

CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
ZAKŁAD DOZYMETRII

**MONITORING PROMIENIOWANIA
JONIZUJĄCEGO REALIZOWANY W RAMACH
PAŃSTWOWEGO MONITORINGU ŚRODOWISKA
W LATACH 2022-2024
ZADANIE 3: MONITORING STĘŻENIA CEZU-137
W GLEBIE**

**SPRAWOZDANIE KOŃCOWE (ROCZNE)
Z TRZECIEGO ETAPU PRACY**

Autorzy raportu:

K. Isajenko, O. Stawarz, K. Wojtkowski, B. Piotrowska



Sfinansowano ze środków
**NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**

Wykonawcy pracy:

K. Isajenko, M. Kardaś, B. Piotrowska, O. Stawarz,
K. Wojtkowski, A. Kielbasińska, M. Kozdój

Warszawa, luty – marzec 2024

SPRAWOZDANIE KOŃCOWE (ROCZNE)

dotyczące wykonania III etapu pracy:

MONITORING PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO REALIZOWANY W RAMACH PAŃSTWOWEGO MONITORINGU ŚRODOWISKA W LATACH 2022-2024 ZADANIE 3: MONITORING STĘŻENIA CEZU-137 W GLEBIE

Autorzy raportu:

Krzysztof ISAJENKO, Olga STAWARZ,
Karol WOJTKOWSKI, Barbara PIOTROWSKA

Praca została zrealizowana zgodnie z zawartą z GIOŚ
Umową nr GIOŚ/ZP/304/2022/DMS/NFOŚ z dnia 08.11.2022 r.

Wykonawcy pracy:

Krzysztof ISAJENKO, Małgorzata KARDAŚ,
Barbara PIOTROWSKA, Olga STAWARZ, Karol WOJTKOWSKI,
Anita KIEŁBASIŃSKA, Marcin KOZDÓJ

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej
Zakład Dozymetrii
ul. Konwaliowa 7; 03-194 Warszawa
tel. 22 811 00 11 wew. 123; fax 22 814 01 64
e-mail: isajenko@clor.waw.pl

STRESZCZENIE

W niniejszym sprawozdaniu zamieszczono wyniki obliczonej – na podstawie zmierzonych stężeń – depozycji (stężenia powierzchniowego) cezu ^{137}Cs oraz wyniki pomiarów stężeń radionuklidów naturalnych: radu ^{226}Ra , aktynu ^{228}Ac i potasu ^{40}K w 144 próbkach pobranych z powierzchniowej warstwy gleby ((0-10) cm) oraz w 5 próbkach pobranych z warstwy (0-25) cm. Łącznie przedstawiono wyniki dla 149 próbek pobranych jesienią 2022 roku z siedmiu województw na terenie Polski: dolnośląskiego, lubelskiego, małopolskiego, mazowieckiego, opolskiego, śląskiego i świętokrzyskiego.

Próbki gleby zostały zmierzone metodą wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania gamma z wykorzystaniem germanowych detektorów półprzewodnikowych HPGe.

Wartości średnie dla wymienionych powyżej siedmiu województw oraz zakresy stężeń poszczególnych radionuklidów wynoszą odpowiednio:

- dla ^{137}Cs – średnia: 1,96 kBq/m², zakres: 0,20 ÷ 16,63 kBq/m²,
- dla ^{226}Ra – średnia: 31,0 Bq/kg, zakres: 6,4 ÷ 154,7 Bq/kg,
- dla ^{228}Ac – średnia: 30,5 Bq/kg, zakres: 6,0 ÷ 129,2 Bq/kg,
- dla ^{40}K – średnia: 497 Bq/kg, zakres: 138 ÷ 1046 Bq/kg.

Wyniki pomiarów i obliczeń zostały zaprezentowane w postaci tabel, histogramów, wykresów i map radiologicznych Polski.

ABSTRACT

This report contains results of the deposition, which was calculated by means of cesium ^{137}Cs concentration measurements and also the results of measurements of natural radionuclides concentration (radium ^{226}Ra , actinium ^{228}Ac and potassium ^{40}K) in 144 soil samples taken from surface layer of 10 cm depth and in 5 soil samples from 25 cm layer. In total there are presented the results for 149 soil samples collected in autumn 2022 from seven voivodeships

in Poland: Dolnośląskie, Lubelskie, Małopolskie, Mazowieckie, Opolskie, Śląskie and Świętokrzyskie.

The soil samples were measured by means of the high resolution gamma spectrometry with high purity germanium detectors (HPGe).

The mean values for the seven voivodeships mentioned above and ranges of concentration of the radionuclides are the following:

- for ^{137}Cs – the mean: 1,96 kBq/m², the range: 0,20 ÷ 16,63 kBq/m²,
- for ^{226}Ra – the mean: 31,0 Bq/kg, the range 6,4 ÷ 154,7 Bq/kg,
- for ^{228}Ac – the mean: 30,5 Bq/kg, the range 6,0 ÷ 129,2 Bq/kg,
- for ^{40}K – the mean: 497 Bq/kg, the range 138 ÷ 1046 Bq/kg.

The results of measurements and calculations are presented in tables, histograms, diagrams and radiological maps of Poland.

1. WSTĘP

Praca pt. *Monitoring promieniowania jonizującego realizowany w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska w latach 2022-2024, Zadanie 3: Monitoring stężenia cezu-137 w glebie*, prowadzona zgodnie z Umową Nr GIOŚ/ZP/304/2022/DMS/NFOŚ zawartą z Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska w dniu 08.11.2022 roku, była finansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Praca ma na celu określenie aktualnego rozkładu terytorialnego depozycji cezu ^{137}Cs [kBq/m^2] dla powierzchniowej warstwy gleby oraz stężeń [Bq/kg] radionuklidów naturalnych w glebie dla siedmiu województw naszego kraju: dolnośląskiego, lubelskiego, małopolskiego, mazowieckiego, opolskiego, śląskiego i świętokrzyskiego. Są to województwa, które w poprzedniej pracy (pobór w 2020 roku) charakteryzowały się najwyższymi średnimi stężeniami mierzonych radionuklidów.

Potrzebę monitoringu promieniowania jonizującego w środowisku, w tym monitoringu skażeń promieniotwórczych gleby, określają regulacje prawne obowiązujące w Europie i Polsce, takie jak:

- Traktat Euratomu, Art. 35;
- Ustawa Prawo Atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. (tekst jednolity: Dz. U. 2023, poz. 1173);
- Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (tekst jednolity: Dz. U. 2023, poz. 824);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2002 r. w sprawie stacji wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych i placówek prowadzących pomiary skażeń promieniotwórczych (Dz. U. 2002 nr 239, poz. 2030).

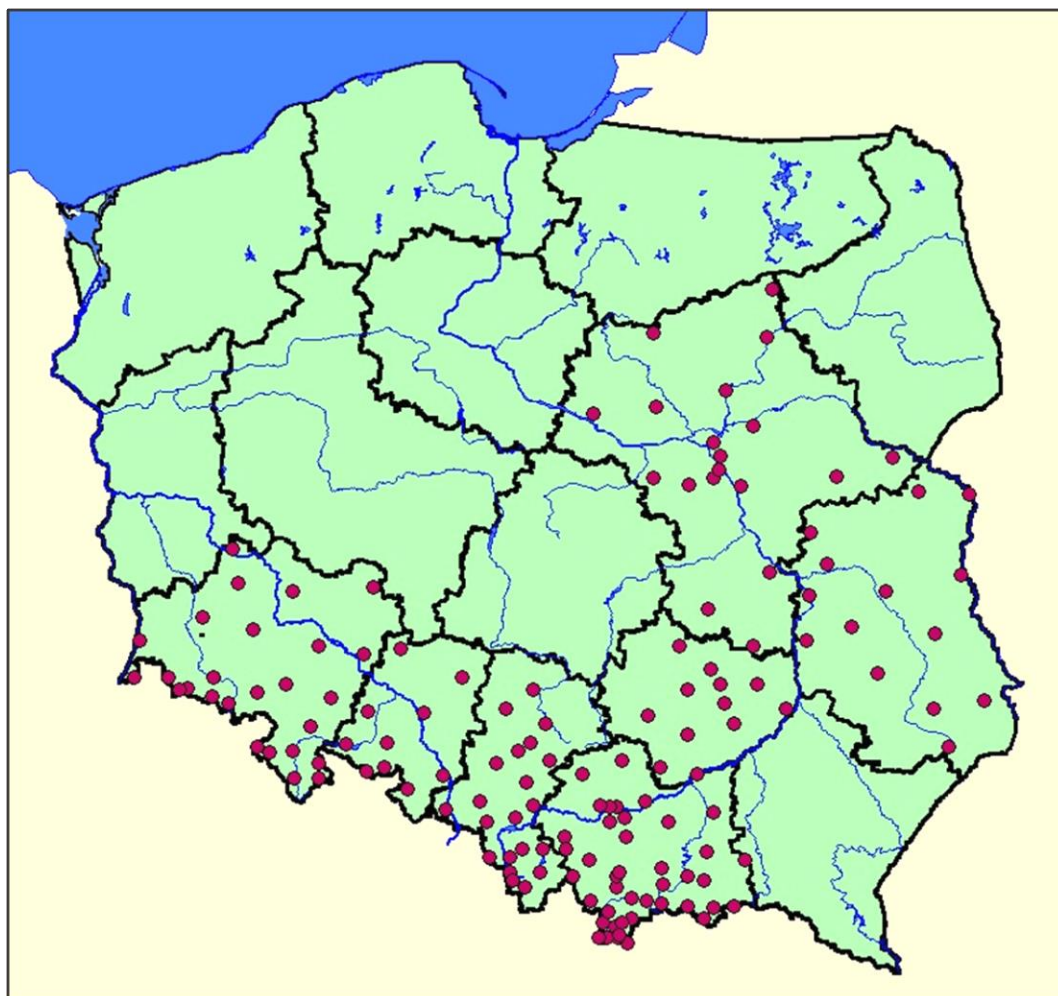
Rozporządzenie to podaje, iż do zadań placówek specjalistycznych należy prowadzenie pomiarów zawartości izotopów promieniotwórczych w próbkach środowiskowych m.in. gleby, w tym cezu o aktywnościach powyżej $1 \text{ kBq}/\text{m}^2$.

