



*Ocena dawki skutecznej dla
mieszkańców Polski od wchłonięcia
aerozoli atmosferycznych drogą
oddechową
– sieć stacji ASS-500 (rok 2023)*



KRZYSZTOF ISAJENKO
BARBARA PIOTROWSKA
OLGA STAWARZ
KAROL WOJTKOWSKI
MARCIN KOZDÓJ
ANITA KIELBASIŃSKA

Finansowanie

**Praca finansowana przez
Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki
na podstawie
Umowy numer 139/2022/CEZAR/357
z dnia 30 grudnia 2022 r.**

pt. „Wykonanie usługi polegającej na ocenie dawki skutecznej dla mieszkańców Polski od wchłonięcia aerozoli atmosferycznych drogą oddechową”

Sposób oceny dawki skutecznej od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową

$$D = \sum_i D_i$$

Gdzie:

D – jest obliczoną dawką skuteczną otrzymaną od izotopów wchłanianych układem oddechowym,

D_i – jest dawką skuteczną od pojedynczego (i-tego) izotopu. W niniejszej pracy bierzemy pod uwagę tylko dawki otrzymane od następujących izotopów: naturalnych – berylu ^7Be , potasu ^{40}K , ołowiu ^{210}Pb , radu ^{226}Ra i aktynu ^{228}Ac oraz od wszystkich izotopów pochodzenia sztucznego, których stężenia zostały określone na poziomach przekraczających limity detekcji (przy czym cez ^{137}Cs oraz jod ^{131}I uwzględniamy zawsze).

UWAGA – jeśli stężenie jakiegoś radionuklidu zostało zmierzone na poziomie niższym od limitu detekcji (LLD), to do obliczenia dawki skutecznej przyjmujemy wartość LLD. W ten sposób oczywiście obliczone dawki skuteczne są zawyżone w stosunku do rzeczywistych dawek otrzymywanych przez mieszkańców Polski.

Sposób oceny dawki skutecznej od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową (2)

Dawkę skuteczną otrzymaną od wchłonięcia poprzez układ oddechowy pojedynczego radionuklidu promieniotwórczego (D_i) dla osoby z grupy wiekowej g obliczamy, stosując następujący wzór:

$$D_i = A_{w,i} \cdot e(g)_i \cdot V(g)_{odd} \cdot T$$

Gdzie:

D_i – jest dawką skuteczną od pojedynczego izotopu,

$A_{w,i}$ – jest aktywnością właściwą (stężeniem promieniotwórczym) i-tego izotopu w powietrzu atmosferycznym (zmierzonego w sieci stacji ASS-500 w danej lokalizacji),

$e(g)_i$ – jest wartością obciążającej dawki skutecznej dla i-tego izotopu dla osoby z grupy wiekowej g ,

$V(g)_{odd}$ – jest wydajnością (prędkością) oddychania osoby z grupy wiekowej g ,

T – jest to czas dla którego jest liczona dawka skuteczna (czyli tydzień, miesiąc, kwartał lub rok).

Sposób oceny dawki skutecznej od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową (3)

Działania na jednostkach: $D_i : \left[\frac{Bq}{m^3} \right] \cdot \left[\frac{Sv}{Bq} \right] \cdot \left[\frac{m^3}{doba} \right] \cdot [doba] = [Sv]$

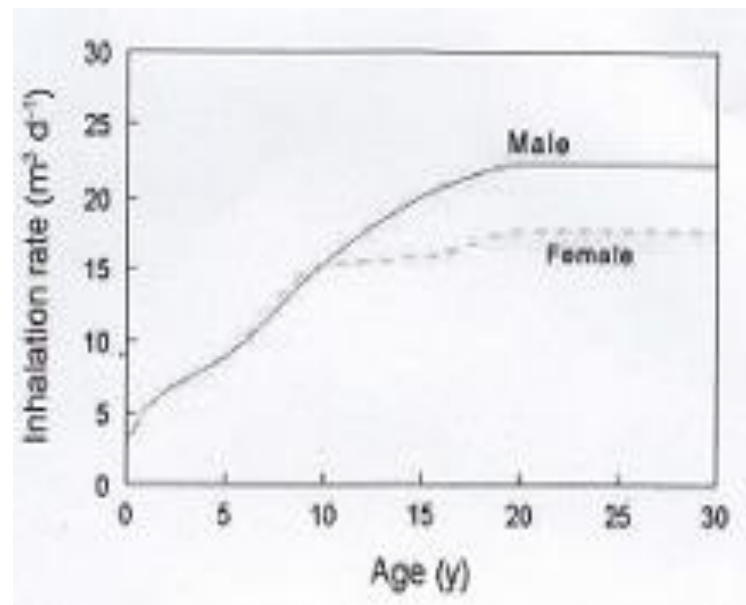
Obciążająca dawka skuteczna e(g) dla osób z ogółu ludności od wniknięcia radionuklidu o aktywności 1 Bq drogą oddechową (*Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20/2005, poz. 168)*).

