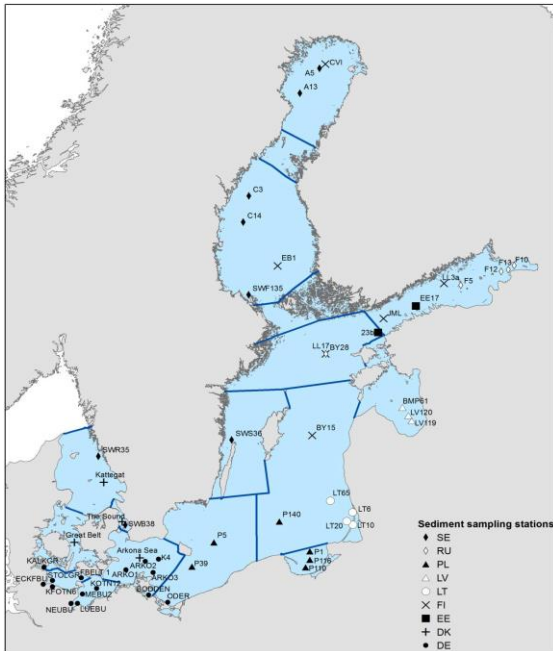




**Pomiary skażeń promieniotwórczych
w próbkach wody, osadów dennych i w rybach
w ramach prowadzonego monitoringu
skażeń promieniotwórczych Morza Bałtyckiego**

M. Suplińska, K. Wiatr, A. Fulara, A. Matysiak, B. Rubel, M. Kardaś, K. Pachocki

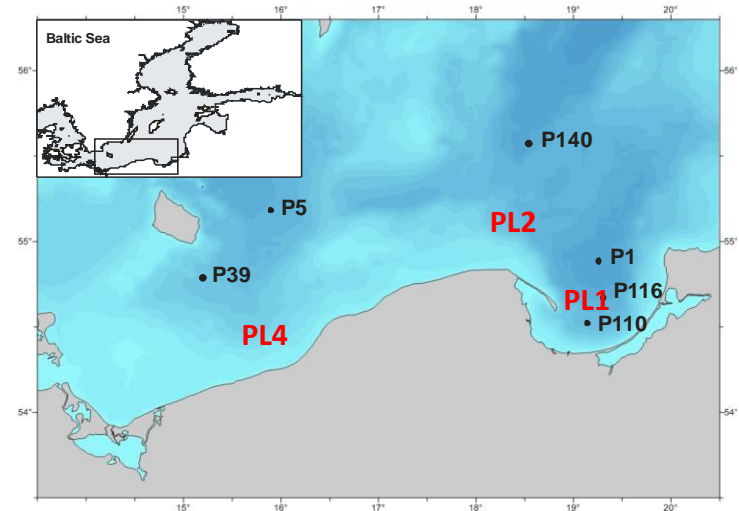
PRACA WYKONANA ZGODNIE Z UMOWĄ Z PAA NR 44/2022/CEZAR/72



Badania prowadzone zgodnie z wymaganiami PAA:

- Rekomendacja HELCOM 26/3
- oraz oznaczenia:
 ^{90}Sr w osadach dennych
 ^3H i ^{226}Ra w wodzie

Prace związane z monitoringiem Morza Bałtyckiego pod auspicjami HELCOM prowadzone są w CLOR od roku 1985.