Badania prowadzone w ramach niniejszej pracy obejmują oznaczanie stężeń ^{137}Cs oraz radionuklidów naturalnych w powierzchniowej warstwie gleby w naszym kraju w próbkach pobieranych do badań laboratoryjnych w cyklu dwuletnim. W tej pracy zostały pobrane próbki gleby tylko z siedmiu województw.

Punkty poboru próbek gleby (144 punkty) rozmieszczone na terenie siedmiu województw (dolnośląskiego, lubelskiego, małopolskiego, mazowieckiego, opolskiego, śląskiego i świętokrzyskiego) zlokalizowane są w ogródkach meteorologicznych stacji i posterunków

Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB).

W listopadzie 2022 roku pobrano w tych punktach 144 próbki gleby z warstwy o grubości 10 cm oraz 5 próbek, w wybranych punktach, z warstwy 25 cm. Łącznie pobrano 149 próbek gleby. Rozmieszczenie punktów poboru próbek gleby na terenie Polski przedstawiono na mapie znajdującej się na Rys. 1.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów poboru próbek gleby na terenie Polski (listopad 2022).

Niniejsze opracowanie, zgodnie z „Opisem przedmiotu zamówienia”, stanowiącym Załącznik nr 1 do Umowy Nr GIOŚ/ZP/304/2022/DMS/NFOŚ oraz „Harmonogramem rzeczowo – finansowym”, stanowiącym Załącznik nr 2 do tejże Umowy, będące realizacją trzeciego etapu pracy stanowi sprawozdanie końcowe (roczne), sporządzone na podstawie wyników uzyskanych dla serii pomiarów 149 próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku w 144 punktach zlokalizowanych w siedmiu województwach. Termin zakończenia trzeciego etapu pracy to 15 marca 2024 roku.

2. METODA POBORU PRÓBEK GLEBY I PRZYGOTOWANIE PRÓBEK DO POMIARU

Celem poboru próbek gleby było dostarczenie reprezentatywnego materiału do badań stężeń radionuklidów w powierzchniowej warstwie gleby na terenie siedmiu województw naszego kraju: dolnośląskiego, lubelskiego, małopolskiego, mazowieckiego, opolskiego, śląskiego i świętokrzyskiego. Próbki były pobierane w ogródkach meteorologicznych stacji i posterunków IMGW-PIB w sąsiedztwie klatek meteorologicznych.

Próbki gleby pobierane są w miejscach, gdzie mikrośrodowisko nie jest zniekształcane lub zmieniane np. przez oranie lub nawożenie, co umożliwia ocenę nawet niewielkich zmian poziomu skażeń.

Zalety takiej lokalizacji punktów to:

- stałość punktów poboru, co daje możliwość powtórzenia badań dla tych samych miejsc i uchwycenia nawet niewielkich zmian poziomu skażeń;
- stała obsługa, co w przypadku awarii czy wypadku radiacyjnego umożliwia szybkie i sprawne pobranie próbek do badań;
- pobieranie próbek z terenu, gdzie gleba nie była i nie będzie w przyszłości przemieszana (np. orana lub przekopywana) i nawożona, co umożliwia dostarczenie reprezentatywnego materiału do określania stężeń izotopów promieniotwórczych w powierzchniowej warstwie gleby;
- w razie potrzeby możliwość uzyskiwania danych meteorologicznych pozwalających na prowadzenie analiz rozkładów przestrzennych skażeń na danym terenie.

Łącznie pobrano 149 próbek: 144 próbki z warstwy gleby o grubości 10 cm oraz 5 próbek z warstwy o grubości 25 cm.

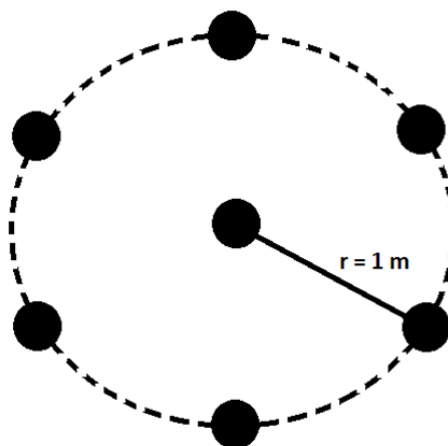
Wykaz wszystkich 149 próbek gleby pobranych w 144 punktach poboru – w podziale na województwa – wraz z nazwami powiatów i gmin, w których się znajdują, odpowiadających im współrzędnych w układzie PUWG 1992 (Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 1992) oraz wysokością nad poziomem morza, znajduje się w Załączniku 1. do niniejszego sprawozdania. Informacje przedstawiono w formie tabelarycznej.

W Tabeli 1. zestawiona została ilość próbek gleby pobranych w poszczególnych województwach w listopadzie 2022 roku.

Tabela 1. Ilość próbek gleby pobranych w poszczególnych województwach (listopad 2022).

L.p.	Województwo	Ilość pobranych próbek
1.	dolnośląskie	27
2.	lubelskie	15
3.	małopolskie	43
4.	mazowieckie	20
5.	opolskie	10
6.	śląskie	22
7.	świętokrzyskie	12
RAZEM - POLSKA:		149

Każda próbka składa się z 7 porcji gleby pobranych z 6 miejsc rozmieszczonych na obwodzie koła o promieniu 1 m i jednej porcji gleby ze środka tego koła, co zapewnia reprezentatywny materiał do analizy (schemat przedstawiono na Rys. 2.). Porcje gleby są pobierane przy użyciu specjalnego stalowego wykrojnika w kształcie walca o średnicy 6,9 cm z zaokrągloną końcówką. Na obwodzie walca zaznaczony jest poziom, do którego należy wbić wykrojnik w glebę, aby zapewnić pobór warstwy o grubości 10 cm (lub 25 cm).



Rys. 2. Schemat poboru pojedynczej próbki gleby.

Porcje gleby po pobraniu przeniesione zostają do plastikowego worka (wspólnego dla siedmiu porcji pobieranych z jednego punktu poboru). Następnie worek zostaje oznakowany i dodatkowo umieszczony w ochronnym worku z płótna. Tak przygotowana próbka zostaje dostarczona do laboratorium w CLOR.

Próbki gleby zostały pobrane i dostarczone do CLOR przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej zgodnie z umową podpisaną pomiędzy CLOR i IMGW-PIB.

Próbki gleby zostały pobrane w okresie od 15 do 28 listopada 2022 roku.

Ponieważ osoby pobierające próbki gleby były w poprzednich latach systematycznie szkolone w tym temacie (w bieżącej serii pomiarowej próbki pobierały te same osoby co poprzednio), więc nie było konieczności przeprowadzania takiego szkolenia. W razie potrzeby pracownicy CLOR byli w każdej chwili gotowi na przeprowadzenie szkolenia lub udzielenie wskazówek telefonicznie, bądź też za pomocą poczty elektronicznej.

Tabela 2. *Daty poboru próbek gleby w listopadzie 2022 roku w poszczególnych punktach - w podziale na województwa.*

L.p.	Województwo – ilość próbek, numery próbek	Data poboru
1.	dolnośląskie – 27 próbek	
	243, 259, 270, 272	17.11.2022
	232, 247, 253	18.11.2022
	187, 246, 248, 249, 254, 255, 271	21.11.2022
	242, 244, 245, 263, 364	22.11.2022
	230, 230.1, 233, 239, 268, 231, 241, 266	23.11.2022
2.	lubelskie – 15 próbek	
	303, 317	18.11.2022
	320, 325, 326, 330	21.11.2022
	323, 324, 329, 331, 331.1	22.11.2022
319, 332, 336, 337	23.11.2022	
3.	małopolskie – 43 próbki	
	86	15.11.2022
	18, 31, 43, 46, 53, 54, 57, 59, 64, 66, 69, 75, 77, 84, 92, 365	16.11.2022
	3, 23, 24, 25, 41, 47, 51, 63, 67, 80, 83	17.11.2022
	34, 40, 44, 50, 56, 90	18.11.2022
	49	20.11.2022
	42, 58, 60, 74, 179	21.11.2022
	99	23.11.2022
7, 14	24.11.2022	
4.	mazowieckie – 20 próbek	
	298, 300, 301, 310, 316	17.11.2022
	299, 299.1, 302, 306, 307, 308, 309	18.11.2022
	109, 117, 121, 370	23.11.2022
328, 339, 351, 352	24.11.2022	
5.	opolskie – 10 próbek	
	172, 235, 236, 240, 267	22.11.2022
156, 163, 165, 184, 229	24.11.2022	

Tabela 2. - c. d.