Izotop	Okres połowicznego rozpadu	Wartości e(g) w [Sv/Bq] dla grupy wiekowej g:					
		≤ 1 roku	1÷2 lat	2÷7 lat	7÷12 lat	12÷17 lat	> 17 lat
¹³⁷ Cs	30,0 lat	$8,8 \cdot 10^{-9}$	$5,4 \cdot 10^{-9}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$3,7 \cdot 10^{-9}$	$4,4 \cdot 10^{-9}$	$4,6 \cdot 10^{-9}$
¹³¹ I	8,04 dnia	$7,2 \cdot 10^{-8}$	$7,2 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	$1,9 \cdot 10^{-8}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$7,4 \cdot 10^{-9}$
⁷ Be	53,3 dnia	$2,5 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-10}$	$8,3 \cdot 10^{-11}$	$6,2 \cdot 10^{-11}$	$5,0 \cdot 10^{-11}$
⁴⁰ K	$1,28 \cdot 10^9$ lat	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$7,5 \cdot 10^{-9}$	$4,5 \cdot 10^{-9}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$
²¹⁰ Pb	22,3 lat	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$9,0 \cdot 10^{-7}$
²²⁶ Ra	$1,60 \cdot 10^3$ lat	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$
²²⁸ Ac	6,13 godz.	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$9,7 \cdot 10^{-8}$	$5,7 \cdot 10^{-8}$	$2,9 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$

Sposób oceny dawki skutecznej od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową (4)

Współczynniki inhalacyjne dla dzieci w różnym wieku oraz osób dorosłych zostały określone w „*Human respiratory tract model for radiological protection*”. ICRP Publication 66, Ann. ICRP 24 (1-3), 1994”.

Grupa wiekowa	Współczynnik inhalacyjny [m ³ /doba]	Współczynnik inhalacyjny [m ³ /s]
Dorośli (pracownik siedzący)	22,18	$2,57 \cdot 10^{-4}$
Dziecko 10-cio letnie	15,28	$1,77 \cdot 10^{-4}$
Noworodek (do 1-go roku)	5,20	$6,02 \cdot 10^{-5}$



Sposób oceny dawki skutecznej od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową (5)

Prędkości oddychania dla dzieci w różnych grupach wiekowych oraz dla osób dorosłych przyjęte do oceny dawki skutecznej od wchłonięcia radionuklidów układem oddechowym.

Grupa wiekowa	≤ 1 rok	1÷2 lat	2÷7 lat	7÷12 lat	12÷17 lat	> 17 lat
Prędkość oddychania [m ³ /doba]	5,2	6,5	12,2	17,2	21,4	22,2

Wymiana filtrów powietrza w stacjach ASS-500

Wymiana filtrów Petrianowa w stacjach ASS-500 odbywa się:

- **W sytuacji normalnej** – co tydzień w poniedziałki ok. godz. 12:00 z wyjątkiem poniedziałków, które są dniami ustawowo wolnymi od pracy (np. poniedziałek wielkanocny czy inne święta wypadające w poniedziałki) – w takiej sytuacji filtry w całej Polsce wymieniane są o godz. 8:00 pierwszego dnia roboczego po poniedziałkowym święcie (najczęściej we wtorek, ale może się zdarzyć, że będzie to środa).
- **Do dnia 03 kwietnia 2023**, w związku z trwającą wojną na Ukrainie i możliwością zajścia zdarzenia radiacyjnego, stacje zlokalizowane w Białymstoku, Lublinie, Sanoku i Krakowie działały w trybie alarmowym – filtry były wymieniane dwa razy w tygodniu (w poniedziałki i czwartki ok. godz. 12:00)

