

MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH W LATACH 2021-2022

M. Kardaś, M. Suplińska, A. Matysiak, J. Lemańska, M. Kazimierowicz, A. Fulara, B. Rubel,
K. Pachocki, E. Starościak, K. Wiatr, K. Wojtkowski



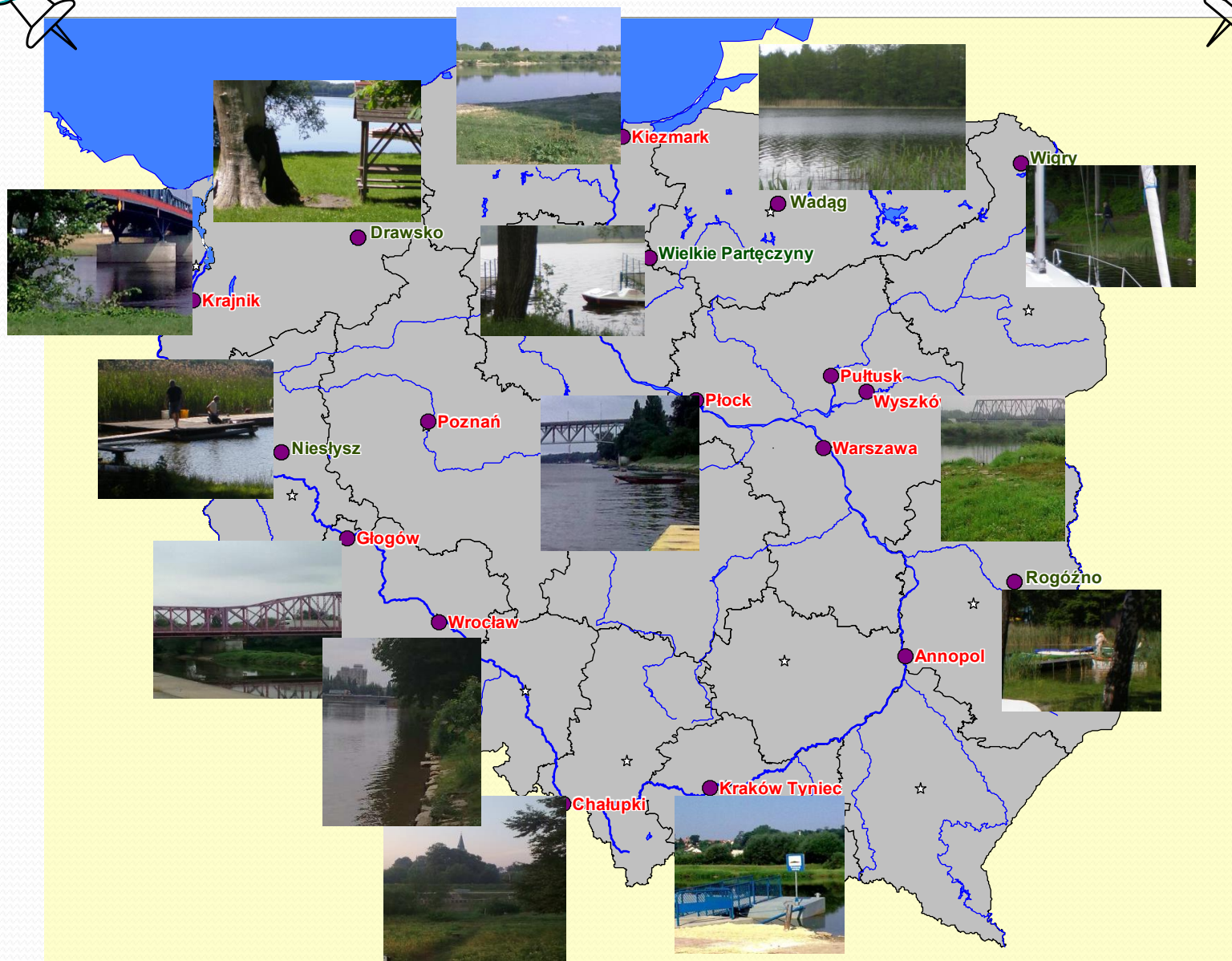
Opracowanie wykonano na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska
(umowa nr GIOŚ/122/2021/DMŚ/NFOŚ z dnia 30.06.2021 r. i umowa nr
GIOŚ/189/2022/DMŚ/NFOŚiGW z dnia 26.08.2022r.) finansowane ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



ZAKRES PRACY

1. Pobór próbek wody i osadów dennych.
2. Oznaczenie stężenia promieniotwórczego ^{137}Cs i ^{90}Sr w wodach oraz ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$ i ^{238}Pu w osadach dennych.

