



OZNACZENIE PROMIENIOTWÓRCZOŚCI WODY DO PICIA W AGLOMERACJACH MIEJSKICH I OCENA DAWEK OD JEJ SPOŻYCIA

Umowa 59/2024/CEZAR z dn. 25 kwietnia 2024 r.

A. FULARA, DR K. PACHOCKI

W 2025 roku zakres przedmiotowego zamówienia objął:

1. Pobranie próbek wody w trzech wskazanych miastach Polski.

Praca została wykonana zgodnie z poniższym wyszczególnieniem:

Tabela 1. Wykaz miast i liczby ujęć wody.

Lp.	Miasto	Liczba ujęć
1.	Częstochowa	4
2.	Opole	2
3.	Płock	2

2. Wykonanie oznaczeń:

- stężenia Cs-137;
- stężenia Sr-90;
- stężenia H-3;
- całkowitej promieniotwórczości alfa i całkowitej promieniotwórczości beta;
- stężenia Ra-226 i izotopów uranu (U-238, U-234, U-235) w przypadku przekroczenia wartości 0,1 Bq/l całkowitej promieniotwórczości alfa;
- stężenia K-40 i Ra-228, w przypadku przekroczenia wartości 1 Bq/l całkowitej promieniotwórczości beta

3. Opracowanie i analizę wyników otrzymanych dla próbek wody.

Na podstawie otrzymanych wyników zostały obliczone obciążające dawki skuteczne od rocznego spożycia wody dla osób w różnych kategoriach wiekowych. Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| ▪ dzieci do 1-go roku życia | – przyjęto spożycie wody 250 l/rok; |
| ▪ dzieci w wieku 1 –10 lat | – przyjęto spożycie wody 350 l/rok; |
| ▪ młodzież w wieku od 11 do 17 lat | – przyjęto spożycie wody 540 l/rok; |
| ▪ osoby dorosłe | – przyjęto spożycie wody 730 l/rok. |

4. Przygotowanie sprawozdania.

Lp.	Miasto	Ujęcie wody	Data poboru
1.	Częstochowa	Ujęcie wody Wierzchowisko	08.09.2025
2.		Ujęcie wody Mirów	08.09.2025
3.		Ujęcie wody Łobodno	08.09.2025
4.		Ujęcie wody Olsztyn	08.09.2025
5.	Opole	Ujęcie wody Zawada	23.04.2025
6.		Ujęcie wody Grotowice	23.04.2025
7.	Płock	SUW przy u. Górnej 56B	15.04.2025
8.		SUW przy u. Góry 6A	15.04.2025

CZĘSTOCHOWA

Woda dostarczana mieszkańcom pochodzi z 4 głównych ujęć wody, zlokalizowanych na terenie miasta i powiatu częstochowskiego oraz z ujęcia zlokalizowanego na terenie powiatu kłobuckiego w miejscowości Łobodno. Miasto zaopatruje się w wodę do celów komunalnych wyłącznie z ujęć wód podziemnych położonych na terenie miasta i w jego najbliższym sąsiedztwie.

Mieszkańcy miasta zaopatrywani są w wodę podawaną z następujących ujęć:

- ujęcie wody Wierzchowisko
- ujęcie wody Olsztyn
- ujęcie wody Mirów
- ujęcie wody Łobodno

W Tabeli 3 zawarto informacje dotyczące miejsc z których została pobrana woda w Częstochowie.

Tabela 3. Miejsca poboru próbek wody wodociągowej i charakterystyka ujęć wody pobranej w Częstochowie.