Parametry pobieranych próbek aerozoli atmosferycznych – rok 2023

- Objętość powietrza, z której pobierano tygodniowe próbki zawierała się w granicach od 10447 do 106970 m³, przy wartości średniej **73876 m³** (2018 – 73776 m³, 2019 – 77816 m³, 2020 – 71666 m³, 2021 – 70590 m³, 2022 – 40107 m³);
- Zapylenie zmieniało się od 5,0 do 91,8 µg/m³; wartość średnia wynosiła **22,9 µg/m³** (2018 – 46,1 µg/m³, 2019 - 36,5 µg/m³, 2020 – 29,9 µg/m³, 2021 – 29,8 µg/m³, 2022 – 29,5 µg/m³);
- Masa pyłu zebranego na filtrze zmieniała się od 0,3 do 7,0 g, przy wartości średniej równej **1,7 g** (2018 – 3,0 g, 2019 – 2,6 g, 2020 – 2,1 g, 2021 – 2,0 g, 2022 – 1,1 g);
- grubość filtru od 2,4 do 15,0 mm, przy wartości średniej wynoszącej **4,0 mm** (2018 – 4,4 mm, 2019 – 4,1 mm, 2020 – 4,0 mm, 2021 – 3,9 mm, 2022 – 3,8 mm).

Stężenia radionuklidów w powietrzu w Polsce w 2023 roku

Radio-nuklid	Stężenie w powietrzu, $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Wartość średnia (zakres)	Liczba oznaczeń	Miejscowość i okres wystąpienia maksymalnego stężenia
^{137}Cs	$0,42 \pm 0,02$ (<0,06 ÷ 7,92)	670	Lublin, 15.05 – 22.05
^{131}I	$0,59 \pm 0,01$ (<0,07 ÷ <3,41)	670	Wrocław, 29.05 – 05.06
^7Be	2627 ± 52 (484 ÷ 8074)	670	Lublin, 08.05 – 15.05
^{40}K	$10,4 \pm 0,2$ (<1,9 ÷ <49,0)	670	Wrocław, 29.05 – 05.06
^{210}Pb	345 ± 8 (64 ÷ 1624)	670	Lublin, 25.09 – 02.10
^{226}Ra	$5,9 \pm 0,1$ (<1,4 ÷ <37,4)	670	Kielce, 14.08 – 21.08
^{228}Ac	$1,08 \pm 0,03$ (<0,16 ÷ <9,73)	670	Wrocław, 29.05 – 05.06