Usytuowanie miejsc poboru próbek wód i osadów dennych



^{137}Cs i ^{90}Sr w wodzie

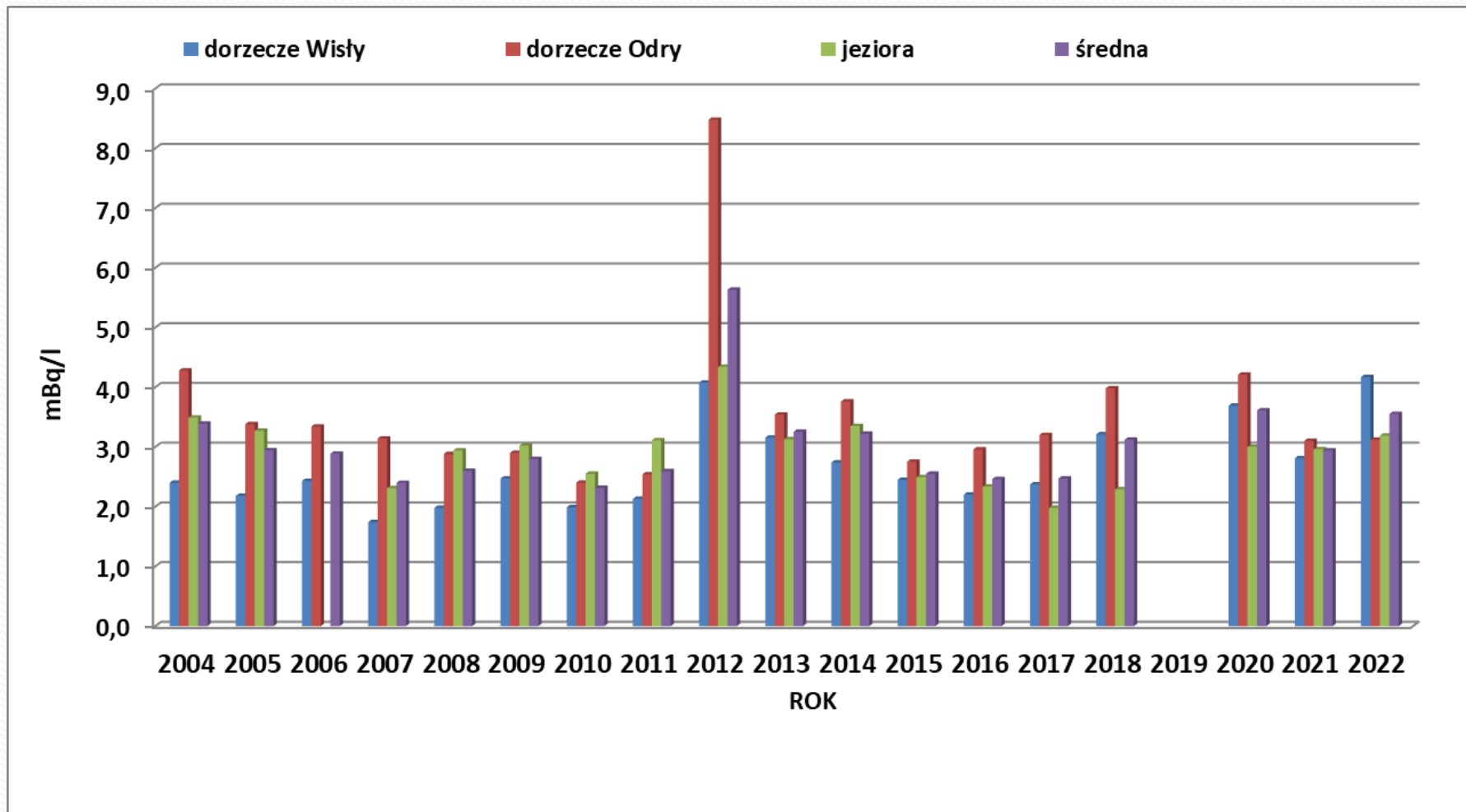
Stężenie promieniotwórcze ^{137}Cs i ^{90}Sr oznaczano w tej samej próbce.