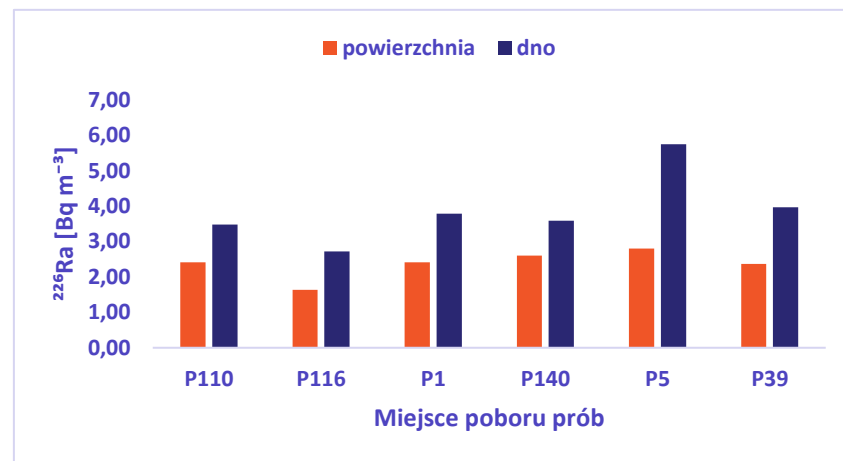
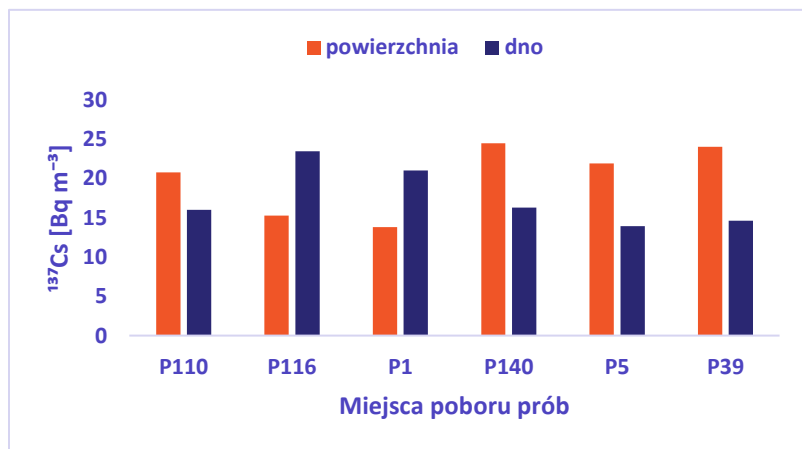
POMIARY SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH W WODZIE MORSKIEJ

Oznaczenia wykonano w próbkach wody z warstwy powierzchniowej oraz przydennej

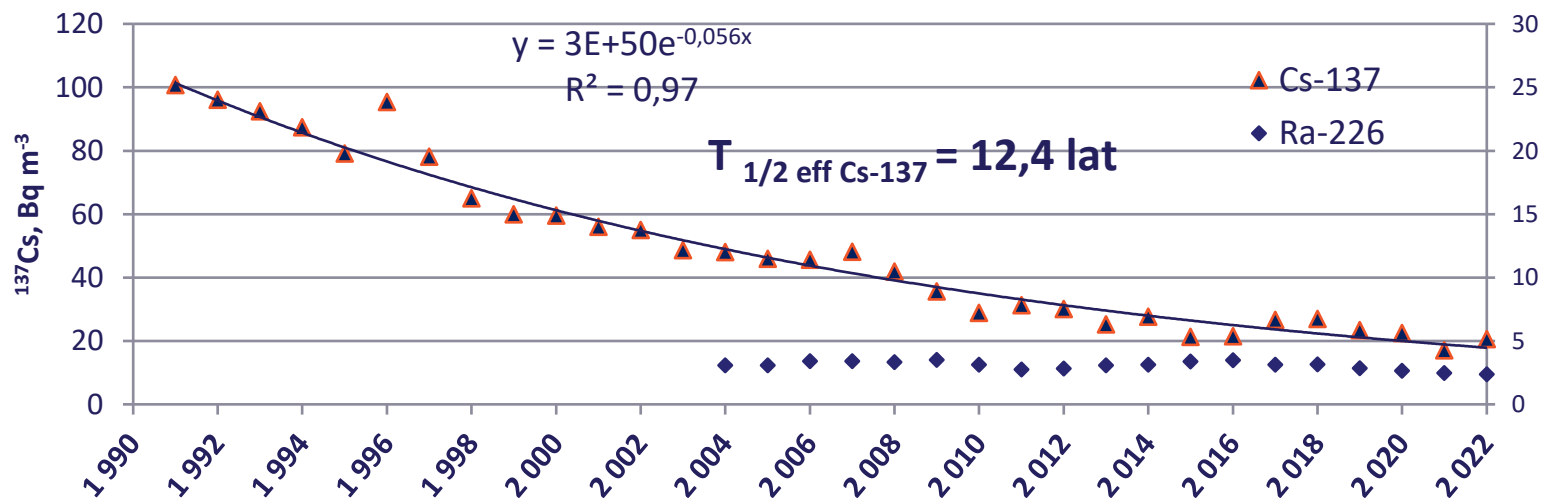


1. ^{137}Cs , ^{40}K - spektrometria gamma
2. ^{226}Ra - metoda emanacyjna, poprzez pomiar aktywności alfa radonu i jego krótkożyciowych produktów rozpadu metodą scyntylicyjną
3. ^3H - metodę polegającą na elektrolitycznym ilościowym wzbogaceniu trytu w próbkach, destylacji koncentratów i pomiarze ich radioaktywności za pomocą spektrometrii cieńko-scyntylicyjnej

