwórcze Rn-222 [Bq/l]
13.10.2025	< 6

W wodzie gruntowej wszystkie próby wykazały stężenie poniżej granicy oznaczalności metody.

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że całkowita dopuszczalne stężenie radonu wynosi 100 Bq/l. W Tabeli D (załącznik 4 Rozporządzenia) przy stężeniach poniżej 10 Bq/l narażenie określone jest jako „brak lub znikome” oraz „System pod kontrolą – nie wymaga podjęcia specjalnych działań”.

Przeprowadzone analizy wskazują, że badana woda wodociągowa spełnia wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku.

Wynik oznaczenia całkowitej aktywności alfa w próbce wody pitnej pobranej w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 71.

Tabela 71. Całkowita promieniotwórczość α w wodzie pitnej.

Opis próbki	Stężenie całkowitej promieniotwórczości α [Bq·dm ⁻³]
woda pitna	<0,015

W próbce wody pitnej pobranej z terenu KSOP w Różanie nie zarejestrowano stężenia całkowitej promieniotwórczości alfa powyżej dolnej granicy detekcji.

Wynik oznaczenia całkowitej aktywności beta w próbce wody pitnej pobranej w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 72.

Tabela 72. Całkowita promieniotwórczość β w wodzie pitnej.

Opis próbki	Stężenie całkowitej promieniotwórczości β ^{a)} [Bq·dm ⁻³]
woda pitna	0,06± 0,01

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017 r., poz. 2294, Załącznik nr 4) w „Wymaganiach radiologicznych jakim powinna odpowiadać woda” określono, że całkowita dopuszczalna dawka wynosi 0,1 mSv/rok. Dawka powyższa nie jest przekroczona, jeżeli całkowita promieniotwórczość α nie przekracza wartości 0,1 Bq/l i całkowita promieniotwórczość β nie przekracza wartości 1 Bq/l (Raport WHO i Dyrektywa UE). **Przeprowadzone analizy wskazują, że badana woda wodociągowe spełnia wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 roku.**

10.5. Woda gruntowa i sedyment

W IV kwartale 2025 roku rozszerzonym monitoringiem objęto również próbki wody gruntowej oraz wydzielonego z niej sedymentu, pobierane z piezometru P130 na terenie KSOP.

Wyniki badań promieniotwórczości gamma próbek wody gruntowej z piezometru P 130, znajdującego się na terenie KSOP w Różanie zamieszczono w Tabeli 73.

Tabela 73. Wyniki badań stężeń izotopów gamma promieniotwórczych w próbkach wody gruntowej z piezometru P 130.

Izotop	Stężenie promieniotwórcze [mBq/dm ³]	Dolna granica detekcji [mBq/dm ³]
Próbka wody gruntowej z poboru dn. 14.10.2025 r.		
K-40	71,3 ± 22,1	22,2
Cs-137	< 1,25	1,25
Ra-226	44,5 ± 18,2	18,7
Ac-228	< 5,40	5,40
Próbka wody gruntowej z poboru dn. 03.11.2025 r.		
K-40	85,8 ± 23,0	23,00
Cs-137	< 1,14	1,14
Ra-226	< 20,2	20,2
Ac-228	16,2 ± 4,2	5,2
Próbka wody gruntowej z poboru dn. 01.12.2025 r.		
K-40	< 21,8	21,8
Cs-137	< 1,04	1,04
Ra-226	< 19,8	19,8
Ac-228	17,5 ± 3,8	4,7

Wyniki pomiarów stężeń izotopów gamma promieniotwórczych w próbkach sedymentu z piezometru P 130 zamieszczono w Tabeli 74.

Tabela 74. Wyniki badań stężeń izotopów gamma promieniotwórczych próbek sedymentu z piezometru P 130.