Metoda oznaczania ^{137}Cs polega na selektywnej sorpcji cezu na złożu fosfomolibdenianu amonu (AMP) i pomiarze aktywności β preparatu.

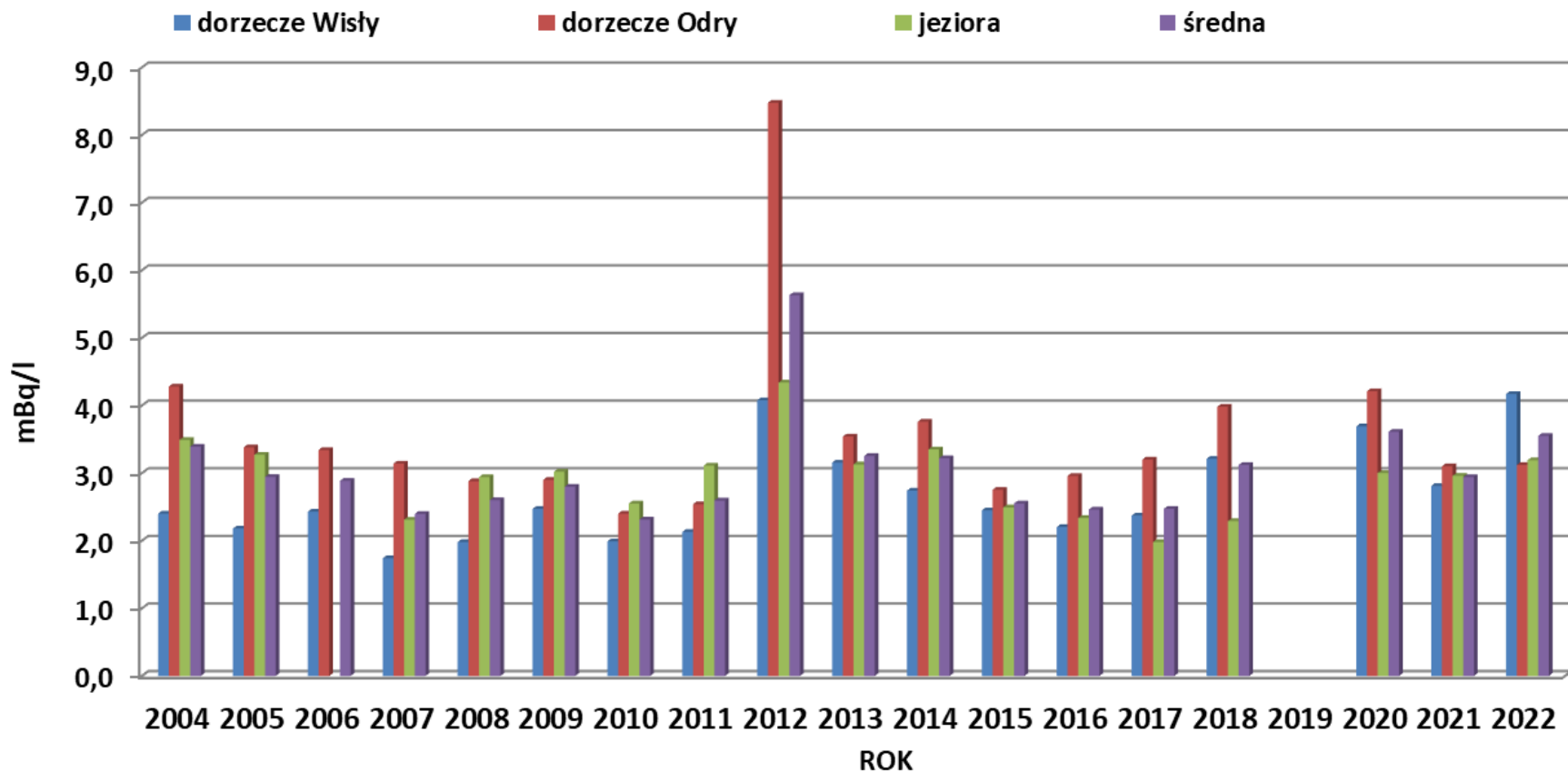
Do oznaczenia stężenia promieniotwórczego ^{90}Sr stosowano metodę polegającą na oznaczeniu ^{90}Y , krótko życiowego izotopu ($T_{1/2}$ - 64,2 h) powstającego w wyniku rozpadu ^{90}Sr . Analizę prowadzono w obecności ^{85}Sr , co pozwoliło na określenie wydajności ^{90}Sr . Wydajność radiochemiczna oznaczeń stężenia promieniotwórczego ^{90}Sr wynosiła od 76 do 100%.

