



**OZNACZENIE STĘŻENIA
PROMIENIOTWÓRCZEGO ^{241}Pu
W OSADACH DENNYCH POŁUDNIOWEGO
MORZA BAŁTYCKIEGO**

Maria Suplińska, Karol Wiatr

PRACA FINANSOWANA PRZEZ MNISW

Celem zadania było określenie stężenia izotopu ^{241}Pu w próbkach osadów dennych

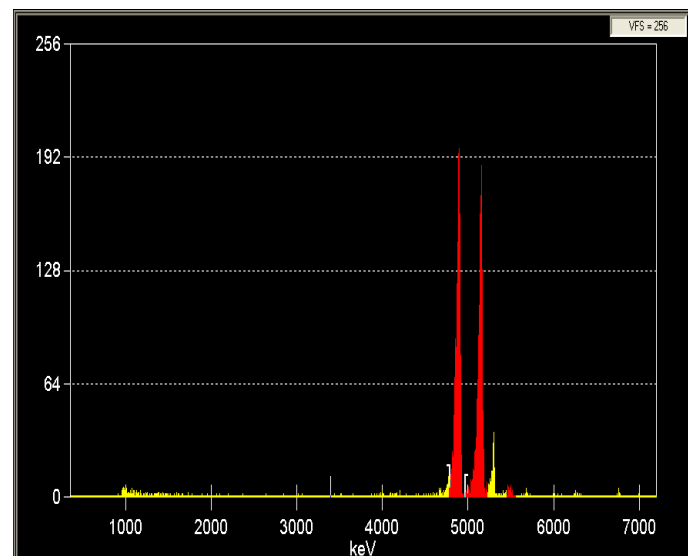
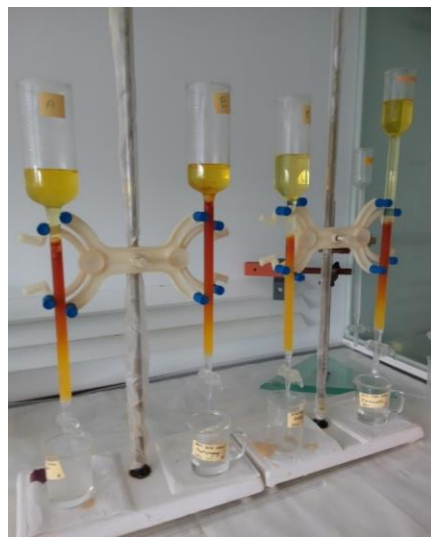
- **adaptacją metody oznaczania ^{241}Pu do warunków CLOR**
 - **sprawdzenie zastosowanej metody poprzez oznaczenia izotopów plutonu w próbkach referencyjnych**
 - **oznaczenie ^{241}Pu w osadach dennych ze stacji - P1 (Głębia Gdańska) pobranych w roku 2017**
-
- ✓ **Izotopy plutonu α -promieniotwórcze charakteryzują się długimi okresach połowicznego rozpadu: ^{238}Pu ($T_{1/2} = 87,7$ lat), ^{239}Pu ($T_{1/2} = 24110$ lat), ^{240}Pu ($T_{1/2} = 6561$ lat).**
 - ✓ **Izotop β -promieniotwórczy, ^{241}Pu charakteryzuje się okresem połowicznego rozpadu $T_{1/2} = 14,35$ lat, ale poprzez emisję cząstek beta powstaje długożyciowy, wysoko radiotoksyczny ^{241}Am ($T_{1/2} = 432,6$ lat).**

Metody oznaczania ^{241}Pu

- metoda pośrednia, oparta na pomiarze alfa aktywności ^{241}Am narastającego z ^{241}Pu w starych preparatach, jednakże jest ona długotrwała i mało czuła (wymagany kilkuletni czas oczekiwania po wykonaniu preparatów i pomiarze aktywności alfa promieniotwórczych izotopów plutonu)
- metoda oparta na pomiarze promieniowania beta o niskiej energii promieniowania (20,8 keV), z zastosowaniem techniki ciekłej scyntylacji wymagająca detektora promieniowania beta o niskim tle i wysokiej czułości - dokładniejsza i szybsza (wymagane określenie wydajności analizowanych preparatów przez pomiar aktywności alfa znacznika ^{242}Pu)