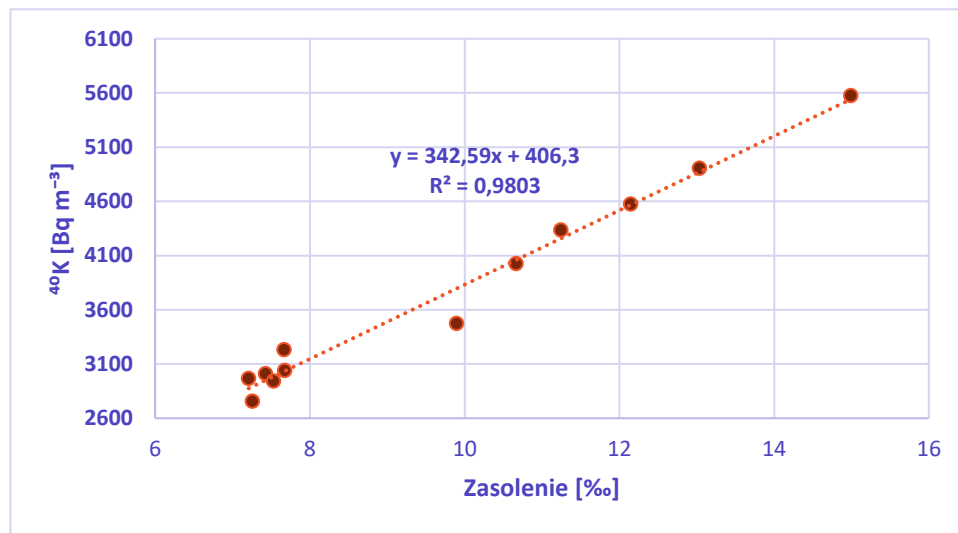
Stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs i ^{226}Ra w wodzie południowego Bałtyku



Średnie stężenia ^{137}Cs i ^{226}Ra w wodzie powierzchniowej w latach 1990-2022



Stężenie promieniotwórcze ^{40}K w funkcji zasolenia, 2022 r.



W przypadku ^{40}K obserwuje się dodatnią korelację pomiędzy zasoleniem i stężeniem.

zasolenie wód obejmowało zakres 7,21 ÷ 14,90 ‰.

stężenia ^{40}K było w zakresie 2758 ÷ 5579 Bq m⁻³

Ryby



Tabela 1. Próbkę ryb pobrane w 2022 roku

Nr próbki	Gatunek	Obszar	Głębokość [m]	Liczba ryb	Zakres długości ryb [cm]
1	szprot	PL2	92	135	10-11
2		PL2	75	163	9-11
3		PL1	62	140	9-11
4		PL2	24	120	10-13
5		PL1	51	150	10-13
6	dorsz	PL4	28	14	21-33
7		PL4	28	10	28-31
8		PL1	62	12	19-25
9		PL2	92	9	26-39
10		PL1	102	9	23-33
11	śledź	PL4	30	36	16-18
12		PL2	81	33	16-25
13		PL1	62	38	15-22
14		PL4	28	30	16-22
15		PL1	102	37	15-20
16	stornia	PL2	22	8	16-27
17		PL2	92	9	18-26
18		PL4	30	7	22-32
19		PL1	62	13	18-27
20		PL1	51	10	25-31