Izotop	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg]	Dolna granica detekcji [Bq/kg]
Próbka sedymentu z poboru dn. 14.10.2025 r.		
K-40	607 ± 14	1
Co-57	0,36 ± 0,06	0,06
Cs-137	22,50 ± 0,50	0,07
Pb-210	56,8 ± 8,6	3,1
Ra-226	25,7 ± 1,9	0,9
Ac-228	28,3 ± 0,7	0,3
Próbka sedymentu z poboru dn. 03.11.2025 r.		
K-40	597 ± 13	1
Co-57	0,24 ± 0,05	0,05
Cs-137	16,44 ± 0,37	0,06
Pb-210	41,1 ± 6,5	2,8
Ra-226	23,8 ± 1,8	0,8
Ac-228	28,8 ± 0,7	0,3
Próbka sedymentu z poboru dn. 01.12.2025 r.		
K-40	610 ± 16	2
Co-57	0,23 ± 0,08	0,09
Cs-137	13,15 ± 0,34	0,12
Pb-210	< 6,2	6,2
Ra-226	23,5 ± 2,1	1,6
Ac-228	32,2 ± 1,0	0,7

W próbkach wody gruntowej z piezometru P 130 znajdującego się na terenie KSOP w Różanie zarejestrowano jedynie naturalne izotopy gamma promieniotwórcze o stężeniach powyżej dolnej granicy detekcji, przy czym ich wartości utrzymywały się na niskim poziomie, typowym dla wód środowiskowych.

W próbkach sedymentu z piezometru P 130 znajdującego się na terenie KSOP w Różanie zarejestrowano, oprócz naturalnych izotopów gamma promieniotwórczych, także dwa izotopy pochodzenia sztucznego tj.: kobaltu Co-57 i cezu Cs-137 o stężeniach powyżej dolnej granicy detekcji, które również pozostawały na niskim poziomie, charakterystycznym dla materiału środowiskowego.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego trytu związanego w postaci HTO w próbkach wody gruntowej pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 75.

Tabela 75. Stężenie promieniotwórcze trytu w wodzie gruntowej.

Nr próbki	Opis próbki	Data pobrania	Stężenie promieniotwórcze HTO [Bq·dm ⁻³] ^{a)}
I	woda gruntowa	14.10.2025	27,0 ± 1,8
II	woda gruntowa	03.11.2025	22,4 ± 1,6
III	woda gruntowa	01.12.2025	25,4 ± 1,8

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze trytu w wodzie gruntowej były niskie i wykazywały niewielką zmienność pomiędzy kolejnymi poborami.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego izotopu węgla C-14 w wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 76.

Tabela 76. Stężenia promieniotwórcze izotopu węgla C-14 w próbkach wody gruntowej i sedymencie z wody gruntowej.

Nr próbki	Data poboru	Woda gruntowa	Sedyment z wody gruntowej
		Stężenie promieniotwórcze C-14 [Bq·dm ⁻³] ^{a)}	Stężenie promieniotwórcze C-14 [Bq·kg ⁻¹] _c
I	14.10.2025	<10,0	257,2 ± 18,0
II	03.11.2025	<10,0	225,1 ± 15,7
III	10.12.2025	<10,0	259,9 ± 18,1

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W wodzie gruntowej stężenie promieniotwórcze węgla C-14 pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji, natomiast w sedymencie oznaczone wartości były stabilne i typowe dla próbek środowiskowych.

Wyniki oznaczeń stężeń promieniotwórczych izotopów uranu (U-234, U-235 oraz U-238) w wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 77.

Tabela 77. Stężenia promieniotwórcze izotopów uranu U-234, U-235 oraz U-238 w wodzie gruntowej i sedymencie z wody gruntowej.

Nr próbki	Data poboru	Woda gruntowa			Sedyment z wody gruntowej		
		U-234 [Bq·dm ⁻³]	U-235 [Bq·dm ⁻³]	U-238 [Bq·dm ⁻³]	U-234 [Bq·kg ⁻¹]	U-235 [Bq·kg ⁻¹]	U-238 [Bq·kg ⁻¹]
I	14.10.2025	0,0018 ± 0,0004	< 0,0005	0,0012 ± 0,0003	13,18 ± 1,99	0,544 ± 0,325	13,59 ± 2,05
II	03.11.2025	0,0164 ± 0,0012	< 0,0005	0,0129 ± 0,0010	13,27 ± 1,14	0,253 ± 0,118	13,94 ± 1,18
III	10.12.2025	0,0160 ± 0,0008	0,0006 ± 0,0001	0,0144 ± 0,0008	12,85 ± 1,09	0,265 ± 0,117	13,88 ± 1,16

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze izotopów uranu w wodzie gruntowej i sedymencie utrzymywały się na niskim poziomie.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego izotopu polonu Po-210 w wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 78.