Do pomiaru aktywności ^{137}Cs i ^{90}Sr stosowano niskotłowy zestaw aparaturowy, produkcji duńskiej, oparty na licznikach przepływowych GM (Riso GM-25-5) o biegu własnym około 0,2 imp/min. Kalibrację aparatury prowadzono za pomocą roztworów wzorcowych ^{137}Cs i ^{90}Sr . Wzorce do kalibracji aparatury wykonywano w taki sam sposób jak analizowane próbki. Wydajność osadzania ^{137}Cs na złożu AMP wynosi ok. 99%, a jego granica oznaczalności dla czasu pomiaru 180 min wynosi 0,32 mBq/l. Granica oznaczalności stężenia promieniotwórczego ^{90}Sr dla czasu pomiaru 120 min wynosi 0,45 mBq/l.

Średnie roczne stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs w wodach dorzecza Wisły, Odry i jezior w latach 2004-2022



Średnie roczne stężenia promieniotwórcze ^{90}Sr w wodach dorzecza Wisły, Odry i jezior w latach 2004-2022



Stężenie promieniotwórcze ^{137}Cs i ^{90}Sr w wodach rzek i jezior

Lp.	Miejsce poboru próbki	^{137}Cs , średnia roczna mBq l ⁻¹	^{137}Cs mBq l ⁻¹ średnia roczna	^{90}Sr , średnia roczna mBq l ⁻¹	^{90}Sr mBq l ⁻¹ średnia roczna
1.	Wisła Kraków Tyniec	4,92 ± 0,32	4,17 ± 3,62 (14)	2,01 ± 0,23	2,22 ± 0,45 (14)
2.	Wisła Annopol	2,53 ± 0,50		2,06 ± 0,50	
3.	Wisła Warszawa	2,86 ± 1,71		1,93 ± 0,05	
4.	Wisła Płock	8,93 ± 9,96		2,34 ± 0,52	
5.	Wisła Kieżmark	2,53 ± 0,06		2,76 ± 0,50	
6.	Narew Pułtusk	3,27 ± 1,58		2,76 ± 0,50	
7.	Bug Wyszków	4,16 ± 1,88		1,95 ± 0,35	
8.	Odra Chałupki	5,25 ± 1,53	3,12 ± 1,72 (10)	2,10 ± 0,14	2,41 ± 0,57 (10)
9.	Odra Wrocław	3,93 ± 0,93		2,37 ± 0,02	
10.	Odra Głogów	3,28 ± 1,12		2,35 ± 1,58	
11.	Odra Krajnik	2,09 ± 1,07		2,67 ± 0,05	
12.	Warta Poznań	1,06 ± 0,03		2,56 ± 0,14	
13.	Wigry Stary Folwark	2,91 ± 1,46	3,19 ± 2,16 (12)	1,55 ± 0,07	2,59 ± 2,40 (12)
14.	Wadąg Myki	1,57 ± 0,59		1,50 ± 0,25	
15.	Wielkie Partęczyny Partęczyny	3,41 ± 2,62		2,54 ± 0,78	
16.	Drawsko Stare Drawsko	2,51 ± 0,40		2,85 ± 1,23	
17.	Nieśtyż Niesulice	1,91 ± 0,54		1,69 ± 0,84	
18.	Rogóźno Rogóźno	6,85 ± 2,28		5,42 ± 1,30	

^{137}Cs , ^{238}Pu i $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dennych

Stężenie promieniotwórcze ^{137}Cs w osadach dennych oznaczano metodą spektrometrii gamma. Po wstępnej preparatyce naważki osadu przenoszono do pojemników typu Marinelli o objętości 450 ml i umieszczano w układzie pomiarowym.