^{137}Cs , ^{40}K - spektrometria gamma

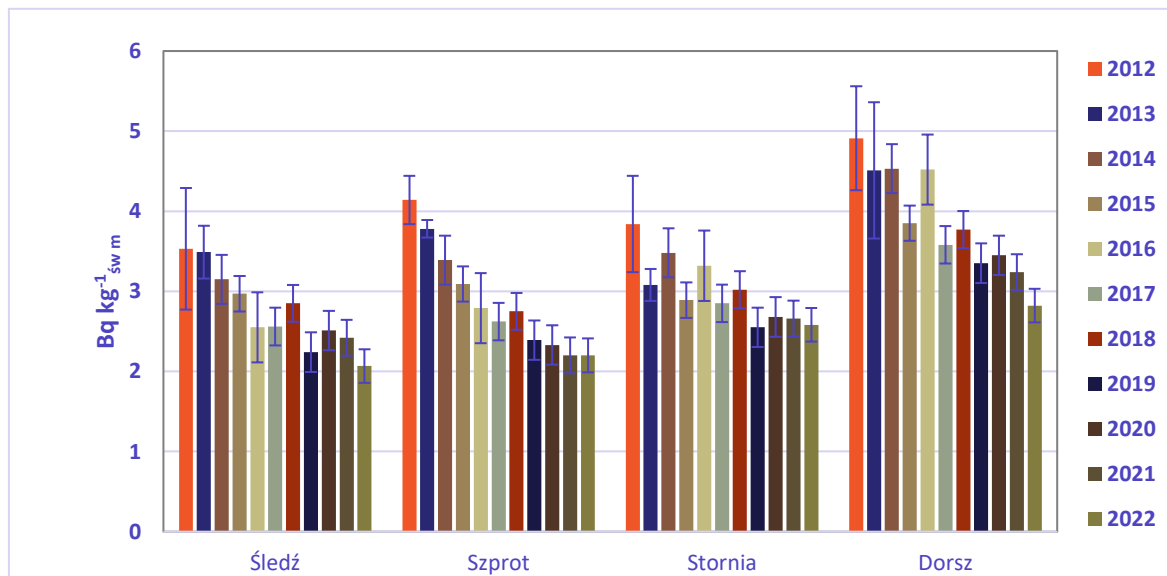
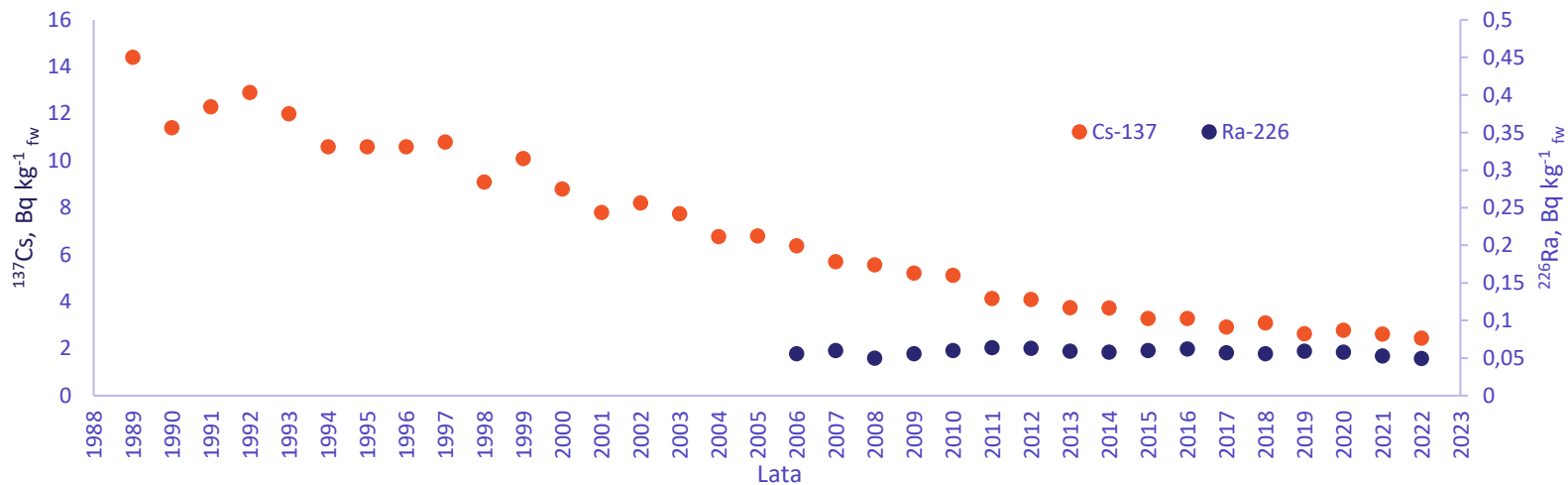
^{226}Ra - metoda emanacyjna, poprzez pomiar aktywności alfa radonu i jego krótkożyciowych produktów rozpadu metodą scyntylacyjną

Materiał do badań stanowiło 20 próbek ryb

Tabela 2. Średnie stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs , ^{40}K i ^{226}Ra oraz zakresy ich stężeń w rybach z Bałtyku Południowego, w roku 2022