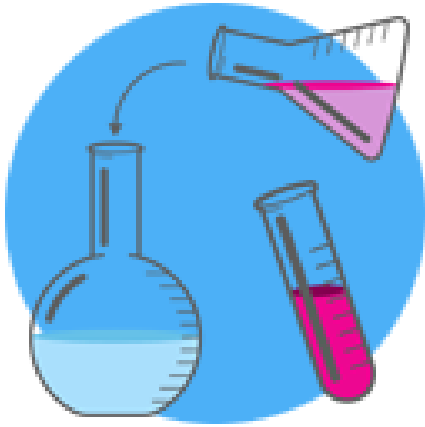
Wodociąg	Źródło zaopatrzenia w wodę
Ujęcie wody Wierzchowisko	Ujęcie zasilane jest wodą 5 studni głębinowych oraz źródła.
Ujęcie wody Mirów	Ujęcie wody Mirów zasilane jest wodą z 18 studni głębinowych
Ujęcie wody Łobodno	Ujęcie wody Łobodno zlokalizowane jest na terenie gmin Kłobuck i Miedzno. Składa się z 5 studni o głębokościach 69–70 m.
Ujęcie wody Olsztyn	Ujęcie wody zasilane jest z 9 studni głębinowych. Przed podaniem do sieci jest ona dezynfekowana przez chlorowanie.

OPOLE

Wodociąg	Źródło zaopatrzenia w wodę
Ujęcie wody Zawada	Woda pobierana z ujęcia zabezpiecza 65% potrzeb Opola. Woda ujmowana jest poprzez 18 studni głębinowych. 17 studni o głębokości 80-100 m ujmuje wodę z poziomu czwartorzędowego natomiast jedna studnia ujmuje wodę z głębokości 700 m z poziomu pstrego piaskowca.
Ujęcie Grotowice	Woda pobierana z tego ujęcia zabezpiecza dostawy wody dla Opola w 23%. Woda ujmowana jest z poziomu wapienia muszlowego przez 2 studnie głębinowe o głębokości 160 m.

PŁOCK

Wodociąg	Źródło zaopatrzenia w wodę
SUW przy u. Górnjej 56B	SUW zaopatrywana jest w wodę surową z ujęć głębinowych (dwa poziomy wodonośne) w Borowiczkach Pieńkach oraz w wodę powierzchniową z rzeki Wisły, za pośrednictwem ujęcia Grabówka. Oba rodzaje wód poddawane są procesowi uzdatniania i w trakcie tego procesu są łączone ze sobą a następnie doprowadzane są do wspólnych zbiorników wody czystej i dalej tłoczone do miejskiej sieci wodociągowej.
SUW przy u. Góry 6A	Woda pochodzi z dwóch studni głębinowych, które czerpią wodę z czwartorzędowego poziomu wodonośnego. Woda z poszczególnych studni pompowana jest do stacji uzdatniania przy pomocy pomp głębinowych zainstalowanych w poszczególnych studniach. Studnie te pracują naprzemiennie. Technologia uzdatniania wody polega na usuwaniu związków żelaza i manganu z ujmowanej wody.

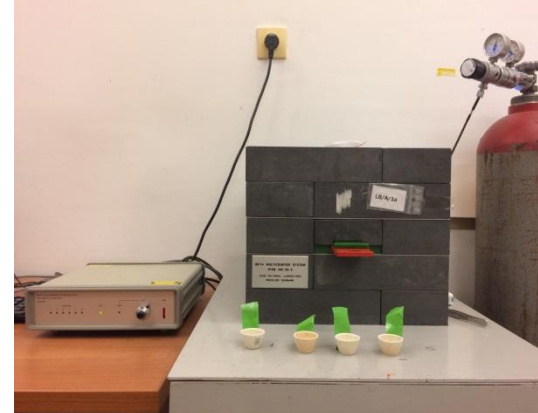


METODY ANALITYCZNE

Cs-137 i Sr-90 w wodzie

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

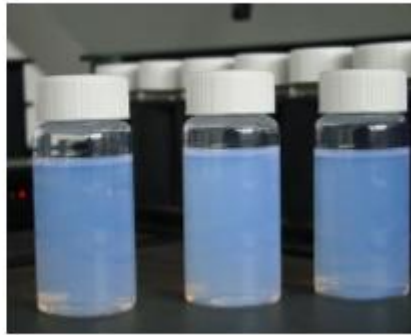
Do oznaczeń ^{90}Sr stosowano metodę polegającą na oznaczeniu ^{90}Y , krótkożyciowego izotopu ($T_{1/2}$ - 64,2 h) powstającego w wyniku rozpadu ^{90}Sr . Do pomiaru aktywności ^{137}Cs i ^{90}Sr stosowano niskotłowy zestaw aparaturowy, produkcji duńskiej, oparty na licznikach przepływowych GM (Riso GM-25-5) o biegu własnym około 0,2 imp/min.