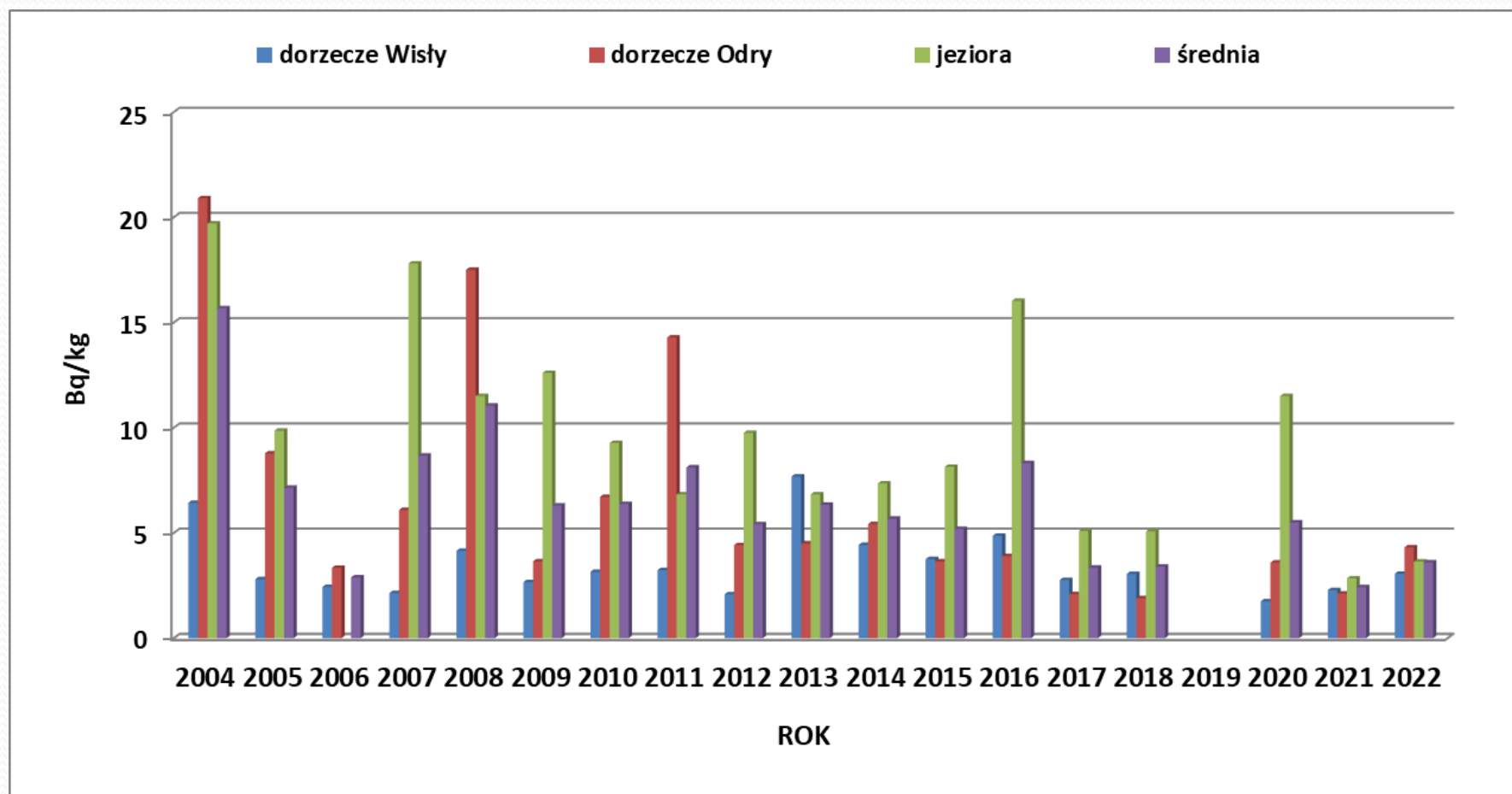
Stosowany do pomiaru spektrometr składa się z detektora germanowego (HP Ge) znajdującego się w ołowianym domku osłonowym o grubości ścianek 10 cm i wyłożonym 2-mm warstwą miedzi. Detektor połączony jest z wielokanałowym analizatorem amplitudy impulsów MULTIPORT II MCA z oprogramowaniem spektrometrycznym GENIE-2000 firmy Canberra. Zdolność rozdzielcza detektora wynosi 1,8 keV dla ^{60}Co (1332 keV), a względna wydajność 33%. Czas pomiaru dobierano w taki sposób, aby błąd pomiaru nie przekraczał 10%. Granica detekcji przy czasie pomiaru 150000 s wynosi 0,40 Bq/kg suchej masy osadu dennego.