Tabela 78. Stężenia promieniotwórcze izotopu polonu Po-210 w wodzie gruntowej i sedymencie z wody gruntowej.

Nr próbki	Data poboru	Woda gruntowa	Sedyment z wody gruntowej
		Stężenie promieniotwórcze Po-210 [Bq·dm ⁻³] ^{a)}	Stężenie promieniotwórcze Po-210 [Bq·kg ⁻¹]
I	14.10.2025	0,0023 ± 0,0002	107,46 ± 3,55
II	03.11.2025	0,0026 ± 0,0003	3,26 ± 0,22
III	10.12.2025	0,0023 ± 0,0002	33,79 ± 1,49

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Stężenia promieniotwórcze polonu Po-210 w wodzie gruntowej były niskie, natomiast w sedymencie wykazywały zróżnicowanie przy zachowaniu wartości charakterystycznych dla badanego materiału.

Wyniki oznaczeń stężeń promieniotwórczych izotopów plutonu (Pu-239+240 oraz Pu-238) w wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 79.

Tabela 79. Stężenia promieniotwórcze izotopów plutonu Pu-239+240 oraz Pu-238 w wodzie gruntowej i sedymencie z wody gruntowej.

Nr próbki	Data poboru	Woda gruntowa		Sedyment z wody gruntowej	
		Stężenie promieniotwórcze Pu-239+240 [Bq·dm ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze Pu-238 [Bq·dm ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze Pu-239+240 [Bq·kg ⁻¹]	Stężenie promieniotwórcze Pu-238 [Bq·kg ⁻¹]
I	14.10.2025	<LLD	<LLD	1,88 ± 0,43	0,041 ± 0,012
II	03.11.2025	<LLD	<LLD	1,89 ± 0,40	0,042 ± 0,011
III	10.12.2025	<LLD	<LLD	1,80 ± 0,36	0,099 ± 0,016

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W wodzie gruntowej stężenia izotopów plutonu pozostawały poniżej granicy oznaczalności, natomiast w sedymencie oznaczono ich niskie aktywności.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego izotopu ameryku Am-241 w wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 80.

Tabela 80. Stężenia promieniotwórcze izotopu ameryku Am-241 w wodzie gruntowej i sedymencie z wody gruntowej.

		Woda gruntowa	Sedyment z wody gruntowej
--	--	---------------	---------------------------

Nr próbki	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze Am-241 [Bq·dm ⁻³]	Stężenie promieniotwórcze Am-241 [Bq·kg ⁻¹]
I	14.10.2025	<0,02	<0,2
II	03.11.2025	<0,02	<0,2
III	10.12.2025	<0,02	<0,2

W wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej stężenie promieniotwórcze ameryku Am-241 pozostawało poniżej granicy oznaczalności metody.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego izotopu radonu Rn-222 w próbkach wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 81.

Tabela 81. Stężenia promieniotwórcze izotopu radonu Rn-222 w wodzie gruntowej (piezometr 12p bis).

Nr próbki	Data poboru	Woda gruntowa
		Stężenie promieniotwórcze Rn-222 [Bq/l]
I	13.10.2025	< 6
II	03.11.2025	< 6
III	15.12.2025	< 6

We wszystkich analizowanych próbkach wody gruntowej stężenie promieniotwórcze radonu Rn-222 pozostawało poniżej granicy oznaczalności metody.

Wyniki oznaczeń całkowitej aktywności alfa w wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 82.

Tabela 82. Stężenie całkowitej promieniotwórczości alfa w wodzie gruntowej i sedymencie z wody gruntowej.

Nr próbki	Data poboru	Woda gruntowa	Sedyment z wody gruntowej
		Stężenie całkowitej promieniotwórczości alfa [Bq·dm ⁻³] ^{a)}	Stężenie całkowitej promieniotwórczości alfa [Bq·kg ⁻¹]
I	14.10.2025	<0,015	695,61 ± 40,8
II	03.11.2025	<0,015	772,78 ± 45,45
III	10.12.2025	<0,015	654,66 ± 38,49

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W żadnej z badanych próbek wody gruntowej pobranych z piezometru 130p stężenie całkowitej promieniotwórczości alfa nie przekroczyło granicy oznaczalności (0,015 Bq/dm³). Stężenia całkowitej promieniotwórczości alfa w sedymencie odfiltrowanym z próbek wody gruntowej było na podobnym poziomie.