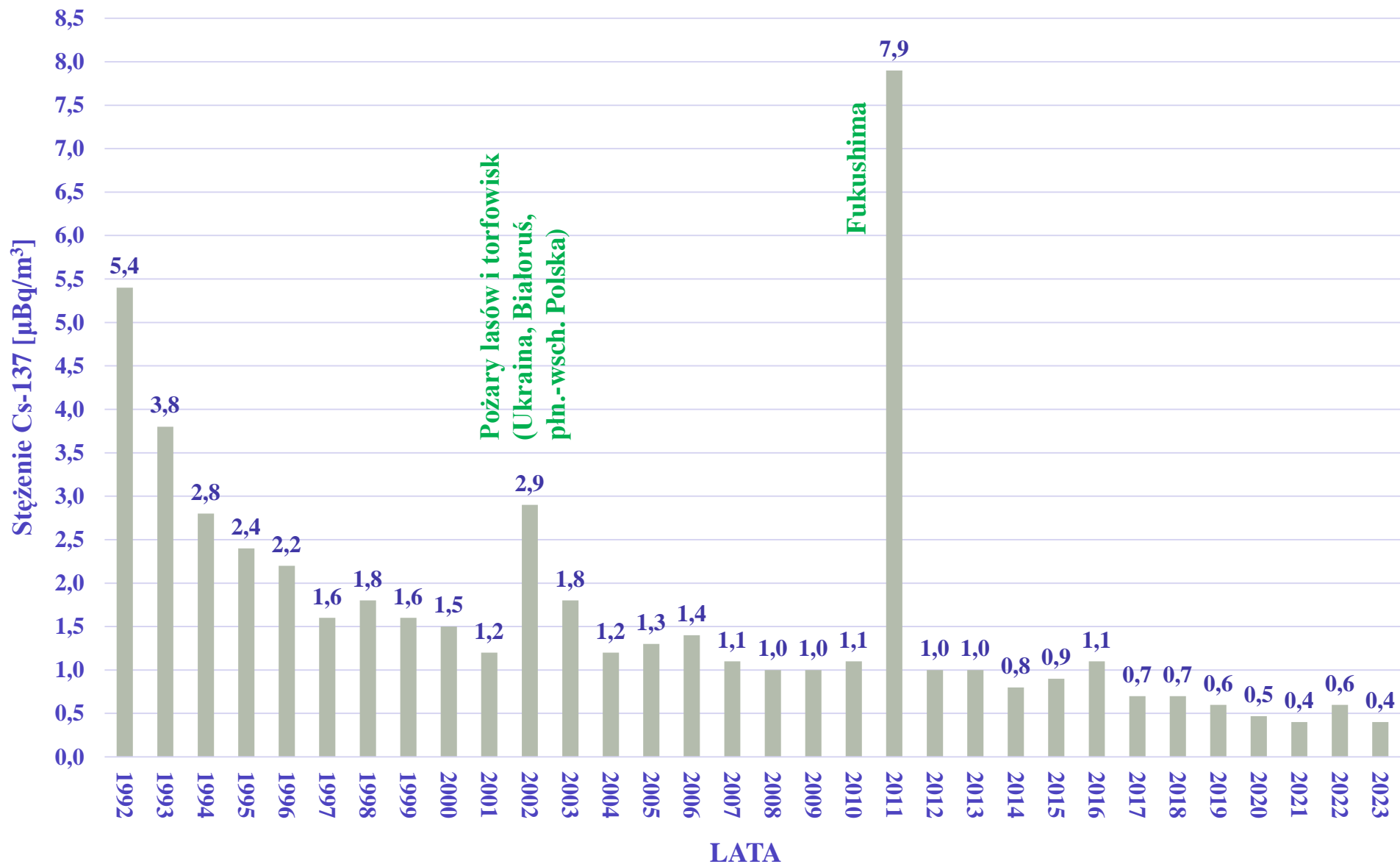
Wartości kwartalnej dawki skutecznej dla różnych grup wiekowych od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową
ŁÓDŹ [μ Sv]

GRUPY WIEKOWE	ŁÓDŹ - 2023 ROK			
	I KWARTAŁ	II KWARTAŁ	III KWARTAŁ	IV KWARTAŁ
≤ 1 roku	0,585	0,638	0,852	0,639
1÷2 lat	0,456	0,497	0,662	0,497
2÷7 lat	0,449	0,490	0,649	0,489
7÷12 lat	0,579	0,632	0,842	0,633
12÷17 lat	0,669	0,730	0,972	0,730
> 17 lat	0,484	0,528	0,702	0,528

Wartości rocznej dawki skutecznej dla różnych grup wiekowych od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową w roku 2023 w miejscu lokalizacji stacji [μSv]

LOKALIZACJA STACJI ASS-500	GRUPY WIEKOWE					
	≤ 1 rok	1÷2 lat	2÷7 lat	7÷12 lat	12÷17 lat	> 17 lat
WARSZAWA	4,006	3,112	3,052	3,961	4,573	3,301
BIAŁYSTOK	2,955	2,298	2,256	2,923	3,375	2,438
GDYNIA	2,833	2,202	2,160	2,801	3,234	2,335
KATOWICE	2,924	2,291	2,273	2,904	3,350	2,433
KIELCE	3,353	2,632	2,619	3,334	3,846	2,797
KRAKÓW	2,862	2,219	2,169	2,827	3,265	2,353
LUBLIN	5,356	4,159	4,077	5,295	6,114	4,412
LÓDŹ	2,714	2,112	2,076	2,686	3,101	2,241
SANOK	3,503	2,729	2,686	3,469	4,004	2,896
SZCZECIN	2,866	2,231	2,194	2,837	3,275	2,367
TORUŃ	3,327	2,589	2,544	3,293	3,801	2,747
WROCLAW	2,617	2,096	2,142	2,628	3,027	2,232
ZIELONA GÓRA	3,038	2,365	2,325	3,007	3,472	2,509

Stężenia cezu-137 w Polsce w latach 1992-2023 [$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$]



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!!!



CZY SĄ JAKIEŚ PYTANIA?