Liczba próbek	Gatunek/ Liczba sztuk	Masa próbek [g]	^{137}Cs [Bq kg ⁻¹ św.m]	^{40}K [Bq kg ⁻¹ św.m]	^{226}Ra [Bq kg ⁻¹ św.m]
5	Szprot 708	985-1505	$2,20 \pm 0,17^*$ 2,10 ÷ 2,50	123 ± 3 121 ÷ 128	$0,069 \pm 0,004$ 0,065 - 0,073
5	Dorsz 54	800-1140	$2,82 \pm 0,11$ 2,71 ÷ 2,94	118 ± 6 111 ÷ 124	$0,077 \pm 0,006$ 0,071-0,085
5	Śledź 174	809-946	$2,07 \pm 0,21$ 1,77 ÷ 2,35	127 ± 13 112 ÷ 147	$0,021 \pm 0,002$ 0,018 - 0,023
5	Stornia 47	544-627	$2,73 \pm 0,35$ 2,31 ÷ 2,78	93 ± 10 83 ÷ 107	$0,050 \pm 0,006$ 0,045 - 0,060
	Średnia		$2,42 \pm 0,35$	115 ± 15	$0,054 \pm 0,025$

Średnie stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs w mięsie ryb bałtyckich, 1989-2022



Stężenia ^{137}Cs w czterech gatunkach ryb w latach 2012-2022

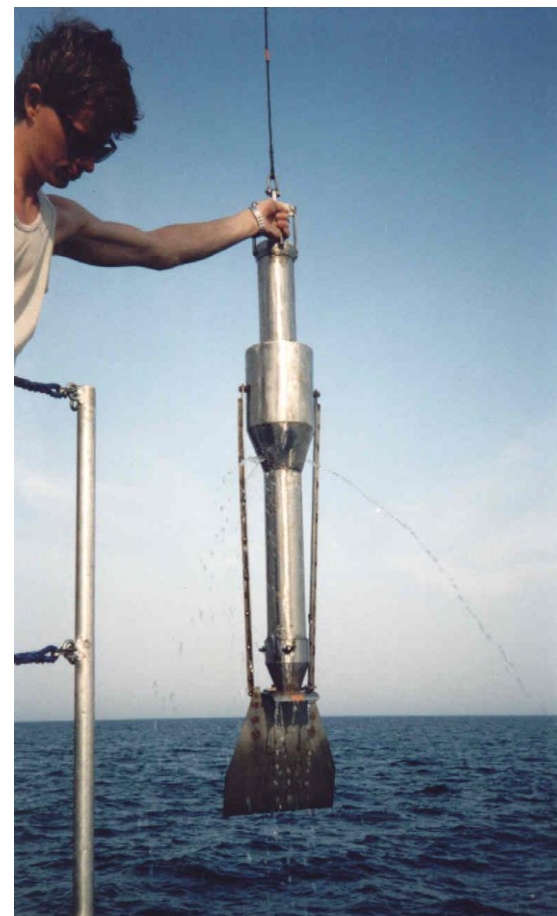
Oznaczenia wykonywane były w stratyfikowanych próbkach rdzeniowych

W każdej lokalizacji pobierano sześć próbek rdzeniowych, które dzielono na 12 warstw. Próbki z tych samych warstw łączono.

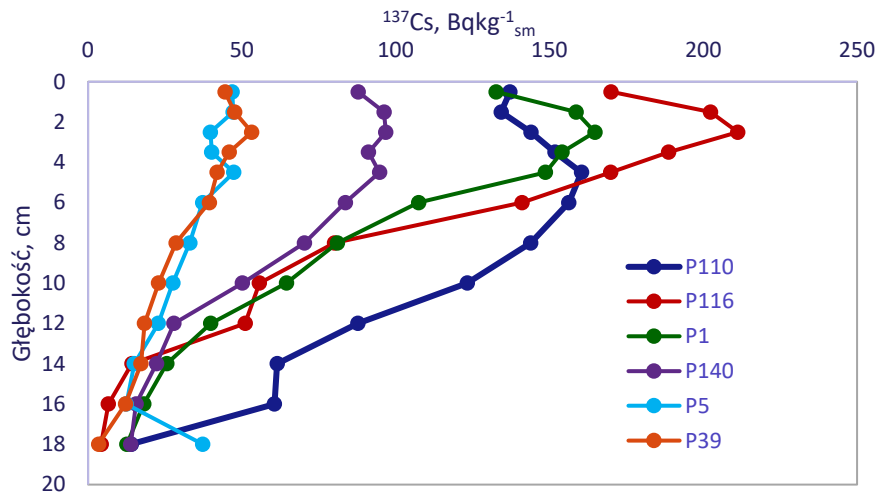
W każdej lokalizacji pobierano także po jednej próbce rdzeniowej bez podziału (warstwa 0-19cm)

Materiał do badań stanowiło 78 próbek osadów dennych.