Przygotowanie preparatów pomiarowych: Etap I

- wieloetapowa mineralizacja ekstrakcyjna próbek osadów za pomocą odpowiednich mieszanin kwasów HNO_3 i HCl oraz H_2O_2
- wydzielenie izotopów plutonu za pomocą wymiany jonowej (DOWEX 1x8 50-100 msh) – oddzielenie od izotopów uranu, toru, polonu i przeszkadzających jonów żelaza oraz lantanowców
- przygotowanie preparatów pomiarowych za pomocą elektrodepozycji na krążkach stalowych
- pomiar aktywności izotopów plutonu (^{242}Pu , ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$) za pomocą spektrometrii alfa



Wybrano dwie próbki referencyjne różniące się źródłem skażeń plutonem

- **IAEA-385 – osad denny z Morza Irlandzkiego**
- **IAEA- 447 - gleba z terenu Węgier**

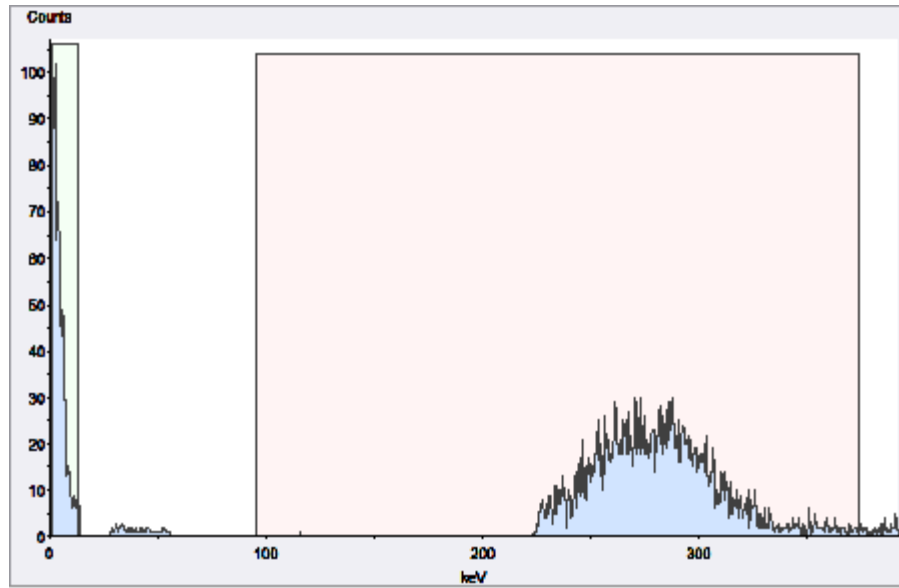
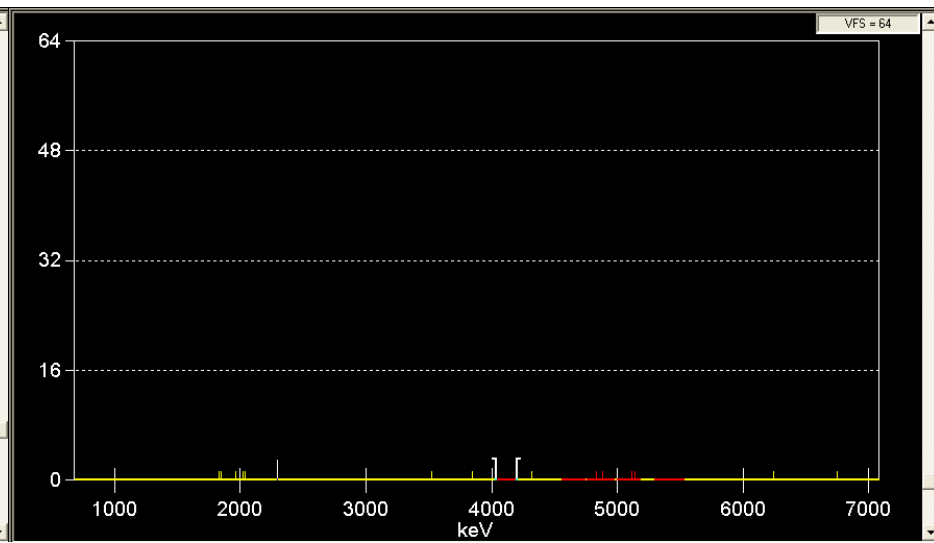
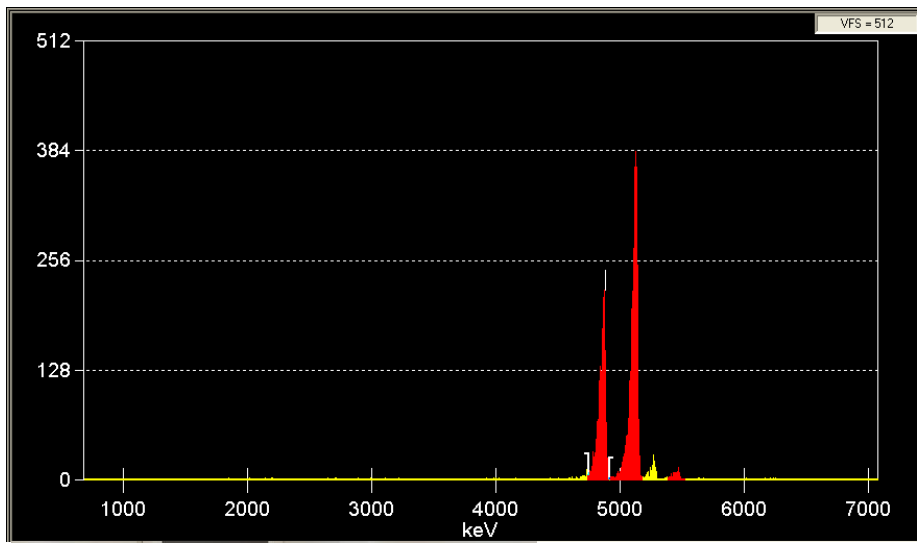
Tabela 1. Oznaczenia izotopów plutonu w próbkach referencyjnych

