



*Ocena dawki skutecznej dla
mieszkańców Polski od wchłonięcia
aerozoli atmosferycznych drogą
oddechową
– sieć stacji ASS-500 (rok 2022)*



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

Finansowanie

**Praca finansowana przez
Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki
na podstawie
Umowy numer 84/2021/CEZAR/279
z dnia 27 grudnia 2021 r.**

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

Wysokość finansowania: 442 000,- PLN



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

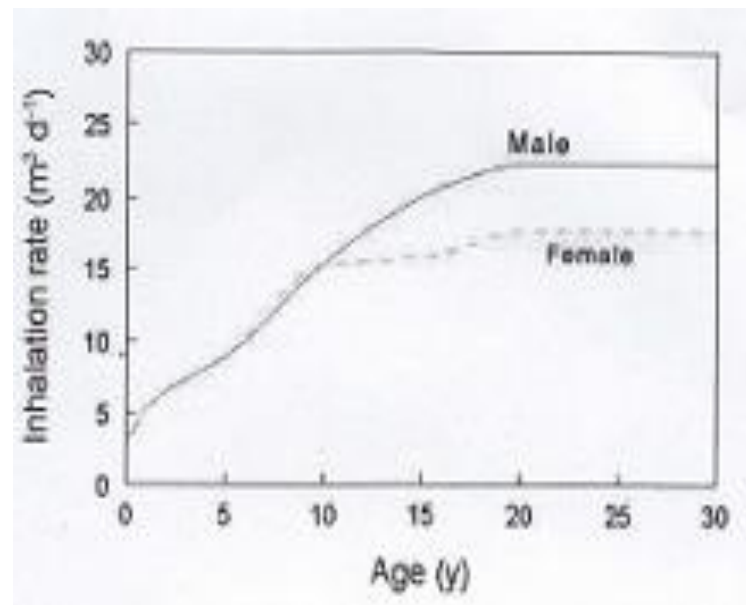
Obciążająca dawka skuteczna e(g) dla osób z ogółu ludności od wniknięcia radionuklidu o aktywności 1 Bq drogą oddechową (*Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20/2005, poz. 168)*).

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]
Dorosły (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).
- **Od dnia 28 lutego 2022**, w związku z agresją Rosji na Ukrainę i możliwością zajścia zdarzenia radiacyjnego, Prezes PAA przesłał do CLOR pismo, w którym wprowadził stan alarmowy we wszystkich stacjach ASS-500 – filtry były wymieniane dwa razy w tygodniu (w poniedziałki i czwartki ok. godz. 12:00)

Parametry pobieranych próbek aerozoli atmosferycznych – rok 2022

- Objętość powietrza, z której pobierano tygodniowe próbki zawierała się w granicach od 10170 do 78174 m³, przy wartości średniej **40107 m³** (2017 – 79035 m³, 2018 – 73776 m³, 2019 – 77816 m³, 2020 – 71666 m³, 2021 – 70590 m³);
- Zapylenie zmieniało się od 3,2 do 171,7 µg/m³; wartość średnia wynosiła **29,5 µg/m³** (2017 – 35,1 µg/m³, 2018 – 46,1 µg/m³, 2019 – 36,5 µg/m³, 2020 – 29,9 µg/m³, 2021 – 29,8 µg/m³);
- Masa pyłu zebranego na filtrze zmieniała się od 0,1 do 5,7 g, przy wartości średniej równej **1,1 g** (2017 – 2,7 g, 2018 – 3,0 g, 2019 – 2,6 g, 2020 – 2,1 g, 2021 – 2,0 g);
- grubość filtru od 2,3 do 7,1 mm, przy wartości średniej wynoszącej **3,8 mm** (2016 – 4,3 mm, 2017 – 4,3 mm, 2018 – 4,4 mm, 2019 – 4,1 mm, 2020 – 4,0 mm, 2021 – 3,9 mm).