1. ^{137}Cs , ^{40}K - spektrometria gamma
2. $^{239,240}\text{Pu}$, ^{238}Pu - metoda radiochemiczna, z zastosowaniem znacznika ^{242}Pu . Pomiar aktywności plutonu po jego elektrodepozycji wykonywano metodą spektrometrii alfa
3. ^{90}Sr - metoda radiochemiczna poprzez pomiar stężenia promieniotwórczego ^{90}Y , po ustaleniu równowagi promieniotwórczej $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$

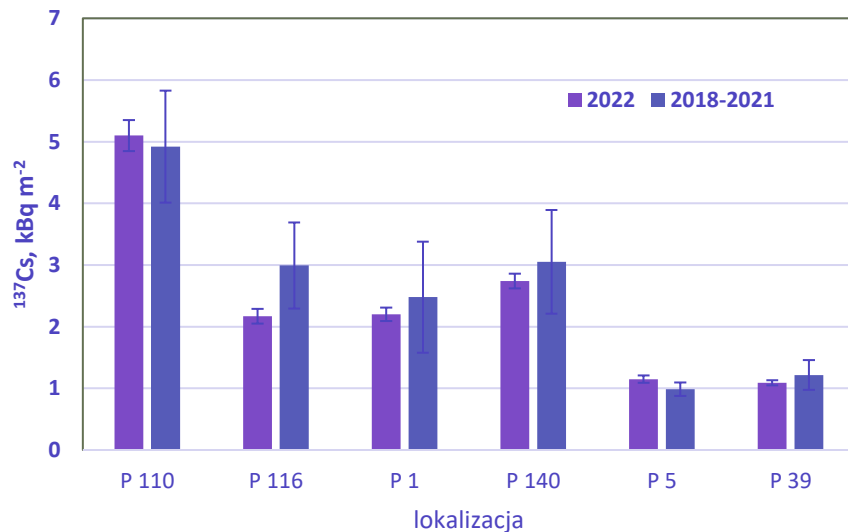


Rozmieszczenie stężeń promieniotwórczych ^{137}Cs w głąb osadów dennych



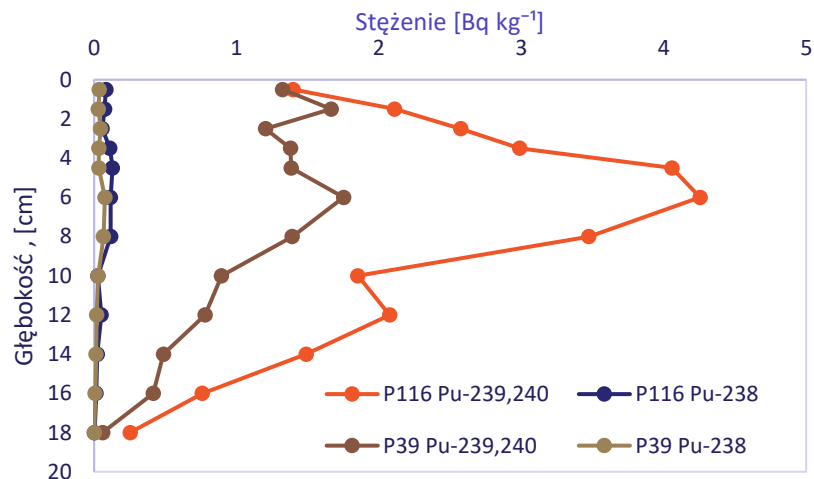
Najwyższe stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs w poszczególnych stacjach:

- P-110 $160 \pm 4 \text{ Bq kg}^{-1}$ (4-5 cm)
- P-116 $211 \pm 8 \text{ Bq kg}^{-1}$ (2-3 cm)
- P-1 $165 \pm 6 \text{ Bq kg}^{-1}$ (2-3 cm)
- P-140 $96,8 \pm 3,6 \text{ Bq kg}^{-1}$ (2-3 cm)
- P-5 $47,4 \pm 3,1 \text{ Bq kg}^{-1}$ (4-5 cm)
- P-39 $53,3 \pm 3,3 \text{ Bq kg}^{-1}$ (2-3 cm)



