



Monitoring i ochrona radiologiczna terenu KSOP

**KRZYSZTOF ISAJENKO
AGNIESZKA FULARA
MACIEJ NORENBORG
BARBARA PIOTROWSKA**

Wykonawcy pracy

Praca była realizowana przez trzy zakłady:

Zakład Higieny Radiacyjnej (Z-I)
Zakład Dozymetrii (Z-II) – koordynator tematu
Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania (Z-III)

Autorzy sprawozdania:

Krzysztof Isajenko, Agnieszka Fulara, Maciej Norenberg, Barbara Piotrowska

Wykonawcy pracy:

Zuzanna Baranowska, Agnieszka Fulara, Krzysztof Isajenko, Alicja Jakubowska, Anita Kiełbasińska, Bartłomiej Kliś, Maciej Kozdój, Agnieszka Matysiak, Maciej Norenberg, Barbara Piotrowska, Olga Stawarz, Kamil Wieprzowski, Karol Wojtkowski, Katarzyna Wołoszczuk

Finansowanie

Praca była realizowana zgodnie z Umową
nr **4/ZUOP/2020** z dnia 15 stycznia 2020 r.
zawartą pomiędzy CLOR
a Zakładem Unieszkodliwiania Odpadów
Promieniotwórczych

**pt. Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna
obiektów ZUOP w Otwocku-Świerku oraz ochrony
radiologicznej Krajowego Składowiska Odpadów
Promieniotwórczych w Róźnie.**

Część 4: **Monitoring i ochrona radiologiczna terenu
KSOP**

Wysokość finansowania części 4: 111 536,40 PLN

Harmonogram prac

Czynność	ROK 2020												2021
	I kwartał			II kwartał			III kwartał			IV kwartał			
	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień	
1.			2			2			2			2	
2.			8			8			8			8	
3.						10							
4.	1 filtr tygodniowo			1 filtr tygodniowo			1 filtr tygodniowo			1 filtr tygodniowo			
5.			15			15			15			15	
6.					15					15			
7.				5			5						
8.			3			3			3			3	
9.						8	8						
10.						2	2						
Raport				Kwartałny			Kwartałny			Kwartałny			Roczny

Harmonogram prac (2)

Prace wykonane w ramach realizacji niniejszej umowy w roku 2020:

- pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie wodociągowej na całkowitą aktywność beta i trytu – miejsce poboru: Punkt FR (**Czynność 1**),
- pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie gruntowej na całkowitą aktywność beta i trytu – miejsca poboru: 8 piezometrów (**Czynność 2**),
- pomiary zawartości substancji promieniotwórczych (spektrometria gamma) w glebie i trawie dla próbek pobranych w punktach: R,G706, R,G707, R,G709, R,G711; R,G712 (**Czynność 3**),
- pomiary zawartości substancji promieniotwórczych aerozoli atmosferycznych (pomiar spektrometryczny filtrów) – miejsce poboru: stacja A104A (**Czynność 4**),
- pomiary dawki pochłoniętej od tła promieniowania jonizującego w punktach pomiarowych 1-15 (**Czynność 5**),

Harmonogram prac (3)

- kontrola szczelności pojemników z odpadami trytowymi (**Czynność 6**),
- pomiary zawartości pochodnych w powietrzu Rn-220 oraz Rn-222 w komorach K-4, K-5, K-6, K-6a, K-12 obiektu nr 1 (**Czynność 7**),
- pomiary radonu metodą z wykorzystaniem detektorów śladów cząstek w obiekcie nr 1 oraz w obiekcie nr 4 (**Czynność 8**),
- pomiary zawartości pochodnych radonu (Rn-220, Rn-222, całkowita aktywność alfa i beta oraz spektrometria gamma) w powietrzu pochodzącym z obiektów nr 2 i 3 (**Czynność 9**),
- pomiar zawartości pochodnych (Rn-220 oraz Rn-222) w powietrzu w odległości 10 metrów od obiektu nr 1 oraz przy obiekcie nr 4 (**Czynność 10**).