H-3

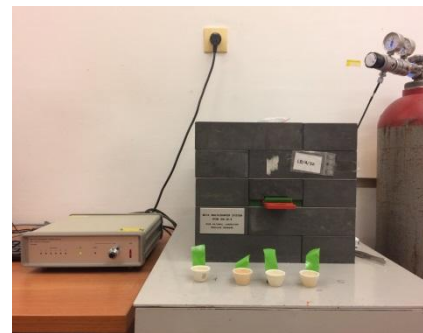
Pobrane próbki wody są destylowane, następnie mieszane ze scyntylatorem w stosunku 1:1. Pomiar aktywności β wykonywany jest w spektrometrze ciekłoscyntylacyjnym. Fot. 2 przedstawia wykorzystywany do badań licznik ciekłoscyntylacyjny Quantulus GCT 6220.

Laboratorium Analiz Radiochemicznych i Spektrometrycznych posiada akredytację PCA nr AB 1215. Do badań H-3 wykorzystujemy procedurę **QPB 3** Oznaczanie stężenia promieniotwórczego trytu. Wydanie 10 z dnia 02.01.2020 r.



Całkowita promieniotwórczość alfa i beta

Próbkę wody o objętości 4 litrów odparowano do 50 ml. Przenoszono do parownicy porcelanowej, dodano kilka kropli H_2SO_4 i odparowano do sucha. Parownicę umieszczono w piecu i pozostawiono w temp. $350^{\circ}C$ przez 30 min. Po wystudzeniu suchą pozostałość ucierano w parownicy i ważono. Przenoszono 250 mg suchej pozostałości do miseczki pomiarowej. Do pomiaru aktywności beta zastosowano niskotłowy zestaw aparaturowy, produkcji duńskiej, zbudowany z liczników przepływowych GM (Riso GM-25-5) o biegu własnym około 0,2 imp/min. Pomiar radioaktywności beta prowadzono dwukrotnie po 180 min. Układ pomiarowy kalibrowano za pomocą chlorku potasu, umieszczonego w takiej samej geometrii jak sucha pozostałość po odparowaniu wody. Granica detekcji całkowitej promieniotwórczości beta dla czasu 180 min. wynosi 0,014 Bq/l.





WYNIKI I PODSUMOWANIE

Stężenie promieniotwórcze ^{137}Cs w wodach wodociągowych

*/

Lp.	Miasto	Ujęcie wody	^{137}Cs [Bq/dm ³]	$^{137}\text{Cs}^*$ [mBq/dm ³]
1.	Częstochowa	Ujęcie wody Wierzchowisko	<0,02	1,62 ± 0,23 ^{a)}
2.		Ujęcie wody Mirów	<0,02	1,61 ± 0,23
3.		Ujęcie wody Łobodno	<0,02	0,49 ± 0,10
4.		Ujęcie wody Olsztyn	<0,02	5,35 ± 0,60
5.	Opole	Ujęcie wody Zawada	<0,02	1,25 ± 0,19
6.		Ujęcie wody Grotowice	<0,02	1,89 ± 0,26
7.	Płock	SUW przy u. Górnej 56B	<0,02	2,37 ± 0,30
8.		SUW przy u. Góry 6A	<0,02	1,49 ± 0,22