Zawartość (depozycja) ^{137}Cs w osadach dennych w 2022 roku oraz średnia z lat 2018-2021

Rozmieszczenie stężeń izotopów plutonu w głąb osadów dennych

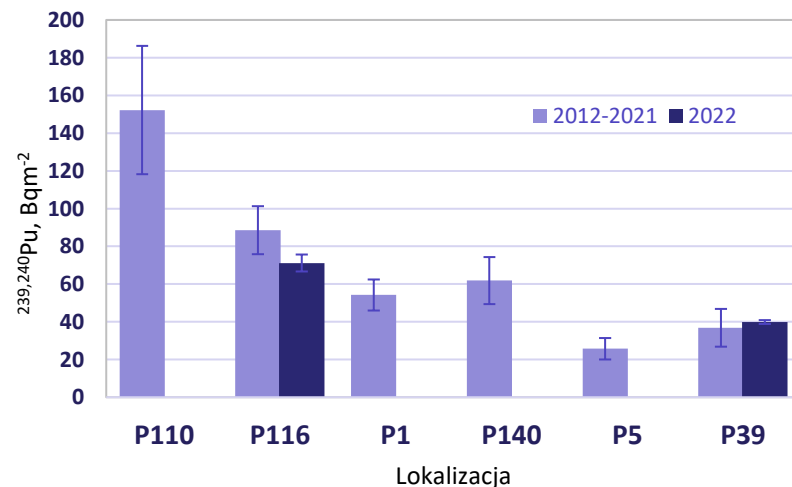
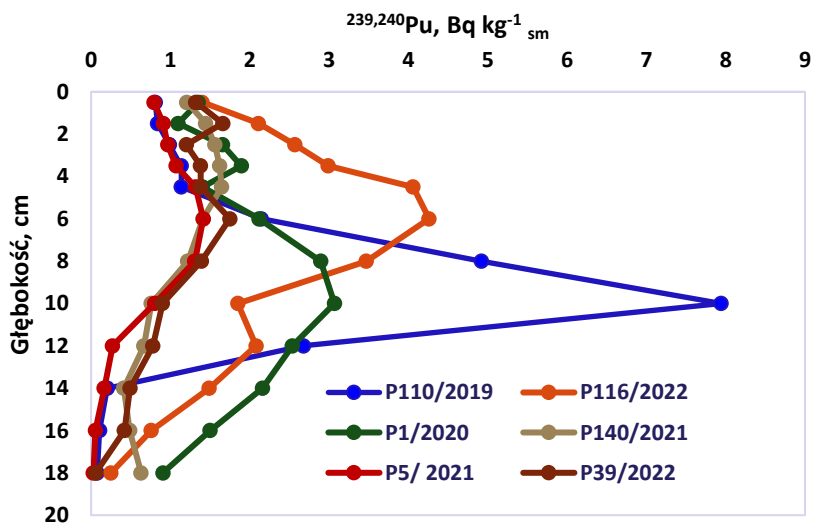


W P 116 obserwuje się maksimum stężenia ^{239,240}Pu
 $4,26 \pm 0,14 \text{ Bq kg}^{-1}_{sm}$ (5-7 cm)

W P 39 maksymalne stężenie ^{239,240}Pu wynosiło
 $1,75 \pm 0,07 \text{ Bq kg}^{-1}_{sm}$ (5-7 cm)

Stężenie ²³⁸Pu było w zakresie
 w P 116 $0,003 \div 0,129 \text{ Bq kg}^{-1}_{sm}$
 a w P39 $0,003 \pm 0,076 \text{ Bq kg}^{-1}_{sm}$