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie wodociągowej na całkowitą aktywność beta i trytu – czynność 1

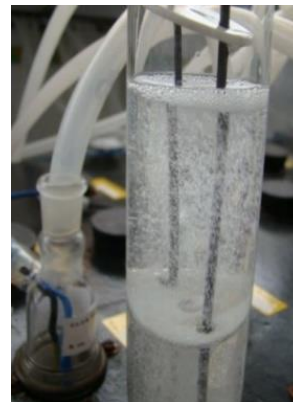
Wodę pobierano do nowych polietylenowych pojemników o objętości 2 dm³ oraz butelek szklanych o objętości 1 dm³. Łącznie pobierano 3 dm³ wody. Przed pobraniem próbek pojemniki zostały przepłukane pobieraną wodą.

Z każdego poboru został sporządzony Protokół Pobrania Próbek Wody.

Woda po dotarciu do laboratorium była rozdzielana do badań w następujący sposób:

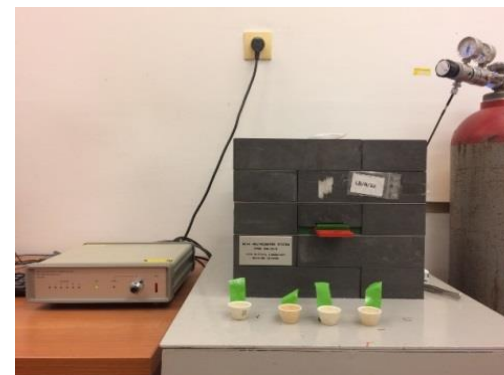
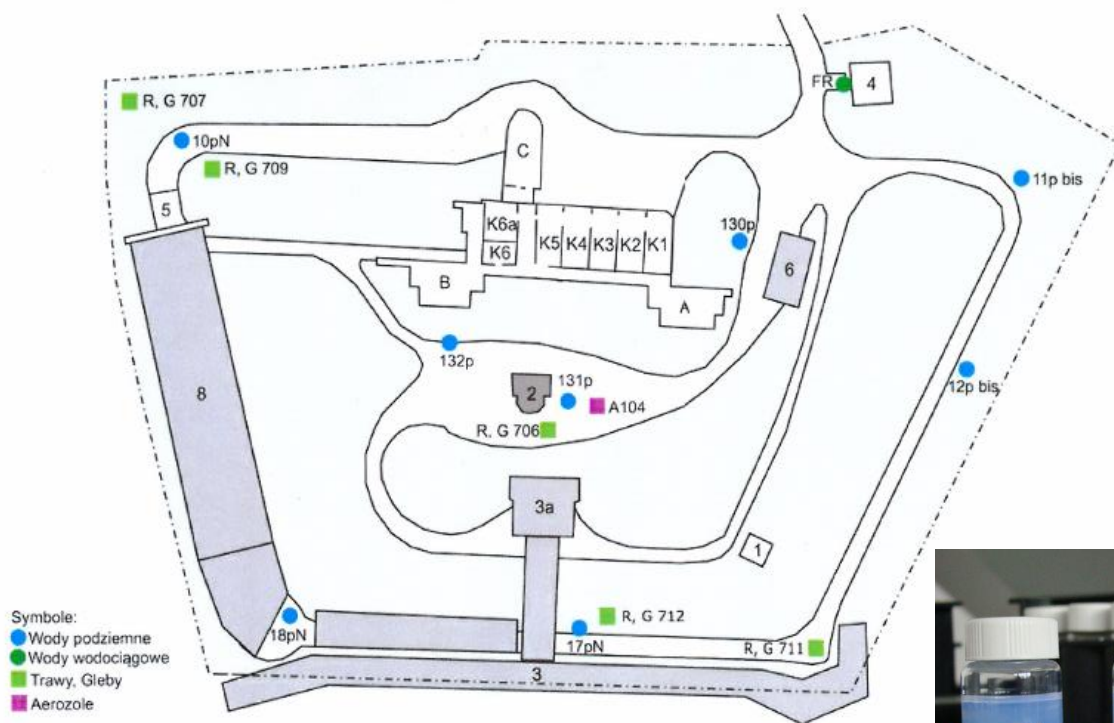
- 2 dm³ wody przeznaczono do badań całkowitej promieniotwórczości beta. próbki odparowywano, następnie wykonano analizy,
- pozostały 1 dm³ wody przeznaczono do badań na zawartość trytu. próbki destylowano, następnie przenoszono do szklanych butelek. Tak zabezpieczone oczekiwały na wykonanie badań.

Każda z próbek została opisana tak, aby można było ją zidentyfikować.