L.p.	Województwo – ilość próbek, numery próbek	Data Poboru
śląskie – 22 próbki		
6.	6, 19, 159, 162, 180	16.11.2022
	161, 173, 174, 181	18.11.2022
	157, 158, 175	21.11.2022
	160, 164, 367	22.11.2022
	182, 182.1	23.11.2022
	88	24.11.2022
	168, 170, 177, 178	28.11.2022
świętokrzyskie – 12 próbek		
7.	89, 105, 105.1, 368	17.11.2022
	72, 96, 98, 104	18.11.2022
	346, 347, 348, 349	23.11.2022

Po przewiezieniu próbek do CLOR zostały one sprawdzone pod względem ilości i zgodności z wykazem punktów poboru. Następnie rozpakowano je, przesypano na blaszki i opisano. Próbkę wstępnie suszono w temperaturze pokojowej, a następnie przez minimum 16 godzin w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 105°C. Po wystudzeniu każda próbka była dokładnie rozdrabniana i mieszana w celu uzyskania jednorodnej próbki. Laboratorium dysponuje kruszarką do gleby, co znacznie usprawnia przygotowanie próbek do pomiarów i zapewnia lepszą ich granulację.

Po rozdrobieniu i wymieszaniu gleba była przesiewana przez certyfikowane sito o wielkości oczek 2 mm do plastikowych pojemników pomiarowych typu Marinelli o objętości 500 cm³. Objętość próbki przeznaczonej do pomiaru wynosiła 450 cm³. Ostatnim etapem przygotowania próbek do pomiaru było zamknięcie pojemnika i opisanie go w następujący sposób: GIOŚ, gleba 2022, numer i nazwa punktu poboru, data poboru próbki, masa całkowita i masa próbki.

3. METODYKA WYKONANIA POMIARÓW SPEKTROMETRYCZNYCH. ZAPEWNIENIE JAKOŚCI WYNIKÓW POMIARÓW. PREZENTACJA WYNIKÓW.

W celu oznaczenia stężeń radionuklidów w próbkach gleby Laboratorium stosuje metodę spektrometryczną zalecaną przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej w Wiedniu i opisaną w Guidebook IAEA, Technical Reports Series No 295 pt. *Measurement of Radionuclides in Food and the Environment*. Jest to metoda polegająca na zastosowaniu

wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania gamma. Czas pomiaru każdej próbki wynosi 80000 s. Do pomiaru stężeń radionuklidów w próbkach gleby stosowane są spektrometry promieniowania gamma firmy Canberra.

Zestawy te składają się z:

- detektora półprzewodnikowego HPGe typu XTRa (model GX-4018) o wydajności 40% oraz analizatora Model DSA-2000;
- detektora półprzewodnikowego HPGe typu REGe (model GR-4520) o wydajności 50% oraz analizatora Model DSA-1000.

Obydwa tory spektrometryczne współpracują z oprogramowaniem GENIE-2000, umożliwiającym identyfikację radionuklidów oraz ich analizę ilościową. Spektrometry zapewniają analizę widma promieniowania gamma w zakresie energii fotonów od kilkunastu do 1800 keV.

Zdolność rozdzielcza spektrometrów, z uwagi na złożony charakter badanych widm promieniowania gamma, jest nie gorsza niż 1,8 keV dla ^{60}C ($E_\gamma = 1,33 \text{ MeV}$). Ponieważ natężenie promieniowania gamma ziemskiego tła może w wielu wypadkach przekraczać natężenie promieniowania pochodzącego z badanej próbki, koniecznym jest umieszczanie detektorów w niskotłowych domkach osłonnych, zapewniających zmniejszenie przynajmniej o dwa rzędy wielkości zewnętrznego tła promieniowania, szczególnie w zakresie typowych energii linii promieniowania gamma radionuklidów pochodzenia sztucznego (do ok. 1,4 MeV). Spełnienie tego warunku dla zastosowanych detektorów zapewniają domki osłonne o ściankach złożonych z trzech warstw, kolejno: zewnętrznej 100 mm Pb, następnej 1 mm Cd i wewnętrznej 2 mm Cu. Domki takie pochłaniają również rentgenowskie promieniowanie charakterystyczne wzbudzone w jego materiale oraz miękką składową promieniowania kosmicznego.

Do kalibracji spektrometru używane są źródła referencyjne o następujących parametrach:

- geometria źródła: naczynie Marinelli o objętości 0,5 dm³;
- gęstość – 1,1 g/cm³ lub 1,5 g/cm³ (w zależności od gęstości próbki);
- mieszanina radionuklidów promieniotwórczych: Am-241, Cd-109, Co-57, Cr-51, Sn-113, Sr-85, Cs-137, Mn-54, Zn-65, Co-60, Y-88.

Niepewność określenia poszczególnych radionuklidów we wzorcu wynosi 3 – 3,5 %. Producentem roztworów wzorcowych użytych do produkcji źródła referencyjnego jest Narodowe Centrum Badań Jądrowych – Ośrodek Radioizotopów POLATOM w Świerku.

Gęstość matrycy źródła jest w przybliżeniu równa gęstości próbki gleby (w zależności od gęstości mierzonej próbki dobierano odpowiednie źródło referencyjne). Objętość jest identyczna z objętością mierzonych próbek gleby. Całkowity błąd określenia stężenia poszczególnych radionuklidów w mierzonej próbce nie przekracza 20%.

Pomieszczenie, w którym wykonywane są pomiary spektrometryczne próbek gleby, jest częścią laboratorium pomiarów niskotłowych, znajdującego się w specjalnym budynku, tzw. „bunkrze”. W pomieszczeniu mierzona jest temperatura i wilgotność powietrza. W przypadku, gdy wilgotność powietrza przekracza 80%, co niekiedy zdarza się w okresie letnim, wyłącza się wysokie napięcie na detektorach HPGe. Aparatura zasilana jest przez automatyczne podtrzymywacze napięcia sieciowego UPS. Zapewniają one 20-minutowe utrzymanie napięcia zasilania w przypadku wyłączenia sieci miejskiej.

Opisaną metodę spektrometrii promieniowania gamma stosuje się do pomiarów radionuklidów naturalnych oraz pochodzenia sztucznego obecnych w powierzchniowej warstwie gleby.

Progi wykrywalności dla mierzonych radionuklidów wynoszą:

- 0,15 Bq/kg (0,02 kBq/m²) dla ¹³⁷Cs,
- 2,5 Bq/kg dla ⁴⁰K,
- 2,0 Bq/kg dla ²²⁶Ra,
- 0,5 Bq/kg dla ²²⁸Ac.

Opisana metoda pomiarów spektrometrycznych, zapewniająca wymaganą jakość otrzymanych wyników jest częścią metodyki pt. „Metodyka poboru, pomiarów oraz prezentacji wyników określania stężeń radionuklidów gamma promieniotwórczych w powierzchniowej warstwie gleby dla potrzeb radiologicznego monitoringu środowiska w Polsce (zgodna z wymaganiami Dyrektywy INSPIRE)” (Krzysztof Isajenko, Barbara Piotrowska, Magdalena Kuczbajska i Adam Ząbek), zatwierdzonej w maju 2014 roku przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki.

Próbki gleby były mierzone metodą spektrometrii promieniowania gamma w okresie od 9 grudnia 2022 r. do 17 lipca 2023 r.

W mierzonych próbkach określono stężenia (w Bq/kg) cezu ¹³⁷Cs oraz radionuklidów naturalnych: radu ²²⁶Ra, aktynu ²²⁸Ac i potasu ⁴⁰K.

W celu uzyskania wartości depozycji (*Dep* - stężenia powierzchniowego w kBq/m²) dla cezu ¹³⁷Cs, skorzystano z poniższego wzoru:

$$Dep \left[\frac{kBq}{m^2} \right] = \frac{S \left[\frac{Bq}{kg} \right]}{1000} \times \frac{M [kg]}{7 \times P [m^2]} = \frac{S \times M}{1750 \times \pi \times D^2} \left[\frac{kBq}{m^2} \right]$$

gdzie: *S* [Bq/kg] oznacza stężenie promieniotwórcze cezu ¹³⁷Cs, *M* [kg] to całkowita masa pobranej próbki, a $P = \frac{\pi \times D^2}{4}$ [m²] jest polem powierzchni, z której pobierana jest gleba za pomocą wykrojnika o średnicy *D*.

Wyniki pomiarów przedstawione w niniejszym sprawozdaniu zaprezentowano w formie tabel – z danymi dla poszczególnych punktów pomiarowych oraz województw – jak również w postaci histogramów, wykresów i map, utworzonych z wykorzystaniem oprogramowania typu GIS MapInfo PL oraz ArcGIS, umożliwiającego pracę z mapami numerycznymi. Oprogramowanie MapInfo pozwala na wizualizację danych pomiarowych na przykład na tle granic województw.

Mapa obrazująca wartości stężenia powierzchniowego cezu ¹³⁷Cs w glebie w poszczególnych punktach poboru została wykonana metodą kartodiagramu kołowego, z zastosowaniem różnych powierzchni kół w zależności od wartości depozycji tego radionuklidu w danym punkcie poboru gleby. Ponadto w opracowaniu znajdują się mapy przedstawiające wartości średnie depozycji ¹³⁷Cs i wartości średnie stężeń radionuklidów naturalnych ⁴⁰K, ²²⁶Ra i ²²⁸Ac w siedmiu województwach, dla których zmierzono pobrane próbki gleby. Otrzymane z obliczeń wartości średnie wojewódzkie stężeń ww. radionuklidów odzwierciedlone są na mapie poprzez zastosowanie skali kolorystycznej.