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

* metoda radiochemiczna

Stężenie promieniotwórcze ^{90}Sr w wodach wodociągowych

Lp.	Miasto	Ujęcie wody	^{90}Sr [mBq/dm ³]
1.	Częstochowa	Ujęcie wody Wierzchowisko	2,56 ± 0,24 ^{a)}
2.		Ujęcie wody Mirów	3,33 ± 0,28
3.		Ujęcie wody Łobodno	2,48 ± 0,23
4.		Ujęcie wody Olsztyn	1,78 ± 0,18
5.	Opole	Ujęcie wody Zawada	1,54 ± 0,16
6.		Ujęcie wody Grotowice	1,80 ± 0,17
7.	Płock	SUW przy u. Gómej 56B	3,79 ± 0,31
8.		SUW przy u. Góry 6A	1,96 ± 0,19

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

Stężenie promieniotwórcze ^3H w wodach wodociągowych

Lp.	Miasto	Ujęcie wody	^3H [Bq/dm ³]
1.	Częstochowa	Ujęcie wody Wierzchowisko	<10,0
2.		Ujęcie wody Mirów	<10,0
3.		Ujęcie wody Łobodno	<10,0
4.		Ujęcie wody Olsztyn	<10,0
5.	Opole	Ujęcie wody Zawada	<10,0
6.		Ujęcie wody Grotowice	<10,0
7.	Płock	SUW przy u. Górnej 56B	<10,0
8.		SUW przy u. Góry 6A	<10,0

Całkowita promieniotwórczość beta w wodach wodociągowych

Lp.	Miasto	Ujęcie wody	Całkowita promieniotwórczość beta [Bq/dm ³]
1.	Częstochowa	Ujęcie wody Wierzchowisko	0,03 ± 0,01 ^{a)}
2.		Ujęcie wody Mirów	0,03 ± 0,01
3.		Ujęcie wody Łobodno	0,08 ± 0,01
4.		Ujęcie wody Olsztyn	0,09 ± 0,01
5.	Opole	Ujęcie wody Zawada	0,08 ± 0,01
6.		Ujęcie wody Grotowice	0,05 ± 0,01
7.	Płock	SUW przy u. Górnej 56B	0,22 ± 0,03
8.		SUW przy u. Góry 6A	0,04 ± 0,01

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

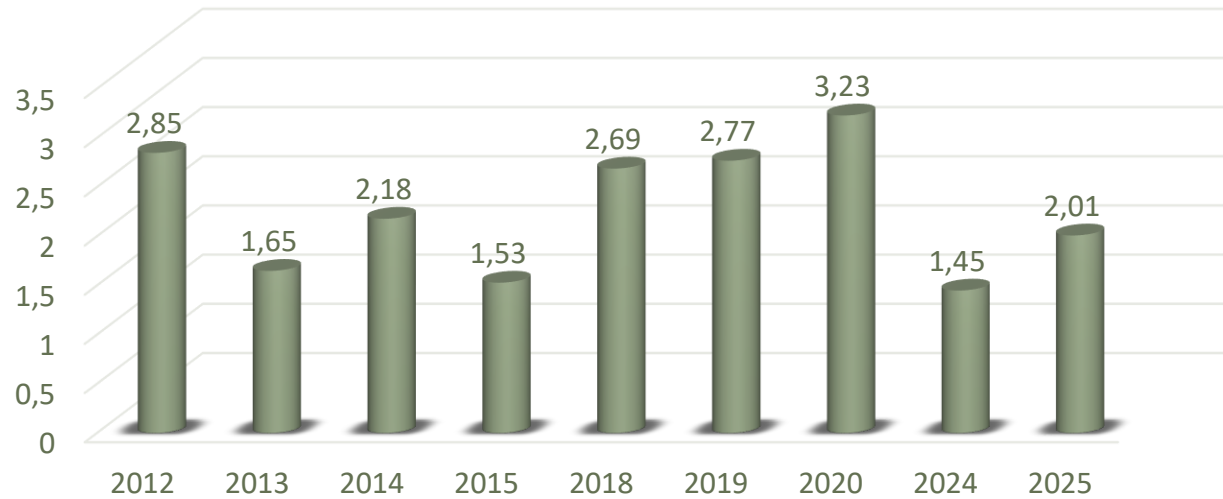
Całkowita promieniotwórczość alfa w wodach wodociągowych