Zestaw do elektrolizy

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie wodociągowej na całkowitą aktywność beta i trytu – czynność 1 (2)



Niskotłowy zestaw aparaturowy, produkcji duńskiej wykorzystywany do pomiarów ^{137}Cs , ^{90}Sr oraz całkowitej promieniotwórczości beta



Spektrometr cieku-scyntylicyjny WALLAC 1410

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w wodzie gruntowej na całkowitą aktywność beta i trytu – czynność 2

W ramach Czynności 2 w 2020 roku dokonano poboru 32 próbek wody pochodzącej z piezometrów zlokalizowanych na terenie KSOP-Różan:



Pobór wody z
piezometru

- 10pN,
- 11p bis,
- 12p bis,
- 17pN,
- 18pN,
- 130p,
- 131p oraz
- 132p.

Pobory wody odbyły się 30 marca, 26 maja, 15 września oraz 3 grudnia 2020 roku.

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w (spektrometria gamma) w glebie i trawie – czynność 3

TRAWA



Schemat obrazujący sposób poboru próbek trawy

Próbki trawy zbierano z otwartej płaskiej powierzchni ok. 1 m², ścinając trawę na wysokości 2 cm od podłoża przy pomocy narzędzia zapewniającego ‘płaskie ciecie’ kosi mechanicznej (Rys. obok). W zależności od pory roku i bujności trawy, zapewnia to od 0.5 do 5 kg świeżej masy trawy. Unikano zmieszania trawy z glebą lub korzeniami podłoża oraz liśćmi i zdrewniałymi częściami drzew.

Metoda poboru prób trawy została opracowana w oparciu o standardy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (TRS 295, Measurement of Radionuclides in Food and the Environment, IAEA, Vienna, 1989).

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w (spektrometria gamma) w glebie i trawie – czynność 3 (2)

GLEBA

Przygotowanie próbki gleby do pomiaru polega na wstępnym jej suszeniu w temperaturze pokojowej, a następnie przez 16 godzin w temperaturze 105 °C. Aby uzyskać jednorodną próbkę, gleba jest dokładnie rozdrabniana i wymieszana. Po rozdrobnieniu próbek do wielkości ziaren o średnicach nie przekraczających 2 mm próbki gleby były pakowane w plastikowe pojemniki typu Marinelli o pojemności 0,5 dm³.

Do pomiarów oznaczeń ilościowych wykorzystano laboratoryjną spektrometrię promieniowania gamma z użyciem detektora HPGe XTRa o wydajności względnej ok. 40%, współpracującego z komputerem wyposażonym w oprogramowanie umożliwiające obliczenie stężeń radionuklidów występujących w badanej próbce (oprogramowanie GENIE-2000).



**Germanowy detektor
półprzewodnikowy HPGe
umieszczony w ołowianym domku
osłonny**

Pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w aerozolach atmosferycznych – czynność 4

W ramach czynności 4 w 2020 r. wykonano analizę spektrometryczną promieniowania gamma próbek aerozoli powietrza atmosferycznego zasysanych na filtr ze stacji działającej na terenie KSOP w Róźnie. Filtry wymieniane były w każdy poniedziałek ok. godz. 8:00 przez pracowników KSOP i następnie przekazywane do CLOR do pomiarów.

Sumacyjny przepływ tygodniowy określany był na podstawie przepływu godzinowego osiąganego przez stację.

Do pomiarów oznaczeń ilościowych wykorzystuje się laboratoryjną spektrometrię promieniowania gamma.

Pomiar filtru trwa 80 000 s i wykonywany jest nie wcześniej niż po 2 dobach licząc od momentu zakończenia poboru. W ciągu tego czasu ulegają rozpadowi osadzone na filtrze krótko-życiowe pochodne produkty rozpadu radonu, których obecność wpływa niekorzystnie na wartość dolnego progu detekcji pozostałych radionuklidów. Przygotowanie próbki do pomiaru polega na doprowadzeniu jej do odpowiedniej geometrii pomiarowej, czyli sprasowaniu jej do postaci krążka o średnicy 51 mm i grubości od 3 do 8 mm (zależnie od ilości zebranego pyłu).

Pomiary dawki pochłoniętej od tła promieniowania jonizującego – czynność 5

Zakres prac obejmował pomiar dawki pochłoniętej od tła promieniowania jonizującego pasywnymi detektorami TLD w punktach pomiarowych 1 – 15 na terenie KSOP w Różanie we wszystkich kwartałach 2020 roku.