4. WYNIKI I ANALIZA OZNACZEŃ DEPOZYCJI CEZU ¹³⁷Cs DLA PRÓBEK GLEBY POBRANYCH JESIENIĄ 2022 ROKU

4.1 WYNIKI OZNACZENIA DEPOZYCJI CEZU ¹³⁷Cs

Wyniki oznaczenia depozycji cezu ¹³⁷Cs w [kBq/m²] – obliczone na podstawie zmierzonych stężeń tego radionuklidu ze wzoru podanego powyżej – dla próbek gleby pobranych z warstwy o grubości 10 cm i 25 cm w listopadzie 2022 roku zostały zestawione w Tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki oznaczeń depozycji ^{137}Cs w próbkach gleby pobranych w listopadzie 2022 roku.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Depozycja ^{137}Cs [kBq/m ²]
WOJEWÓDZTWO DOLNOŚLĄSKIE			
1.	187	Ceber	0,55
2.	230	Wrocław	1,07
3.	230.1	Wrocław (25 cm)	1,88
4.	231	Jelcz - Laskowice Ol.	1,16
5.	232	Kudowa Zdrój	1,41
6.	233	Szczawno Zdrój	0,61
7.	239	Pszemno	0,56
8.	241	Grabownica	0,96
9.	242	Świeradów Zdrój	2,04
10.	243	Lądek Zdrój	12,02
11.	244	Karpacz	1,22
12.	245	Szklarska Poręba	2,19
13.	246	Legnica	0,44
14.	247	Kłodzko	0,61
15.	248	Chwałkowice	0,76
16.	249	Zgorzelec	0,44
17.	253	Duszniki Zdrój	1,13
18.	254	Bogatynia	0,92
19.	255	Tomaszów Górny	0,73
20.	259	Bolesławów	8,46
21.	263	Jelenia Góra	1,19
22.	266	Dobrogoszcz	0,73
23.	268	Paprotki	1,00
24.	270	Długopole Zdrój	16,63
25.	271	Polkowice Dolne	0,84
26.	272	Tarnów Śląski	0,90
27.	364	Jakuszyce	2,09
WOJEWÓDZTWO LUBELSKIE			
28.	303	Cicibór	1,00
29.	317	Terespol	1,23
30.	319	Sobieszyn	0,20
31.	320	Zamość	0,48
32.	323	Bezek	3,55
33.	324	Włodawa	1,79

Tabela 3. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Depozycja ¹³⁷ Cs [kBq/m ²]
WOJEWÓDZTWO LUBELSKIE - c.d.			
34.	325	Tomaszów Lub.	0,47
35.	326	Wysokie	0,52
36.	329	Nowa Wieś	0,75
37.	330	Werbkowice	0,41
38.	331	Lublin - Radawiec	0,78
39.	331.1	Lublin - Radawiec (25 cm)	2,07
40.	332	Puławy	0,78
41.	336	Opole Lub.	0,49
42.	337	Jarczew	0,84
WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE			
43.	3	Biecz - Grudna	0,48
44.	7	Inwałd	5,57
45.	14	Leskowiec	6,74
46.	18	Maków Podhalański	1,79
47.	23	Jastrzębia	0,88
48.	24	Wysowa	0,85
49.	25	Ptaszkowa	1,16
50.	31	Krościenko	0,96
51.	34	Krynica	1,32
52.	40	Muszyna	1,00
53.	41	Igołomia	1,17
54.	42	Libertów	3,14
55.	43	Jabłonka	2,02
56.	44	Kraków - Obserwatorium	2,71
57.	46	Witów	1,99
58.	47	Morskie Oko	3,73
59.	49	Kasprowy Wierch	9,64
60.	50	Piwniczna	0,92
61.	51	Bukowina Tatrzańska	1,73
62.	53	Łącko	0,62
63.	54	Mizerna	1,39
64.	56	Nowy Sącz	0,85
65.	57	Limanowa	0,74
66.	58	Siercza	0,29
67.	59	Ratułów	0,71
68.	60	Kraków - Wola Justowska	1,58
69.	63	Borusowa	0,96
70.	64	Tarnów	0,99

Tabela 3. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Depozycja ¹³⁷ Cs [kBq/m ²]
WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE – c.d.			
71.	66	Łopuszna	1,09
72.	67	Zakopane	1,91
73.	69	Hala Ornak	4,50
74.	74	Kraków Balice	2,25
75.	75	Łazy	0,81
76.	77	Poronin	1,72
77.	80	Hala Gąsienicowa	3,38
78.	83	Obidowa	1,38
79.	84	Dobczyce	3,79
80.	86	Zawoja	3,11
81.	90	Miechów	0,87
82.	92	Rabka	1,66
83.	99	Luboń Wielki	2,00
84.	179	Olewin	0,92
85.	365	Polana Chochołowska	5,17
WOJEWÓDZTWO MAZOWIECKIE			
86.	109	Ostrołęka	0,51
87.	117	Myszyniec	1,01
88.	121	Pułtusk	1,06
89.	298	Warszawa - Okęcie	1,02
90.	299	Mława	0,98
91.	299.1	Mława (25 cm)	1,48
92.	300	Niegów	0,91
93.	301	Warszawa - Obs. Astr. UW	1,98
94.	302	Kawęczyn	0,43
95.	306	Poświętne	0,43
96.	307	Siedlce	2,47
97.	308	Platerów	1,25
98.	309	Płock - Trzepowo	0,45
99.	310	Legionowo	1,61
100.	316	Brwinów	7,09
101.	328	Świder	1,48
102.	339	Grabowiec	0,55
103.	351	Kozienice	4,95
104.	352	Łaziska	0,25
105.	370	Warszawa - CLOR	1,52

Tabela 3. c.d.

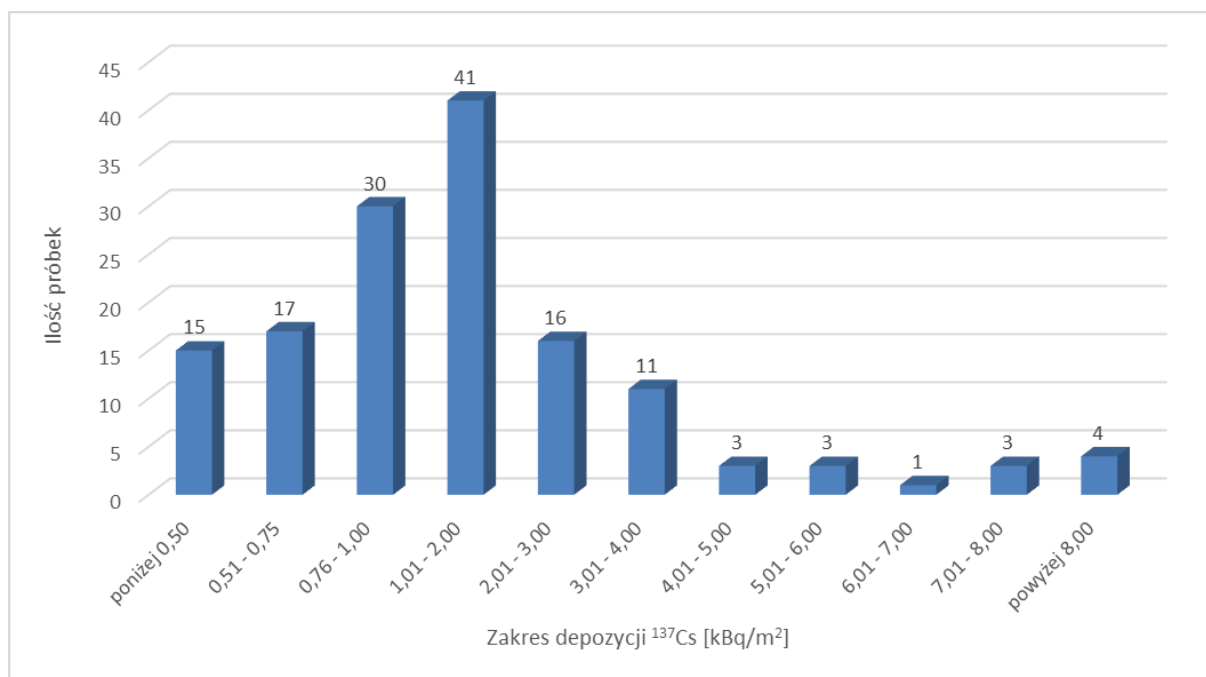
Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Depozycja ¹³⁷Cs [kBq/m²]
WOJEWÓDZTWO OPOLSKIE			
106.	156	Opole	7,39
107.	163	Sukowice - Zakrzów	2,59
108.	165	Głubczyce	1,03
109.	172	Stare Olesno	3,81
110.	184	Prudnik	2,25
111.	229	Namysłów	0,33
112.	235	Korfantów	2,72
113.	236	Grodków	2,73
114.	240	Głuchołazy	5,38
115.	267	Otmuchów	7,61
WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE			
116.	6	Laliki	1,10
117.	19	Nowy Dwór	2,10
118.	88	Międzybrodzie Bialskie	4,95
119.	157	Ząbkowice	3,47
120.	158	Częstochowa	0,98
121.	159	Bieruń Stary	1,19
122.	160	Katowice Pyrzowice LBM	0,57
123.	161	Czekanów	0,80
124.	162	Wisła	3,01
125.	164	Świerklaniec	0,54
126.	168	Bielsko Biała	1,63
127.	170	Brenna	1,26
128.	173	Jastrzębie	2,86
129.	174	Racibórz	3,00
130.	175	Lgota Górna	0,96
131.	177	Pszczyna	1,26
132.	178	Cieszyn	1,18
133.	180	Istebna Kubalonka	3,59
134.	181	Rybnik	1,76
135.	182	Katowice	3,36
136.	182.1	Katowice (25 cm)	6,40
137.	367	Droniowice	0,51