Izotop	IAEA-385		IAEA- 447	
	CLOR	Ref	CLOR	Ref
$^{239,240}\text{Pu}$ $\text{Bqkg}^{-1}_{\text{sm}}$	2,97 ± 0,10	2,96 (2,89÷3,00)	4,92 ± 0,14	5,3 ± 0,2
^{238}Pu $\text{Bqkg}^{-1}_{\text{sm}}$	0,46 ± 0,03	0,44 (0,42÷0,48)	0,14 ± 0,03	0,15 ± 0,02

Etap II. Przygotowanie preparatów do pomiaru aktywności beta ^{241}Pu :

- **przeprowadzenie do roztworu plutonu, zdeponowanego na krążkach stalowych po pomiarze aktywności izotopów alfa promieniotwórczych, za pomocą gorącego kwasu azotowego i kontrola wydajności powyższego etapu poprzez pomiar alfa-spektrometryczny**
- **redukcja plutonu do Pu^{4+} za pomocą azotynu sodu**
- **ekstrakcja plutonu z fazy wodnej do fazy organicznej za pomocą TOPO (tlenku trioktylofosfiny w cykloheksanie)**
- **przygotowanie próbek pomiarowych – połączenie wyekstrahowanego plutonu w fazie organicznej z koktajlem scyntylacyjnym (Ultima Gold AB), stabilizacja próbki w chłodnym i ciemnym miejscu (wnętrze aparatury pomiarowej)**
- **Pomiar próbki w niskotłowym liczniku do ciekłej scyntylacji (Quantulus 6220 GCT)**