Dozymetry przed wysłaniem do klienta zostają poddane wygrzewaniu w celu ich wyzerowania (anilacja), następnie zapakowane w obudowę oraz dodatkowo zabezpieczone przed wilgocią w folii (Fot. 6). Tak przygotowane dozymetry zostały rozwieszone w wyznaczonych miejscach, gdzie eksponowane były w okresie od 31 grudnia 2019 r. do 20 marca 2020 r. (80 dni), od 20 marca 2020 r. do 23 czerwca 2020r. (95 dni), od 23 czerwca 2020 r. do 29 września 2020r. (98 dni) oraz od 29 września do 29 grudnia (91 dni).



Ekspozycja dozymetrów TLD

Kontrola szczelności pojemników z odpadami trytowymi – czynność 6

Zakres prac obejmował wykonanie kontroli szczelności 11 pojemników z odpadami trytowymi oraz 4 wymazów z podłogi pomieszczenia gdzie przechowywane są pojemniki z odpadami trytowymi na terenie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie. W ciągu roku odbyły się dwie kontrole: 26 maja oraz 3 grudnia



Pobór wymazów

Próbki pobierano zgodnie z następującą specyfikacją:

I) wymazy z 8 pojemników o objętości $V = 50 \text{ dm}^3$. Średnica każdego pojemnika wynosi ok. 40 cm. W tym wypadku wymazy pobierano z całej powierzchni pojemnika. Powierzchnia wymazu wynosiła $S = \text{ok. } 1260 \text{ cm}^2$.

II) wymazy z 3 pojemników o objętości $V = 100 \text{ dm}^3$. W tym przypadku poboru wymazów dokonano z prostokątnych powierzchni $S = 20 \text{ cm}^2$.

III) wymazy z 4 miejsc na podłodze. Wymazy pobierano z prostokątnych powierzchni $S = 20 \text{ cm}^2$.

Każdy z pobranych wymazów został umieszczony w osobnym foliowym woreczku. Z każdego poboru został sporządzony Protokół Pobrania Próbek Wymazów.

Pomiary zawartości pochodnych w powietrzu Rn-220 oraz Rn-222 w komorach obiektu numer 1 – czynność 7



Pomiary przyrządami AlphaGuard i AlphaPm



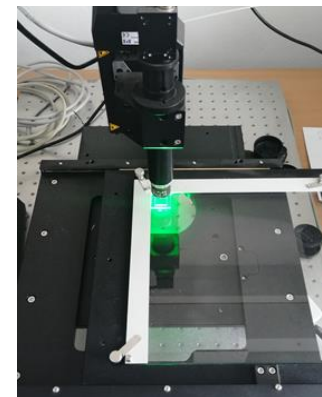
Pomiar zawartości pochodnych w powietrzu ^{220}Rn oraz ^{222}Rn wykonany został za pomocą przyrządów AlphaGuard DC 2000 oraz przystawki AlphaPM (Fot. 9). AlphaPM działa w oparciu o te same podstawowe zasady pomiaru jak wiele innych aktywnych monitorów pochodnych radonu. Powietrze jest w sposób ciągły zasysane przez małą pompę, krótkożyciowe pochodne radonu są przechwytywane przez filtr. Aktywność cząstek alfa zgromadzonych na powierzchni filtra jest zliczana przez detektor. Wyniki zliczania (całkowita liczba impulsów) są rejestrowane w sposób ciągły. W oparciu o znaną objętość przepływu i całkowitą liczbę impulsów zarejestrowanych podczas cyklu pomiarowego, obliczane jest stężenie pochodnych radonu w powietrzu. AlphaPM współpracuje z monitorem AlphaGUARD, umożliwia to rejestrację i obróbkę danych pomiarowych. Zakres pomiarowy AlphaPM mieści się w zakresie od 0.5 Bq/m^3 do $1\,000\,000 \text{ Bq/m}^3 \text{ EEC}$.

Pomiary radonu metodą z wykorzystaniem detektorów śladów cząstek – czynność 8



Detektory śladowe CR-39

Zakres prac obejmował pomiary stężenia radonu ^{222}Rn w powietrzu metodą pasywną z wykorzystaniem detektorów śladowych CR-39 w 3 punktach pomiarowych na terenie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie we wszystkich kwartałach 2020 roku.