Tabela 3. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Depozycja ¹³⁷ Cs [kBq/m ²]
WOJEWÓDZTWO ŚWIĘTOKRZYSKIE			
138.	72	Sandomierz	2,33
139.	89	Szaniec	2,04
140.	96	Sadków	0,76
141.	98	Staszów	0,75
142.	104	Sielec	0,79
143.	105	Kielce - Suków	1,06
144.	105.1	Kielce - Suków (25 cm)	2,15
145.	346	Włochów	1,16
146.	347	Bodzentyń	0,39
147.	348	Święty Krzyż	0,89
148.	349	Bogusławice	0,78
149.	368	Kliszów	1,45

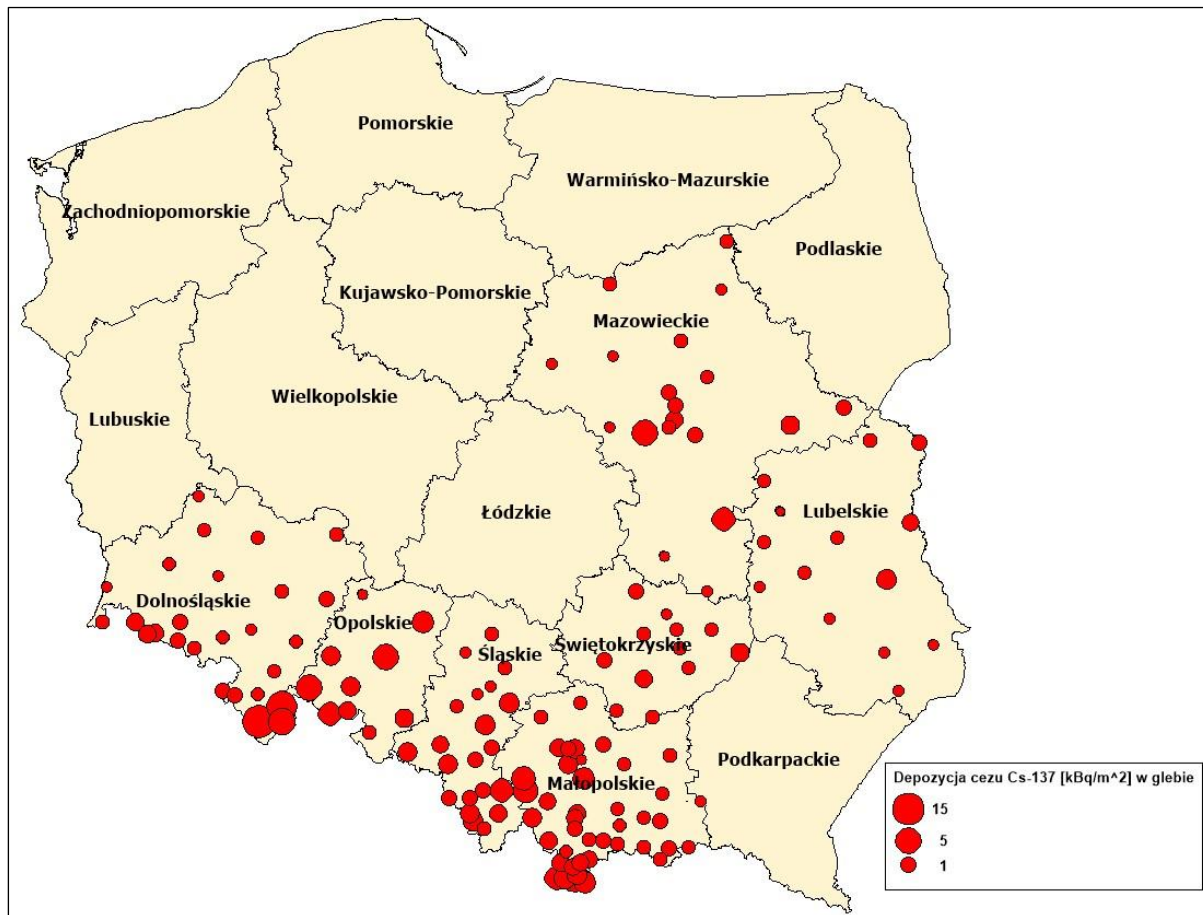
4.2 ANALIZA WYNIKÓW OZNACZEŃ DEPOZYCJI ¹³⁷Cs

Rozkład wartości depozycji cezu ¹³⁷Cs – to jest liczbę próbek pobranych z powierzchniowej warstwy gleby w zależności od wartości depozycji dla wszystkich prób – przedstawia histogram znajdujący się na Rys. 3.



Rys. 3. Histogram rozkładu depozycji ¹³⁷Cs w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Wartości depozycji cezu ^{137}Cs w kBq/m^2 w poszczególnych punktach poboru gleby dla warstwy powierzchniowej (0-10) cm przedstawiono graficznie na mapie radiologicznej wykonanej metodą kartodiagramu kołowego, która znajduje się na Rys. 4.



Rys. 4. Depozycja ^{137}Cs w poszczególnych punktach poboru gleby dla próbek pobranych z warstwy powierzchniowej jesienią 2022 roku.

W Tabeli 4. znajduje się zestawienie wartości depozycji cezu ^{137}Cs [kBq/m^2], uszeregowanych w kolejności od wartości maksymalnej do minimalnej, dla próbek pobranych z obszaru siedmiu województw jesienią 2022 roku (próbki z warstwy gleby 0-10 cm).

Tabela 4. Wartości depozycji ¹³⁷Cs uszeregowane od wartości maksymalnej do minimalnej - dla próbek gleby pobranych z warstwy powierzchniowej (0-10 cm) jesienią 2022 r.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Województwo	Depozycja ¹³⁷ Cs [kBq/m ²]
1.	270	Długopole Zdrój	dolnośląskie	16,63
2.	243	Lądek Zdrój	dolnośląskie	12,02
3.	49	Kasprowy Wierch	małopolskie	9,64
4.	259	Bolesławów	dolnośląskie	8,46
5.	267	Otmuchów	opolskie	7,61
6.	156	Opole	opolskie	7,39
7.	316	Brwinów	mazowieckie	7,09
8.	14	Leskowiec	małopolskie	6,74
9.	7	Inwałd	małopolskie	5,57
10.	240	Głuchołazy	opolskie	5,38
11.	365	Polana Chochołowska	małopolskie	5,17
12.	351	Kozienice	mazowieckie	4,95
13.	88	Międzybrodzie Bialskie	śląskie	4,95
14.	69	Hala Ornak	małopolskie	4,50
15.	172	Stare Olesno	opolskie	3,81
16.	84	Dobczyce	małopolskie	3,79
17.	47	Morskie Oko	małopolskie	3,73
18.	180	Istebna Kubalonka	śląskie	3,59
19.	323	Bezek	lubelskie	3,55
20.	157	Ząbkowice	śląskie	3,47
21.	80	Hala Gąsienicowa	małopolskie	3,38
22.	182	Katowice	śląskie	3,36
23.	42	Libertów	małopolskie	3,14
24.	86	Zawoja	małopolskie	3,11
25.	162	Wisła	śląskie	3,01
26.	174	Racibórz	śląskie	3,00
27.	173	Jastrzębie	śląskie	2,86
28.	236	Grodków	opolskie	2,73
29.	235	Korfantów	opolskie	2,72
30.	44	Kraków - Obserwatorium	małopolskie	2,71
31.	163	Sukowice - Zakrzów	opolskie	2,59
32.	307	Siedlce	mazowieckie	2,47
33.	72	Sandomierz	świętokrzyskie	2,33
34.	184	Prudnik	opolskie	2,25
35.	74	Kraków Balice	małopolskie	2,25
36.	245	Szklarska Poręba	dolnośląskie	2,19
37.	19	Nowy Dwór	śląskie	2,10

Tabela 4. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Województwo	Depozycja ¹³⁷Cs [kBq/m²]
38.	364	Jakuszyce	dolnośląskie	2,09
39.	89	Szaniec	świętokrzyskie	2,04
40.	242	Świeradów Zdrój	dolnośląskie	2,04
41.	43	Jabłonka	małopolskie	2,02
42.	99	Luboń Wielki	małopolskie	2,00
43.	46	Witów	małopolskie	1,99
44.	301	Warszawa - Obs. Astr. UW	mazowieckie	1,98
45.	67	Zakopane	małopolskie	1,91
46.	18	Maków Podhalański	małopolskie	1,79
47.	324	Włodawa	lubelskie	1,79
48.	181	Rybnik	śląskie	1,76
49.	51	Bukowina Tatrzańska	małopolskie	1,73
50.	77	Poronin	małopolskie	1,72
51.	92	Rabka	małopolskie	1,66
52.	168	Bielsko Biała	śląskie	1,63
53.	310	Legionowo	mazowieckie	1,61
54.	60	Kraków - Wola Justowska	małopolskie	1,58
55.	370	Warszawa - CLOR	mazowieckie	1,52
56.	328	Świder	mazowieckie	1,48
57.	368	Kliszów	świętokrzyskie	1,45
58.	232	Kudowa Zdrój	dolnośląskie	1,41
59.	54	Mizerna	małopolskie	1,39
60.	83	Obidowa	małopolskie	1,38
61.	34	Krynica	małopolskie	1,32
62.	177	Pszczyna	śląskie	1,26
63.	170	Brenna	śląskie	1,26
64.	308	Platerów	mazowieckie	1,25
65.	317	Terespol	lubelskie	1,23
66.	244	Karpacz	dolnośląskie	1,22
67.	263	Jelenia Góra	dolnośląskie	1,19
68.	159	Bieruń Stary	śląskie	1,19
69.	178	Cieszyn	śląskie	1,18
70.	41	Igołomia	małopolskie	1,17
71.	25	Ptaszkowa	małopolskie	1,16
72.	346	Włochów	świętokrzyskie	1,16
73.	231	Jelcz - Laskowice Ol.	dolnośląskie	1,16
74.	253	Duszniki Zdrój	dolnośląskie	1,13
75.	6	Laliki	śląskie	1,10