Pomiary



Aktywność ^{241}Pu wyliczano ze wzoru:

$$A = \frac{A_{242} N_{t\alpha} N_{LSC\beta}}{m N_{LSC\alpha} N_{242\alpha}}$$

gdzie:

A- aktywność próbki [Bq]

A_{242} – aktywność dodanego wzorca ^{242}Pu [Bq]

$N_{t\alpha}$ – całkowita szybkość zliczania w spektrometrze alfa [cpm]

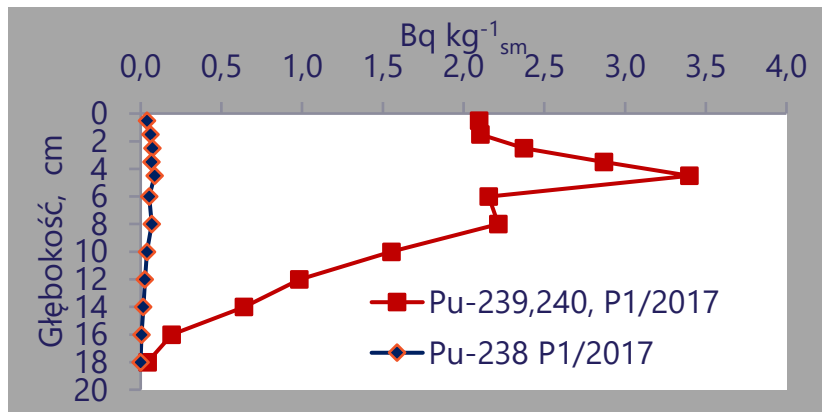
$N_{LSC\beta}$ – szybkość zliczania promieniowania β w liczniku LSC [dpm]

m – masa próbki [kg]

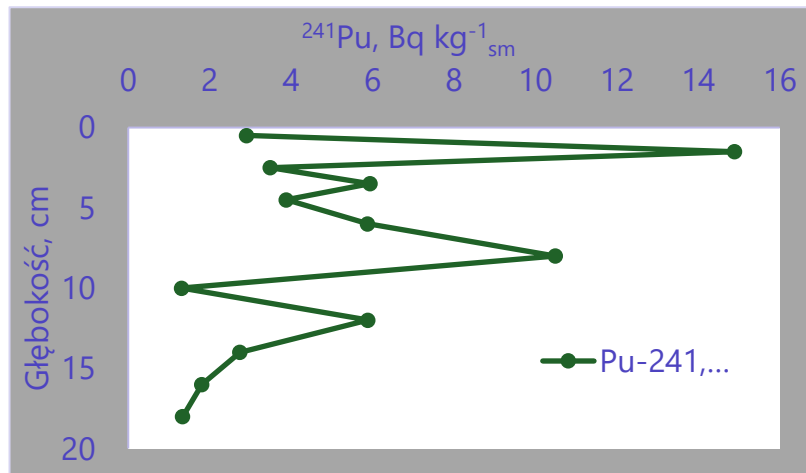
$N_{LSC\alpha}$ – szybkość zliczania promieniowania α w liczniku LSC [cpm]

$N_{242\alpha}$ – szybkość zliczania dodanego ^{242}Pu w spektrometrze alfa [cpm]

Stężenia alfa promieniotwórczych izotopów plutonu w próbce rdzeniowej osadów dennych



Stężenia ^{241}Pu w próbce rdzeniowej osadów dennych



Podsumowanie

- Adaptacja procedury nie jest zakończona
- Prace wymagają kontynuacji i są kontynuowane
- Z dotychczas otrzymanych wyników nie można jeszcze wyciągnąć wniosków na temat ^{241}Pu w środowisku
- W przyszłym roku planowane są oznaczenia ^{241}Pu w osadach dennych z dwu kolejnych lokalizacjach z Zatoki Gdańskiej