Lp.	Miasto	Ujęcie wody	Całkowita promieniotwórczość alfa [Bq·dm ⁻³]
1.	Częstochowa	Ujęcie wody Wierzchowisko	<0,015
2.		Ujęcie wody Mirów	<0,015
3.		Ujęcie wody Łobodno	0,019 ± 0,005
4.		Ujęcie wody Olsztyn	<0,015
5.	Opole	Ujęcie wody Zawada	<0,015
6.		Ujęcie wody Grotowice	<0,015
7.	Płock	SUW przy u. Górnej 56B	<0,015
8.		SUW przy u. Góry 6A	<0,015

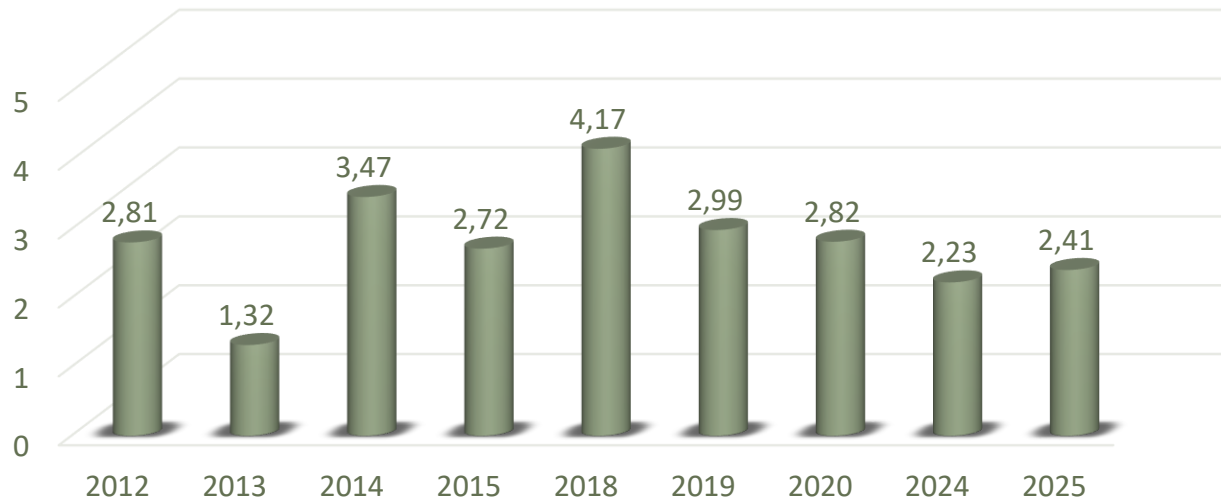
^{a)} Wartość ± całkowita niepewność przy poziomie ufności 95% (k=2).

Badany izotop	Średnia	Zakres
Cs-137	2,01±1,45 mBq/l	0,49 – 5,35mBq/l
Sr-90	2,41±0,80 mBq/l	1,54– 3,79mBq/l
Całkowita promieniotwórczość beta	0,08±0,06 Bq/l	0,03- 0,22 Bq/l