Średni stosunek aktywności izotopów
²³⁸Pu / ^{239,240}Pu wyniósł 0,028

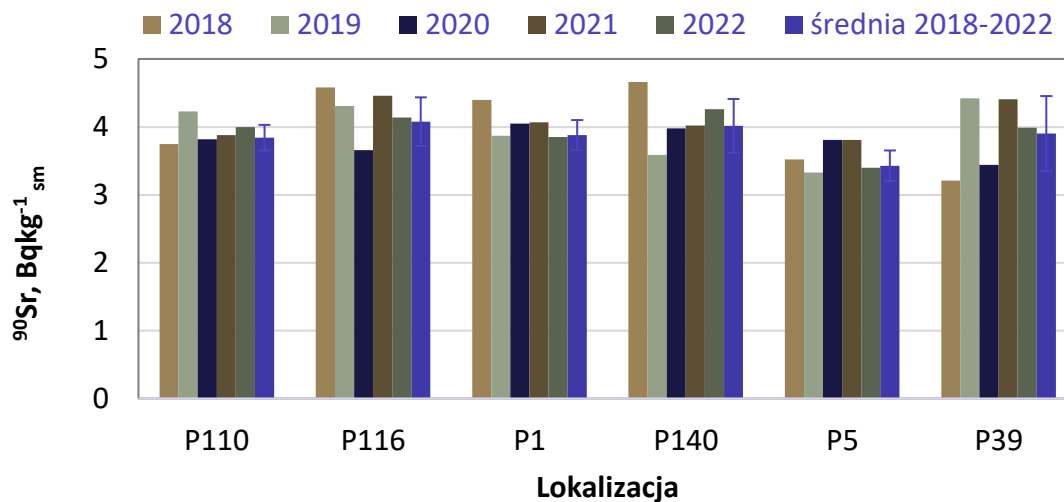


Zawartość ^{239,240}Pu w osadach dennych

Tabela 3. Stężenia ^{90}Sr w osadach dennych oraz ^{137}Cs i $^{239,240}\text{Pu}$ w warstwie 0-19 cm

Punkt poboru	^{90}Sr [Bqkg ⁻¹] 2022	^{137}Cs [Bqkg ⁻¹] 2022	$^{239,240}\text{Pu}$ [Bqkg ⁻¹] 2020-2022
P 110 Zatoka Gdańska	4,00 ± 0,55	90,5 ± 4,2	1,16 ± 0,08
P 116 Zatoka Gdańska	4,14 ± 0,62	56,9 ± 4,1	1,87 ± 0,17
P 1 Głębia Gdańska	3,85 ± 0,58	59,6 ± 4,8	1,97 ± 0,12
P 140 Basen Gotlandzki	4,26 ± 0,53	49,4 ± 2,5	0,81 ± 0,04
P 5 Gołębia Bornholmska	3,40 ± 0,44	29,0 ± 2,2	0,57 ± 0,04
P 39 Basen Bornholmski	3,99 ± 0,42	23,8 ± 2,1	0,87 ± 0,09

**Stężenie ^{90}Sr w osadach dennych
w latach 2018-2022**



PODSUMOWANIE

- ❖ Stężenia ^{137}Cs w wodzie bałtyckiej maleją sukcesywnie w latach. Zauważalny jest wpływ wlewów wód z Morza Północnego, obniżający stężenia ^{137}Cs w wodach przydennych, bliższych Cieśninom Duńskim.
- ❖ Stężenia ^3H w wodzie południowego Bałtyku z warstwy powierzchniowej oraz przydennej mieszczą się w zakresie stężeń trytu typowego dla całego obszaru Bałtyku.
- ❖ Stężenie promieniotwórcze ^{137}Cs w rybach bałtyckich zmniejsza się sukcesywnie w czasie. W śledziu i szprocie stężenia ^{137}Cs zbliżone są do stężeń oznaczanych przed awarią czarnobylską, w dorszu i storni wciąż jeszcze obserwuje się stężenia wyższe niż przed awarią.

- ❖ Najwyższe stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs występowały w górnych warstwach osadu i malały w głąb profili osadowych. Tak jak w poprzednich latach, obserwowano różnice w stężeniach ^{137}Cs związane z lokalizacją.
- ❖ Najwyższe stężenia $^{239,240}\text{Pu}$ i ^{238}Pu występowały w głębszych warstwach osadu, stosunek ^{238}Pu do $^{239,240}\text{Pu}$ wynosił średnio $0,03 \pm 0,01$, był więc typowy dla opadu promieniotwórczego w okresie próbnych wybuchów jądrowych.
- ❖ Stężenia promieniotwórcze ^{90}Sr w osadach dennych są wyrównane w całym południowym rejonie Morza Bałtyckiego. Głównym źródłem ^{90}Sr był opad promieniotwórczy po próbnych wybuchach jądrowych, a skażenia Półkuli Północnej z tego źródła były równomierne.

Dziękuję za uwagę