Tabela 4. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Województwo	Depozycja ¹³⁷Cs [kBq/m²]
76.	66	Łopuszna	małopolskie	1,09
77.	230	Wrocław	dolnośląskie	1,07
78.	105	Kielce - Suków	świętokrzyskie	1,06
79.	121	Pułtusk	mazowieckie	1,06
80.	165	Głubczyce	opolskie	1,03
81.	298	Warszawa - Okęcie	mazowieckie	1,02
82.	117	Myszyniec	mazowieckie	1,01
83.	303	Cicibór	lubelskie	1,00
84.	268	Paprotki	dolnośląskie	1,00
85.	40	Muszyna	małopolskie	1,00
86.	64	Tarnów	małopolskie	0,99
87.	158	Częstochowa	śląskie	0,98
88.	299	Mława	mazowieckie	0,98
89.	63	Borusowa	małopolskie	0,96
90.	31	Krościenko	małopolskie	0,96
91.	175	Lgota Górna	śląskie	0,96
92.	241	Grabownica	dolnośląskie	0,96
93.	50	Piwniczna	małopolskie	0,92
94.	179	Olewin	małopolskie	0,92
95.	254	Bogatynia	dolnośląskie	0,92
96.	300	Niegów	mazowieckie	0,91
97.	272	Tarnów Śląski	dolnośląskie	0,90
98.	348	Święty Krzyż	świętokrzyskie	0,89
99.	23	Jastrzębia	małopolskie	0,88
100.	90	Miechów	małopolskie	0,87
101.	24	Wysowa	małopolskie	0,85
102.	56	Nowy Sącz	małopolskie	0,85
103.	337	Jarczew	lubelskie	0,84
104.	271	Polkowice Dolne	dolnośląskie	0,84
105.	75	Łazy	małopolskie	0,81
106.	161	Czekanów	śląskie	0,80
107.	104	Sielec	świętokrzyskie	0,79
108.	349	Bogusławice	świętokrzyskie	0,78
109.	332	Puławy	lubelskie	0,78
110.	331	Lublin - Radawiec	lubelskie	0,78
111.	96	Sadków	świętokrzyskie	0,76
112.	248	Chwałkowice	dolnośląskie	0,76
113.	98	Staszów	świętokrzyskie	0,75

Tabela 4. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Województwo	Depozycja ¹³⁷ Cs [kBq/m ²]
114.	329	Nowa Wieś	lubelskie	0,75
115.	57	Limanowa	małopolskie	0,74
116.	266	Dobrogoszcz	dolnośląskie	0,73
117.	255	Tomaszów Górny	dolnośląskie	0,73
118.	59	Ratułów	małopolskie	0,71
119.	53	Łącko	małopolskie	0,62
120.	247	Kłodzko	dolnośląskie	0,61
121.	233	Szczawno Zdrój	dolnośląskie	0,61
122.	160	Katowice Pyrzowice LBM	śląskie	0,57
123.	239	Pszemno	dolnośląskie	0,56
124.	187	Ceber	dolnośląskie	0,55
125.	339	Grabowiec	mazowieckie	0,55
126.	164	Świerklaniec	śląskie	0,54
127.	326	Wysokie	lubelskie	0,52
128.	109	Ostrołęka	mazowieckie	0,51
129.	367	Droniowice	śląskie	0,51
130.	336	Opole Lub.	lubelskie	0,49
131.	3	Biecz - Grudna	małopolskie	0,48
132.	320	Zamość	lubelskie	0,48
133.	325	Tomaszów Lub.	lubelskie	0,47
134.	309	Płock - Trzepowo	mazowieckie	0,45
135.	249	Zgorzelec	dolnośląskie	0,44
136.	246	Legnica	dolnośląskie	0,44
137.	302	Kawęczyn	mazowieckie	0,43
138.	306	Poświętne	mazowieckie	0,43
139.	330	Werbkowice	lubelskie	0,41
140.	347	Bodzentyn	świętokrzyskie	0,39
141.	229	Namysłów	opolskie	0,33
142.	58	Siercza	małopolskie	0,29
143.	352	Łaziska	mazowieckie	0,25
144.	319	Sobieszyn	lubelskie	0,20

Wartość stężenia powierzchniowego ¹³⁷Cs w glebie dla siedmiu województw w Polsce zawiera się w granicach od 0,20 kBq/m² do 16,63 kBq/m², przy wartości średniej **1,96 kBq/m²**.

Jak wynika z histogramu (Rys. 3.) depozycja ¹³⁷Cs dla ponad 40% badanych próbek, pobranych z warstwy (0-10) cm gleby nie przekracza wartości 1 kBq/m².

Maksymalne wartości depozycji cezu ^{137}Cs w glebie otrzymano dla próbek pobranych w następujących miejscowościach:

- Długopole Zdrój (woj. dolnośląskie) - 16,63 kBq/m²;
- Łądek Zdrój (woj. dolnośląskie) - 12,02 kBq/m²;
- Kasprowy Wierch (woj. małopolskie) - 9,64 kBq/m²;
- Bolesławów (woj. dolnośląskie) - 8,46 kBq/m².

Minimalne wartości depozycji cezu ^{137}Cs w glebie otrzymano dla miejscowości:

- Sobieszyn (woj. lubelskie) - 0,20 kBq/m²;
- Łaziska (woj. mazowieckie) - 0,25 kBq/m²;
- Siercza (woj. małopolskie) - 0,29 kBq/m²;
- Namysłów (woj. opolskie) - 0,33 kBq/m².

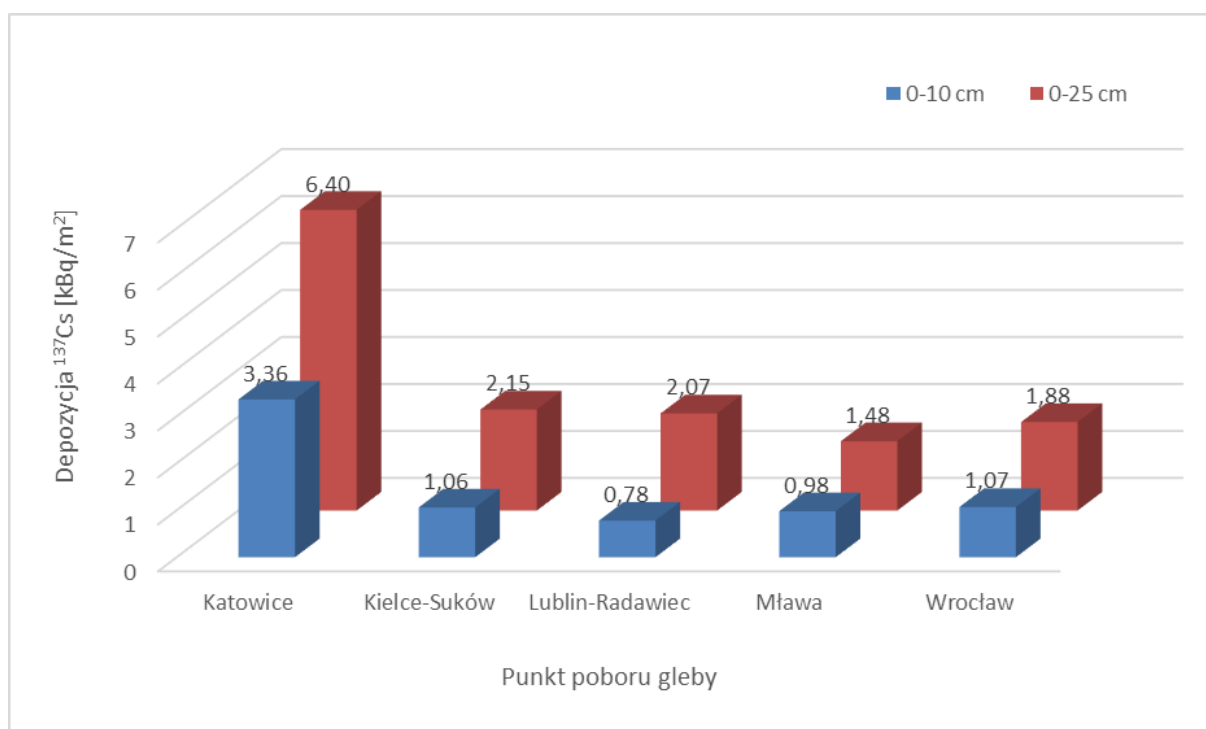
Z rozkładu geograficznego stężeń ^{137}Cs w glebie (Rys. 4.) wynika, że skażenia gleby tym radionuklidem są nierównomierne na badanym obszarze naszego kraju.

Badania prowadzone w latach ubiegłych potwierdzają, że charakter rozkładu powierzchniowych stężeń ^{137}Cs nie zmienia się. Nierównomierność skażeń powierzchni ziemi tym radionuklidem wynikała zarówno ze skomplikowanych dróg przenoszenia się mas skażonego na skutek awarii Elektrowni Jądrowej w Czarnobylu powietrza oraz występowania w końcu kwietnia i na początku maja 1986 roku lokalnych opadów deszczu na południu Polski. Awaria w Elektrowni Jądrowej Fukushima Daichii w Japonii w marcu 2011 roku nie spowodowała zmiany rozkładów powierzchniowych stężeń ^{137}Cs w Polsce.