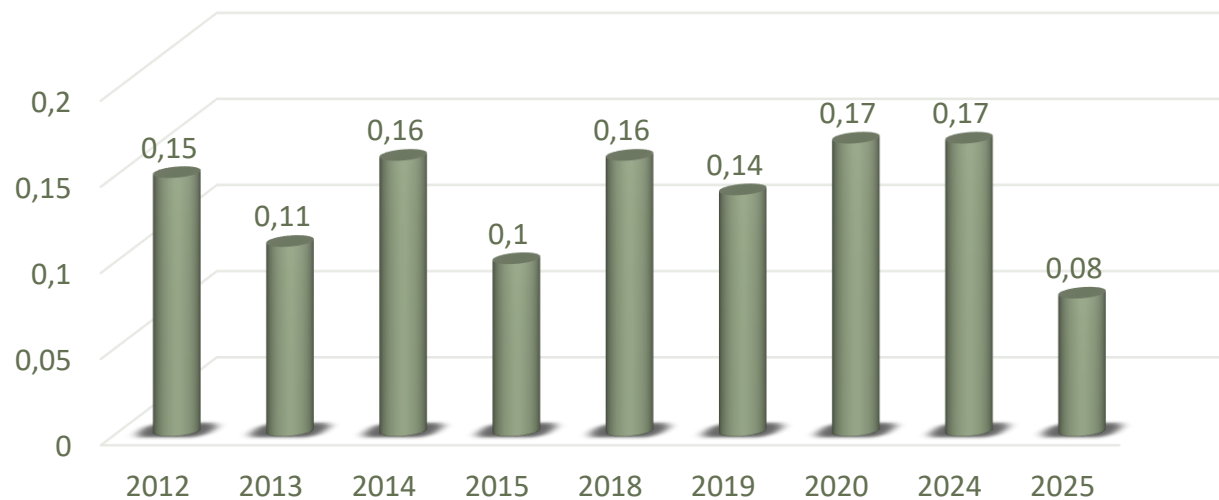
Cs-137 [mBq/L] 2012-2024



Sr-90 [mBq/L] 2012-2024



Całkowita promieniotwórczość beta [Bq/L] 2012-2024



Grupa wiekowa	<1 rok	1-10 lat	11-17 lat	Dorośli
¹³⁷Cs				
Współczynnik przeliczeniowy, [$\mu\text{Sv/Bq}$]	$2,1 \times 10^{-2}$	$1,05 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^{-2}$
Roczne spożycie wody, [l]	250	350	540	730
Roczne wchłonięcie, [Bq]	$0,50 \pm 0,36^a)$	$0,70 \pm 0,51$	$1,08 \pm 0,78$	$1,47 \pm 1,06$
Obciążająca dawka skuteczna, [$\mu\text{Sv/rok}$]	$0,011 \pm 0,008$	$0,007 \pm 0,005$	$0,014 \pm 0,010$	$0,019 \pm 0,014$
⁹⁰Sr				
Współczynnik przeliczeniowy, [$\mu\text{Sv/Bq}$]	$2,3 \times 10^{-1}$	$6,0 \times 10^{-2}$	$8,0 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-2}$
Roczne wchłonięcie, [Bq]	$0,60 \pm 0,16^a)$	$0,84 \pm 0,22$	$1,30 \pm 0,34$	$1,76 \pm 0,46$
Obciążająca dawka skuteczna, [$\mu\text{Sv/rok}$]	$0,138 \pm 0,047$	$0,051 \pm 0,017$	$0,104 \pm 0,035$	$0,049 \pm 0,016$

^{a)} Średnia \pm odchylenie standardowe

Dawki od wchłoneń $Cs-137$ mieszczą się w zakresach od 0,007 do 0,019 $\mu Sv/rok$ co stanowi niewielki procent (0,0007-0,0019%) rocznej dawki granicznej dla osób z ogółu ludności określonej w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dn. 11 sierpnia 2021 roku w sprawie wskaźników pozwalających na wyznaczenie dawek promieniowania jonizującego stosowanych przy ocenie narażenia na promieniowanie jonizujące Dz. U. 2021, poz. 1657 (1mSv/rok).

Od wchłoneń $Sr-90$ dawki mieszczą się w zakresie od 0,049 do 0,138 $\mu Sv/rok$ co stanowi 0,0049% - 0,0138% dawki granicznej.

Otrzymane wyniki wskazują, że dawki te są zanedbywalnie małe a wody wodociągowe we wszystkich badanych miastach spełniają wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r.

Dziękuję za uwagę!