Zasada metody oznaczania stężenia promieniotwórczego $^{239,240}\text{Pu}$ i ^{238}Pu polega na wydzieleniu plutonu z badanej próbki, elektrodepozycji i pomiarze aktywności metodą α -spektrometryczną. Analizę prowadzono w obecności znacznika (^{242}Pu), co pozwala na określenie wydajności chemicznej i wydajności pomiaru. Pluton wydzielano z próbki stosując wymianę jonową, a następnie prowadzono elektrodepozycję plutonu na krążkach stalowych. Aktywność izotopów plutonu mierzono metodą spektrometrii alfa. Układ pomiarowy składał się z detektorów krzemowych typu PIPS (implantowane, płaskie o pasywowanej powierzchni) umieszczonych w komorach próżniowych i połączonych z analizatorem wielokanałowym Multiport II MCA (Canberra MP2-GE) z oprogramowaniem spektrometrycznym GENIE 2000. Pomiar prowadzono przez 164000 s, granica detekcji wynosiła 0,2 mBq/ próbkę.

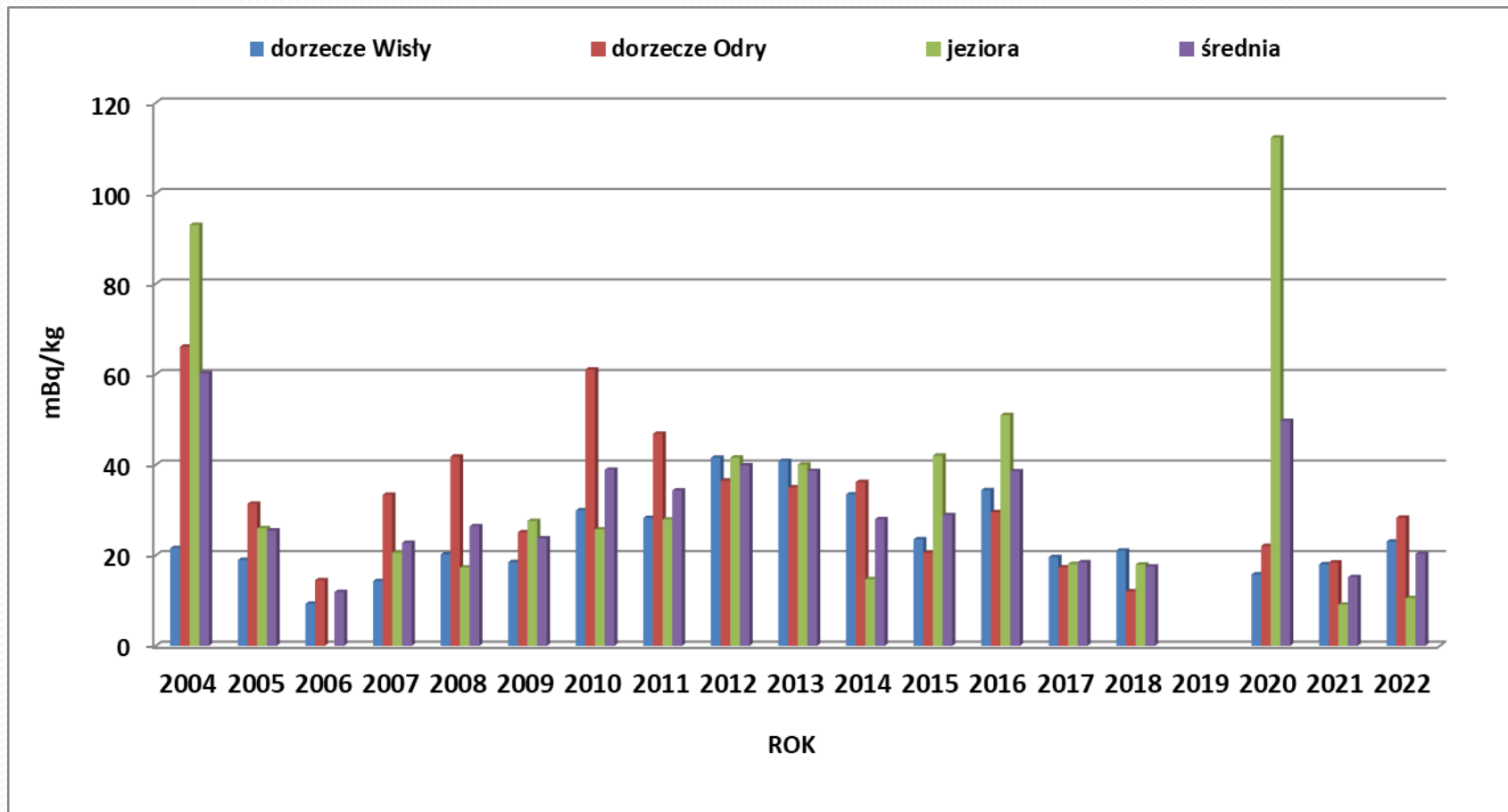
Stężenie promieniotwórcze ^{137}Cs $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dennych rzek i jezior.