Wyniki analizy depozycji ^{137}Cs w próbkach pobranych z warstwy gleby o grubości (0-25) cm i porównanie wartości tych depozycji z wynikami dla warstwy (0-10) cm dla pięciu punktów przedstawiono w Tabeli 5. Stosunek depozycji cezu odpowiadającej warstwie (0-10) cm do depozycji cezu odpowiadającej warstwie (0-25) cm dla wszystkich punktów, w których pobierano oba rodzaje próbek zawiera się w granicach: 0,38 – 0,66. Wynika stąd, że poczarnobylski ^{137}Cs w wielu punktach w znacznym stopniu wniknął (migrował) w głębsze warstwy gleby. Wyniki oznaczeń stężeń powierzchniowych ^{137}Cs pokazane w Tabeli 5. przedstawiono również graficznie na Rys. 5.

Tabela 5. Stosunek depozycji ^{137}Cs obliczonej na podstawie stężeń w warstwie gleby (0-10) cm do depozycji obliczonej na podstawie stężeń dla warstwy gleby (0-25) cm (próbki pobrane jesienią 2022 roku).

Lp.	Miejscowość	Depozycja ^{137}Cs [kBq/m ²]		Dep ^{137}Cs (0-10) cm : Dep ^{137}Cs (0-25) cm
		dla warstwy (0-10) cm	dla warstwy (0-25) cm	
1.	Katowice	3,36	6,40	0,53
2.	Kielce - Suków	1,06	2,15	0,49
3.	Lublin - Radawiec	0,78	2,07	0,38
4.	Mława	0,98	1,48	0,66
5.	Wrocław	1,07	1,88	0,57



Rys. 5. Depozycja ^{137}Cs dla warstw gleby (0-10) cm oraz (0-25) cm (pobór próbek na jesieni 2022 roku).

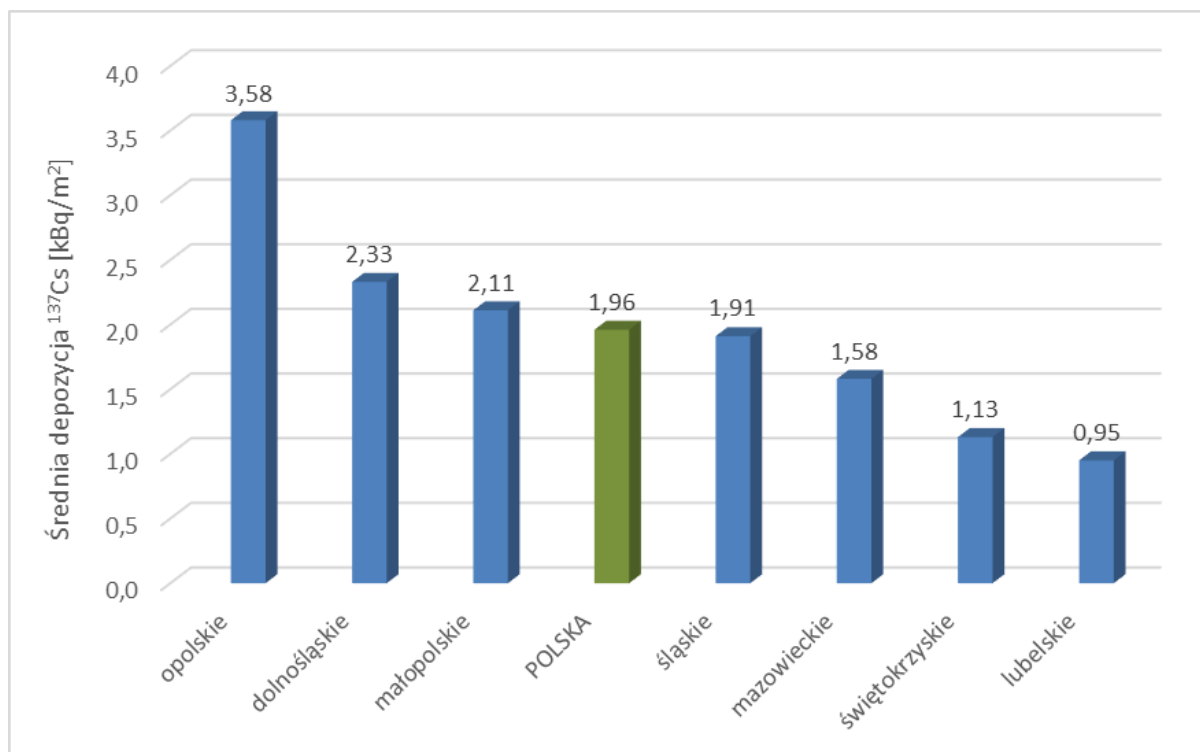
W Tabeli 6. zestawiono wartości średnie depozycji cezu ^{137}Cs wyrażone w kBq/m² obliczone dla siedmiu województw naszego kraju, wartość średnią depozycji obliczoną dla 144 punktów poboru gleby, zakresy wartości depozycji w każdym województwie oraz zakres depozycji łącznie dla 144 punktów poboru. Zastosowany opis „POLSKA” dotyczy 144 punktów w siedmiu województwach - dla poboru gleby z warstwy (0-10) cm.

Tabela 6. Średnie, minimalne i maksymalne wartości depozycji ¹³⁷Cs w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Lp.	Województwo	Depozycja ¹³⁷ Cs [kBq/m ²]		
		Wartość średnia	Minimum	Maksimum
1.	dolnośląskie	2,33 ± 0,77	0,44	16,63
2.	lubelskie	0,95 ± 0,23	0,20	3,55
3.	małopolskie	2,11 ± 0,29	0,29	9,64
4.	mazowieckie	1,58 ± 0,39	0,25	7,09
5.	opolskie	3,58 ± 0,78	0,33	7,61
6.	śląskie	1,91 ± 0,27	0,51	4,95
7.	świętokrzyskie	1,13 ± 0,18	0,39	2,33
POLSKA*		1,96 ± 0,19	0,20	16,63

* - dla 144 punktów, łącznie w 7 województwach

Średnie wojewódzkie stężenia powierzchniowe ¹³⁷Cs [kBq/m²] uszeregowane od wartości maksymalnej do minimalnej zobrazowano na wykresie znajdującym się na Rys. 6. Dla porównania dodano słupek odpowiadający średniemu stężeniu powierzchniowemu ¹³⁷Cs obliczonemu dla wszystkich 144 punktów poboru (opisany jako „POLSKA”).



Rys. 6. Średnia depozycja cesu ¹³⁷Cs w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (dla próbek pobranych jesienią 2022 roku).

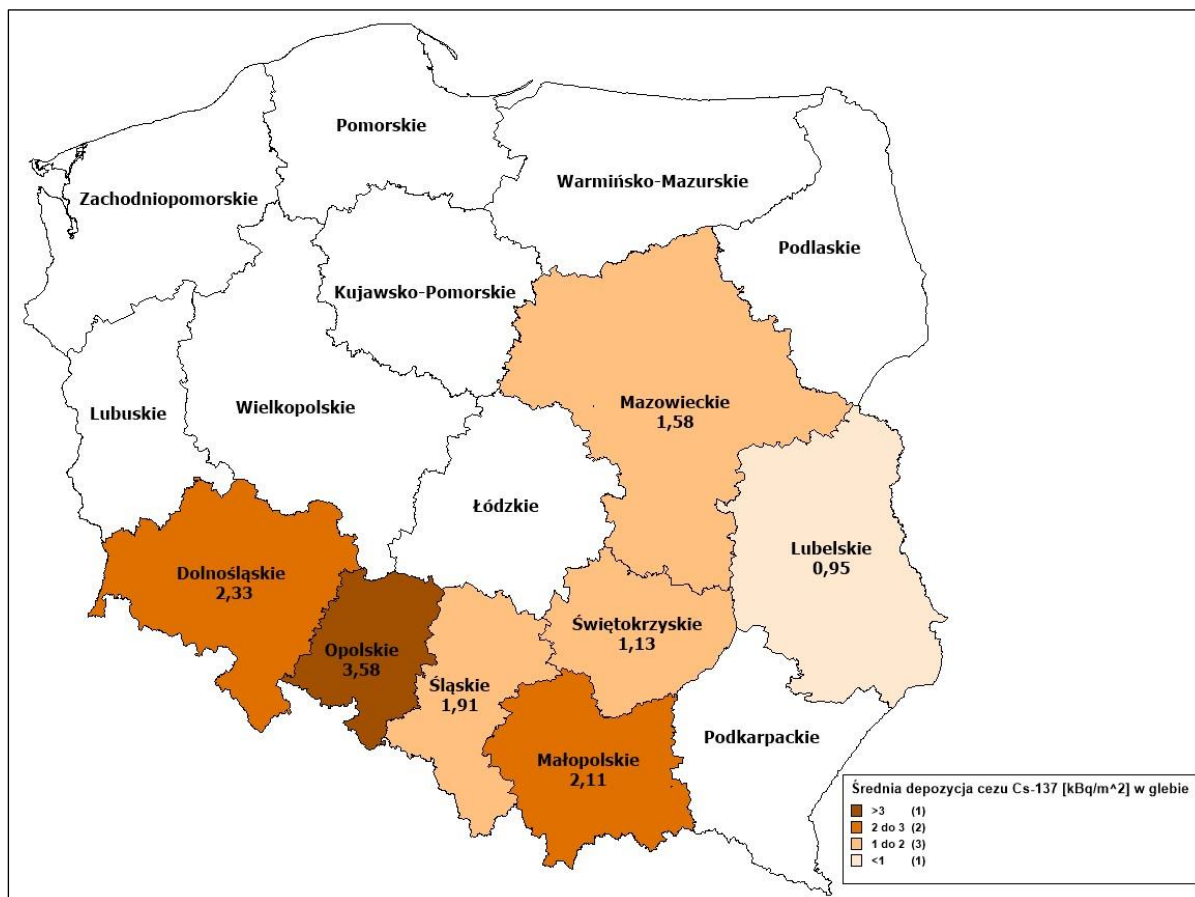
Jak można zaobserwować na wykresie znajdującym się na Rys. 6. średnie stężenia powierzchniowe cezu ^{137}Cs w trzech województwach (opolskim, dolnośląskim i małopolskim) są wyższe od średniej depozycji tego radionuklidu obliczonej dla wszystkich punktów poboru. Tylko w województwie lubelskim średnia depozycja ^{137}Cs nie przekracza wartości 1 kBq/m^2 . Największe wartości średniej depozycji ^{137}Cs otrzymano dla województw:

- opolskiego - $3,58 \text{ kBq/m}^2$,
- dolnośląskiego - $2,33 \text{ kBq/m}^2$,
- małopolskiego - $2,11 \text{ kBq/m}^2$.