Wyniki oznaczeń całkowitej aktywności beta w wodzie gruntowej oraz w sedymencie z wody gruntowej przedstawiono w Tabeli 83.

Tabela 83. Stężenie całkowitej promieniotwórczości beta w wodzie gruntowej i sedymencie z wody gruntowej.

Nr próbki	Data poboru	Woda gruntowa	Sedyment z wody gruntowej
		Stężenie całkowitej promieniotwórczości beta [Bq·dm ⁻³]a)	Stężenie całkowitej promieniotwórczości beta [Bq·kg ⁻¹]
I	14.10.2025	0,11 ± 0,01	747,65 ± 74,24
II	03.11.2025	0,10 ± 0,01	666,95 ± 75,36
III	10.12.2025	0,12 ± 0,02	794,81 ± 91,87

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Całkowita aktywność beta w wodzie gruntowej była niska i zbliżona we wszystkich poborach, a w sedymencie utrzymywała się na wyrównanym poziomie.

10.6. Trawa

W IV kwartale 2025 roku w próbkach trawy pobranych na terenie KSOP oznaczano radionuklidy gamma promieniotwórcze: strontu Sr-90, trytu związanego w postaci HTO, trytu organicznie związanego w postaci OBT, węgla C-14, plutonu Pu-238, plutonu Pu-239+240 oraz ameryku Am-241.

Wyniki analizy widm spektrometrycznych promieniowania gamma pochodzącego od 2 próbek trawy pobranej na terenie KSOP w Różanie, przeprowadzonej w IV kwartale 2025 r., zamieszczono w Tabeli 84.

Tabela 84. Wyniki pomiarów spektrometrycznych próbek trawy.

Izotop	Stężenie promieniotwórcze [Bq/kg s. m.]	Dolna granica detekcji [Bq/kg s. m.]
Próbka pobrana przy obiekcie 3a		
K-40	532 ± 18	8
I-131	< 1,71	1,71
Cs-134	< 0,40	0,40
Cs-137	< 0,29	0,29
Ra-226	< 4,61	4,61
Ac-228	1,49 ± 0,77	1,48
Próbka pobrana przy obiekcie 8		
K-40	391 ± 14	8
Jod-131	< 1,32	1,32
Cs-134	< 0,42	0,42

Cs-137	0,55 ± 0,18	0,24
Ra-226	< 4,78	4,78
Ac-228	1,83 ± 0,76	1,42

W próbkach trawy stwierdzono głównie radionuklidy naturalne, natomiast aktywność radionuklidów pochodzenia sztucznego była bardzo niska.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego strontu Sr-90 w próbkach trawy pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 85.

Tabela 85. Stężenie promieniotwórcze strontu Sr-90 w próbkach trawy.

Opis próbki	Data pobrania	Stężenie promieniotwórcze Sr-90 [Bq/kg s. m.]
Przy obiekcie 3a	09.10.2025	0,58 ± 0,04
Przy obiekcie 8	09.10.2025	0,51 ± 0,04

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze strontu Sr-90 w próbkach trawy były niskie i zbliżone w obu punktach poboru.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego trytu związanego w postaci HTO w próbkach trawy pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 86.

Tabela 86. Stężenie promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO w próbkach trawy.

Opis próbki	Data pobrania	Stężenie promieniotwórcze HTO [Bq·dm ⁻³]
Przy obiekcie 3a	09.10.2025	<10,0
Przy obiekcie 8	09.10.2025	<10,0

W obu próbkach trawy stężenie promieniotwórcze trytu związanego w postaci HTO pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego trytu organicznie związanego (OBT) w próbkach trawy pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 87.

Tabela 87. Stężenie promieniotwórcze trytu organicznie związanego w postaci OBT w próbkach trawy.