Lp.	Miejsce poboru próbki	^{137}Cs , średnia roczna Bq kg^{-1}	^{137}Cs Bq kg^{-1} średnia roczna	$^{239,240}\text{Pu}$ średnia roczna mBq kg^{-1}	$^{239,240}\text{Pu}$ mBq kg^{-1} średnia roczna
1.	Wisła Kraków Tyniec	4,77 ± 2,49	3,06 ± 2,88 (14)	29,58 ± 19,48	23,06 ± 14,37 (14)
2.	Wisła Anopol	2,89 ± 1,13		32,24 ± 14,38	
3.	Wisła Warszawa	1,73 ± 0,02		28,22 ± 5,83	
4.	Wisła Płock	↓ 0,50 ± 0,37		12,58 ± 0,55	
5.	Wisła Kieźmark	0,82 ± 0,12		9,26 ± 8,18	
6.	Narew Pułtusk	8,41 ± 0,98		26,47 ± 1,75	
7.	Bug Wyszków	2,35 ± 2,86		23,08 ± 32,63	
8.	Odra Chałupki	9,06 ± 1,36	4,31 ± 5,98 (10)	↑ 60,42 ± 1,96	28,31 ± 36,31 (10)
9.	Odra Wrocław	0,71 ± 0,52		8,73 ± 0,24	
10.	Odra Głogów	↑ 10,55 ± 13,68		57,57 ± 74,15	
11.	Odra Krajnik	0,52 ± 0,30		9,44 ± 0,97	
12.	Warta Poznań	0,71 ± 0,08		5,39 ± 7,62	
13.	Wigry Stary Folwark	4,25 ± 0,83	3,64 ± 2,29 (12)	6,81 ± 1,48	10,55 ± 7,00 (12)
14.	Wadąg Myki	2,08 ± 0,33		9,33 ± 4,43	
15.	Wielkie Partęczyny Partęczyny	3,69 ± 0,79		16,05 ± 9,40	
16.	Drawsko Stare Drawsko	1,29 ± 0,06		↓ 1,41 ± 1,99	
17.	Niestysz Niesulice	4,13 ± 0,78		17,73 ± 1,09	
18.	Rogóźno Rogóźno	6,44 ± 0,48		11,96 ± 07,56	

Średnie roczne stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs w osadach dorzecza Wisły, Odry i jezior w latach 2004-2023



Średnie roczne stężenia promieniotwórcze $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dorzecza Wisły, Odry i jezior w latach 2004-2023



WNIOSKI

1. Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych pozwala na stwierdzenie, że skażenie wód powierzchniowych ^{137}Cs i ^{90}Sr jest niewielkie. Również skażenie ^{137}Cs i $^{239,240}\text{Pu}$ osadów dennych pozostaje na niskim poziomie.

2. Uzyskane wyniki potwierdzają, że nie wystąpiły nowe uwolnienia izotopów promieniotwórczych do środowiska.

A photograph of a pond with reeds in the foreground and a forest in the background under a cloudy sky. The text "Dziękuję za uwagę" is overlaid in the center of the image.

Dziękuję za uwagę

Seminarium CLOR, kwiecień 2023