Stężenia radionuklidów w powietrzu w Polsce w 2022 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	$0,63 \pm 0,02$ (<0,11 ÷ 12,82)	1244	Warszawa, 25.08 – 29.08
^{131}I	$0,89 \pm 0,02$ (<0,08 ÷ <3,74)	1244	Wrocław, 29.12.2022 – 02.01.2023
^7Be	3076 ± 42 (125 ÷ 10018)	1244	Lublin, 09.05 – 12.05
^{40}K	$16,8 \pm 0,4$ (<2,1 ÷ 121,6)	1244	Katowice, 28.11 – 01.12
^{210}Pb	400 ± 8 (<32 ÷ 2077)	1244	Gdynia, 26.05 – 30.05
^{226}Ra	$8,9 \pm 0,1$ (<1,9 ÷ <42,9)	1244	Wrocław, 29.12.2022 – 02.01.2023
^{228}Ac	$1,86 \pm 0,03$ (<0,13 ÷ <11,16)	1244	Wrocław, 21.03 – 24.03

**Wartości kwartalnej dawki skutecznej dla różnych grup wiekowych od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową
WARSZAWA [μSv]**

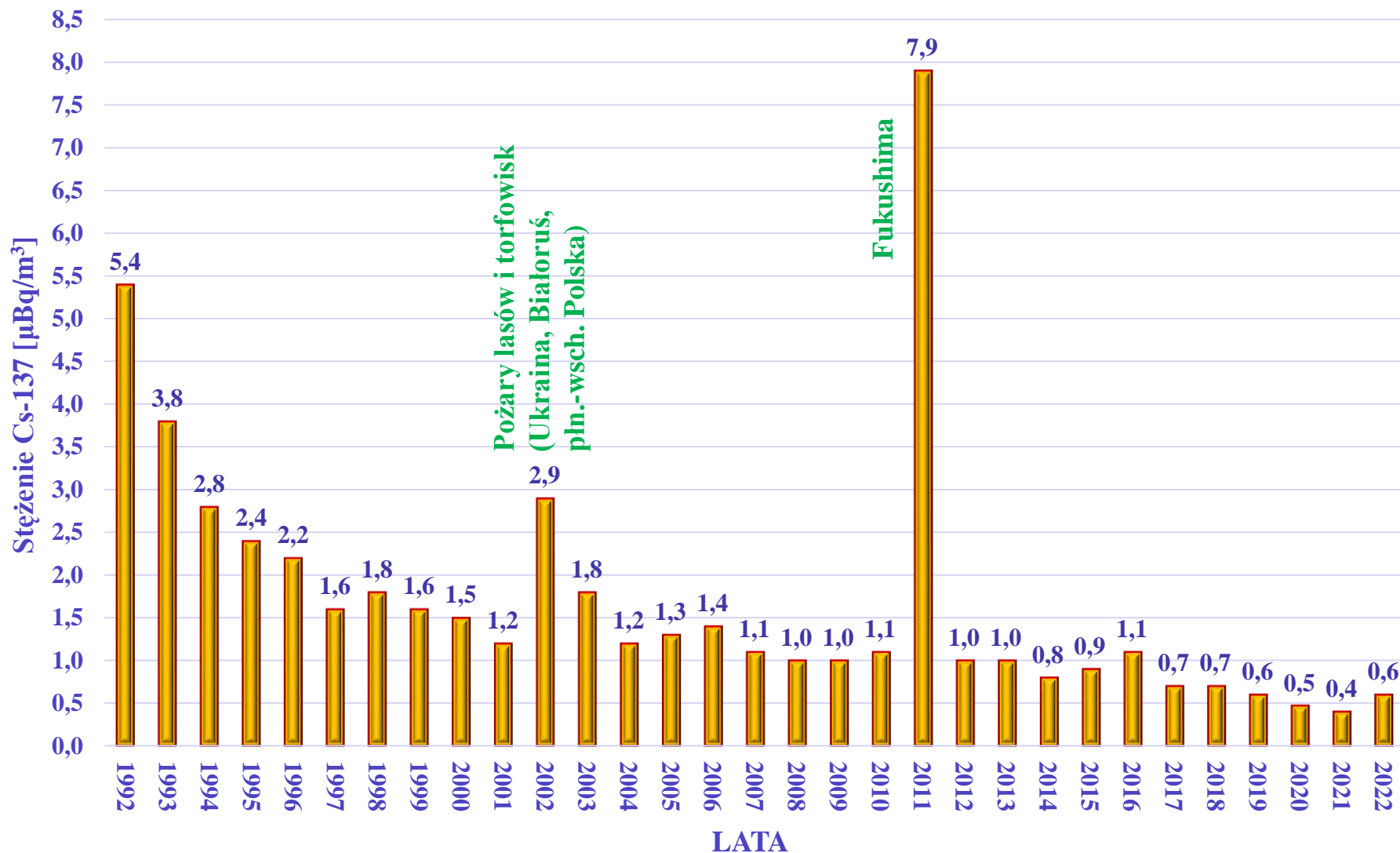
GRUPY WIEKOWE	WARSZAWA - 2022 ROK			
	I KWARTAŁ	II KWARTAŁ	III KWARTAŁ	IV KWARTAŁ
≤ 1 roku	0,814	0,783	1,333	1,674
1÷2 lat	0,635	0,615	1,039	1,302
2÷7 lat	0,627	0,612	1,024	1,279
7÷12 lat	0,807	0,779	1,321	1,657
12÷17 lat	0,931	0,898	1,525	1,913
> 17 lat	0,674	0,653	1,103	1,382