Opis próbki	Data pobrania	Stężenie promieniotwórcze OBT [Bq·dm ⁻³ wody ze spalania]
Przy obiekcie 3a	09.10.2025	<10,0
Przy obiekcie 8	09.10.2025	<10,0

W obu próbkach trawy stężenie promieniotwórcze trytu organicznie związanego w postaci OBT pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego węgla C-14 w próbkach trawy pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 88.

Tabela 88. Stężenie promieniotwórcze węgla C-14 w próbkach trawy.

Opis próbki	Data pobrania	Stężenie promieniotwórcze C-14 [Bq·kg ⁻¹ C]
przy obiekcie 3a	09.10.2025	234,4 ± 16,4
przy obiekcie 8	09.10.2025	231,6 ± 16,2

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Oznaczone stężenia promieniotwórcze węgla C-14 w próbkach trawy były zbliżone i odpowiadały niskim poziomom obserwowanym w próbkach środowiskowych.

Wyniki oznaczeń stężeń promieniotwórczych izotopów plutonu (Pu-239+240 oraz Pu-238) w próbkach trawy przedstawiono w Tabeli 89.

Tabela 89. Stężenia promieniotwórcze izotopów plutonu Pu-239+240 oraz Pu-238 w trawach z dwóch lokalizacji: 8 i 3A.

Punkt poboru	Data poboru	Stężenie promieniotwórcze Pu-239+240 [Bq·kg ⁻¹] ^{a)}	Stężenie promieniotwórcze Pu-238 [Bq·kg ⁻¹]
Przy obiekcie 3a	09.11.2025	0,063 ± 0,014	<LLD
Przy obiekcie 8	09.11.2025	0,036 ± 0,010	<LLD

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Stężenia promieniotwórcze izotopów plutonu w próbkach trawy były niskie, a aktywność plutonu Pu-238 pozostawała poniżej granicy oznaczalności metody.

Wyniki oznaczeń stężenia promieniotwórczego ameryku Am-241 w próbkach trawy pobranych w IV kwartale 2025 roku przedstawiono w Tabeli 90.

Tabela 90. Stężenie promieniotwórcze ameryku Am-241 w próbkach trawy.

Opis próbki	Data pobrania	Stężenie promieniotwórcze Am-241 [Bq·kg ⁻¹ s. m.]
Przy obiekcie 3a	09.10.2025	<0,2
Przy obiekcie 8	09.10.2025	<0,2

^{a)}Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

W obu próbkach trawy stężenie promieniotwórcze ameryku Am-241 pozostawało poniżej dolnej granicy detekcji.

11. 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 występowały 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 $50\,030\text{ Bq/dm}^3$. W 2025 roku najwyższe stężenie trytu w tym samym piezometrze wynosiło $3216,5 \pm 225,1\text{ Bq/dm}^3$. Trypt 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 2025 roku zawierają się w zakresach stężeń tych izotopów mierzonych w glebach w Polsce w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

12. Ochrona radiologiczna pracowników ZUOP

Kontrola narażenia pracowników prowadzona jest poprzez kontrolę narażenia zewnętrznego i wewnętrznego oraz oszacowanie efektywnego równoważnika dawki obciążającej. Pomiar realizowane są przez Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych NCBJ.

Narażenie zewnętrzne pracowników kontrolowane jest za pomocą dawkomierzy termoluminescencyjnych TLD, noszonych na wysokości piersi i obrazujących narażenie całego ciała na promieniowanie jonizujące.

Narażenie wewnętrzne kontrolowane jest poprzez bezpośrednie pomiary radioaktywności organizmu za pomocą Licznika Promieniowania Ciała Człowieka oraz poprzez pomiary radioaktywności w wydalinach biologicznych (w moczu).

Dla pracowników zajmujących się demontażem izotopowych czujek dymu, kontrola narażenia wewnętrznego prowadzona jest dodatkowo poprzez monitoring środowiska pracy prowadząc pomiary całkowitej promieniotwórczości alfa w powietrzu.

Najwyższa dawka efektywna za 2025 r. wynosiła 1,03 mSv, co potwierdza skuteczność procedur, podejmowanych środków bezpieczeństwa i nadzoru nad narażeniem na promieniowanie jonizujące w miejscu pracy.

13. Odstępstwa od stanu normalnego

W 2025 roku nie stwierdzono odstępstw od stanu normalnego.