Zestaw do odczytu
CR-39 POLITRACK

Radonowe detektory śladowe składają się z komory dyfuzyjnej, do której dyfunduje powietrze z otoczenia, oraz umieszczonej na dnie folii CR-39 (poliwęglan allilo diglikolowy PADC) (Fot. 10a). Radon i powstałe w komorze dyfuzyjnej pochodne emitują cząstki alfa, które przenikając przez CR39 uszkadzają na swojej drodze wiązania chemiczne, tworząc niewidoczny tor utajony. Pod wpływem wytrawienia chemicznego tor utajony staje się widoczny pod mikroskopem. Gęstość śladów, odpowiada liczbie cząstek alfa, które je wytworzyły i jest proporcjonalna do stężenia radonu w badanym powietrzu oraz czasu ekspozycji. Zakres pomiarowy tej metody obejmuje wartości od $20 \text{ kBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ do $10\,000 \text{ kBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$

Pomiary zawartości pochodnych radonu (Rn-220 , Rn-222 , całkowita aktywność alfa i beta oraz spektrometria gamma) w powietrzu pochodzącym z obiektów nr 2 i 3 – czynność 9

Zakres prac obejmował wykonanie pomiarów zawartości pochodnych radonu (Rn-220 , Rn-222) w II i III kwartale 2020 r. Pomiary zostały przeprowadzone 23 czerwca oraz 18 sierpnia 2020 r

Jeśli chodzi o pobór próbek powietrza do wykonania pomiarów całkowitej aktywności alfa, całkowitej aktywności beta oraz pomiarów z wykorzystaniem spektrometrii promieniowania gamma, to w ramach czynności 9 w 2020 roku pobrano próbki aerozoli powietrza atmosferycznego w obiekcie nr 2 (2 pobory po 2 próbki) i obiekcie nr 3 (2 pobory po 2 próbki) na terenie KSOP w Różanie. Próbki pobrano w dn. 30 czerwca 2020 r. oraz w dniu 22 lipca 2020 r.



Miejsce poboru aerozoli z powietrza atmosferycznego pobieranego z kranu 1 w obiekcie 2

Pomiary zawartości pochodnych radonu (Rn-220 , Rn-222 , całkowita aktywność alfa i beta oraz spektrometria gamma) w powietrzu pochodzącym z obiektów nr 2 i 3 – czynność 9



Stacja do poboru aerozoli powietrza z kranów w obiektach 2 i 3 w KSOP w Różanie (prod. CLOR).



Pomiar zawartości pochodnych rozpadu radonu w powietrzu pobranym z obiektów nr 2 i 3.



Przenośny, niskotłowy spektrometr α - β iSolo firmy Canberra z detektorem krzemowym PIPS



Pomiary zawartości pochodnych (Rn-220 oraz Rn-222) w powietrzu w odległości 10 metrów od obiektu nr 1 oraz przy obiekcie nr 4 – czynność 10



Pomiary przyrządem AlphaGuard na terenie KSOP



Pomiar zawartości pochodnych w powietrzu ^{220}Rn oraz ^{222}Rn wykonany został za pomocą przyrządu AlphaGuard DF 2000. AlphaGUARD to przenośny monitor radonu o wysokiej czułości i wyjątkowej dokładności. Oprócz stężenia radonu w powietrzu, AlphaGUARD mierzy i rejestruje jednocześnie temperaturę otoczenia, wilgotność względną i ciśnienie atmosferyczne za pomocą zintegrowanych czujników. Pomiar stężenia radonu w powietrzu bazuje na zjawisku dyfuzji. Badane powietrze wnika dyfuzyjnie przez filtr, odcinający aerosole, do komory, w której zawarty radon rozpada się tworząc pochodne. Promieniowanie α emitowane przez radon i pochodne jonizują powietrze generując w polu elektrycznym komory prąd, którego natężenie jest proporcjonalne do liczby cząstek α a przez to do stężenia radonu. Monitor ten może pracować w trybie dyfuzyjnym w cyklu 10-minutowym lub godzinnym. Zakres pomiarowy AlphaGuarda (radonu i toronu) mieści się w przedziale od 2 Bq/m^3 do $2\,000\,000 \text{ Bq/m}^3$.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!!!



**CZY SĄ JAKIEŚ
PYTANIA?**