Wartości rocznej dawki skutecznej dla różnych grup wiekowych od wchłonięcia radionuklidów promieniotwórczych drogą oddechową w roku 2022 w miejscu lokalizacji stacji [μSv]

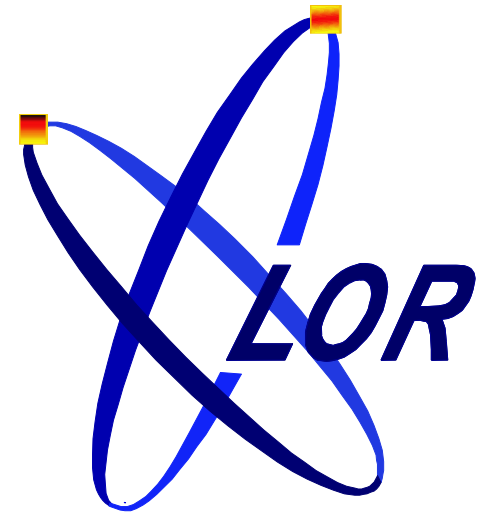
LOKALIZACJA STACJI ASS-500	GRUPY WIEKOWE					
	≤ 1 rok	1÷2 lat	2÷7 lat	7÷12 lat	12÷17 lat	> 17 lat
WARSZAWA	4,695	3,662	3,610	4,652	5,370	3,886
BIAŁYSTOK	2,699	2,100	2,064	2,671	3,083	2,228
GDYNIA	3,249	2,534	2,498	3,219	3,715	2,689
KATOWICE	3,560	2,797	2,786	3,540	4,084	2,971
KIELCE	3,987	3,150	3,162	3,976	4,586	3,349
KRAKÓW	3,256	2,528	2,479	3,219	3,717	2,682
LUBLIN	5,546	4,317	4,245	5,489	6,337	4,580
ŁÓDŹ	3,148	2,453	2,417	3,117	3,598	2,603
SANOK	4,849	3,776	3,715	4,801	5,542	4,007
SZCZECIN	3,202	2,502	2,474	3,176	3,665	2,657
TORUŃ	4,271	3,335	3,295	4,235	4,888	3,541
WROCLAW	3,455	2,716	2,707	3,437	3,965	2,886
ZIELONA GÓRA	3,634	2,838	2,804	3,603	4,158	3,013

Stężenia cezu-137 w Polsce w latach 1992-2022 [$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$]

Stężenie Cs-137 w latach 1992-2022 w Polsce [$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$]



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!!!



CZY SĄ JAKIEŚ PYTANIA?