Najmniejszymi średnimi wartościami depozycji ^{137}Cs charakteryzują się województwa:

- lubelskie - $0,95 \text{ kBq/m}^2$,
- świętokrzyskie - $1,13 \text{ kBq/m}^2$,
- mazowieckie - $1,58 \text{ kBq/m}^2$.

Mapa radiologiczna Polski obrazująca rozkład wojewódzkiej depozycji cezu ^{137}Cs w glebie została przedstawiona na Rys. 7. Średnie wojewódzkie zaprezentowano stosując skalę kolorystyczną. Obok nazwy województwa na mapach tych podano również średnie wartości depozycji ^{137}Cs w glebie w danym województwie.



Rys. 7. Rozkład średnich depozycji ^{137}Cs w województwach na obszarze Polski dla gleby pobranej na jesieni 2022 roku.

Średnie wartości depozycji dla każdego województwa podano z odchyleniem standardowym obliczonym metodą „n – 1” ze wzoru:

$$\sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

gdzie: n – ilość próbek
x – wartość depozycji w próbce.

Stężenie cezu ¹³⁴Cs - mierzalnego do lat 1996-1998 - we wszystkich punktach poboru gleby na terenie kraju w roku 2022 było poniżej dolnej granicy detekcji (LLD) stosowanej metody pomiarowej.

5. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ IZOTOPÓW NATURALNYCH W PRÓBKACH GLEBY POBRANYCH JESIENIĄ 2022 ROKU ORAZ ICH ANALIZA

5.1 WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ IZOTOPÓW NATURALNYCH

Wyniki oznaczeń stężeń radionuklidów naturalnych, tj. radu ²²⁶Ra, aktynu ²²⁸Ac i potasu ⁴⁰K w 149 próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku z obszaru siedmiu województw (144 próbki z warstwy o grubości (0-10) cm i 5 próbek z warstwy (0-25) cm) przedstawiono w Tabeli 7.

Tabela 7. Wyniki pomiarów stężeń radionuklidów naturalnych (^{226}Ra , ^{228}Ac , ^{40}K) w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Stężenie radionuklidu		
			^{226}Ra	^{228}Ac	^{40}K
			[Bq/kg]		
WOJEWÓDZTWO DOLNOŚLĄSKIE					
1.	187	Ceber	33,1	33,5	402
2.	230	Wrocław	29,5	28,7	463
3.	230.1	Wrocław (25 cm)	25,2	27,0	451
4.	231	Jelcz - Laskowice Ol.	23,4	20,7	440
5.	232	Kudowa Zdrój	41,3	35,7	520
6.	233	Szczawno Zdrój	30,9	28,6	474
7.	239	Pszemno	27,0	30,0	480
8.	241	Grabownica	10,6	9,4	229
9.	242	Świeradów Zdrój	63,0	36,9	919
10.	243	Lądek Zdrój	65,9	45,7	1016
11.	244	Karpacz	52,2	54,7	829
12.	245	Szklarska Poręba	154,7	129,2	1046
13.	246	Legnica	31,2	32,2	602
14.	247	Kłodzko	36,0	41,7	630
15.	248	Chwałkowice	8,9	8,7	253
16.	249	Zgorzelec	28,4	27,0	622
17.	253	Duszniki Zdrój	34,2	31,9	456
18.	254	Bogatynia	50,7	46,9	361
19.	255	Tomaszów Górny	23,0	23,6	455
20.	259	Bolesławów	51,3	43,6	1005
21.	263	Jelenia Góra	74,3	58,9	730
22.	266	Dobrogoszcz	37,7	36,1	626
23.	268	Paprotki	42,1	42,1	593
24.	270	Długopole Zdrój	40,2	43,2	599
25.	271	Polkowice Dolne	19,2	20,2	420
26.	272	Tarnów Śląski	38,4	44,2	671
27.	364	Jakuszyce	141,2	103,2	1006
WOJEWÓDZTWO LUBELSKIE					
28.	303	Cicibór	15,9	13,9	319
29.	317	Terespól	22,4	22,7	389
30.	319	Sobieszyn	19,1	17,8	422
31.	320	Zamość	25,3	27,7	450
32.	323	Bezek	26,4	22,6	348
33.	324	Włodawa	14,8	15,4	350

Tabela 7. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Stężenie radionuklidu		
			²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁴⁰ K
			[Bq/kg]		
WOJEWÓDZTWO LUBELSKIE – c.d.					
34.	325	Tomaszów Lub.	13,0	12,1	246
35.	326	Wysokie	36,3	38,2	628
36.	329	Nowa Wieś	19,9	18,1	380
37.	330	Werbkowice	35,4	38,3	648
38.	331	Lublin - Radawiec	31,2	33,3	612
39.	331.1	Lublin - Radawiec (25 cm)	33,1	37,3	679
40.	332	Puławy	14,9	13,5	327
41.	336	Opole Lub.	14,5	11,4	230
42.	337	Jarczew	15,1	15,2	431
WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE					
43.	3	Biecz - Grudna	44,0	43,3	547
44.	7	Inwałd	43,5	44,7	614
45.	14	Leskowiec	40,5	42,9	703
46.	18	Maków Podhalański	28,8	31,8	454
47.	23	Jastrzębia	43,7	48,1	647
48.	24	Wysowa	43,1	45,7	648
49.	25	Ptaszkowa	39,1	43,6	686
50.	31	Krościenko	36,1	37,5	545
51.	34	Krynica	38,2	40,0	588
52.	40	Muszyna	25,4	28,6	470
53.	41	Igołomia	34,8	38,3	601
54.	42	Libertów	38,8	42,8	540
55.	43	Jabłonka	29,2	28,2	525
56.	44	Kraków - Obserwatorium	38,0	26,4	277
57.	46	Witów	48,8	37,7	633
58.	47	Morskie Oko	18,1	32,0	632
59.	49	Kasprowy Wierch	42,0	49,8	648
60.	50	Piwniczna	25,8	27,5	474
61.	51	Bukowina Tatrzańska	40,0	41,4	652
62.	53	Łącko	30,0	34,7	537
63.	54	Mizerna	43,5	44,5	636
64.	56	Nowy Sącz	28,9	31,6	457
65.	57	Limanowa	44,0	52,2	751
66.	58	Siercza	32,2	32,0	469
67.	59	Ratułów	30,4	32,3	406
68.	60	Kraków - Wola Justowska	45,0	35,0	489
69.	63	Borusowa	33,3	34,3	541
70.	64	Tarnów	10,2	11,5	273

Tabela 7. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Stężenie radionuklidu		
			²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁴⁰ K
			[Bq/kg]		
WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE – c.d.					
71.	66	Łopuszna	36,0	37,3	520
72.	67	Zakopane	46,2	38,5	619
73.	69	Hala Ornak	60,6	48,6	749
74.	74	Kraków Balice	36,0	40,1	597
75.	75	Łazy	42,3	45,0	618
76.	77	Poronin	40,6	39,9	482
77.	80	Hala Gąsienicowa	30,5	31,6	996
78.	83	Obidowa	30,2	32,1	494
79.	84	Dobczyce	39,0	40,2	543
80.	86	Zawoja	32,1	36,7	521
81.	90	Miechów	34,6	38,8	613
82.	92	Rabka	36,8	34,5	509
83.	99	Luboń Wielki	43,1	45,1	740
84.	179	Olewin	15,2	17,4	271
85.	365	Polana Chochołowska	59,1	46,9	892
WOJEWÓDZTWO MAZOWIECKIE					
86.	109	Ostrołęka	13,4	13,4	370
87.	117	Myszyniec	14,2	10,8	298
88.	121	Pułtusk	25,1	30,3	670
89.	298	Warszawa - Okęcie	12,5	10,9	266
90.	299	Mława	17,0	19,1	462
91.	299.1	Mława (25 cm)	19,0	20,1	461
92.	300	Niegów	12,8	11,1	352
93.	301	Warszawa - Obs. Astr. UW	21,3	24,2	472
94.	302	Kawęczyn	21,1	18,5	427
95.	306	Poświętne	12,8	10,4	362
96.	307	Siedlce	20,6	23,0	520
97.	308	Platerów	16,2	17,3	487
98.	309	Płock - Trzepowo	21,3	23,5	519
99.	310	Legionowo	18,8	16,5	270
100.	316	Brwinów	15,4	11,8	290
101.	328	Świder	6,4	6,9	194
102.	339	Grabowiec	18,9	19,8	430
103.	351	Kozienice	8,8	7,8	217
104.	352	Łaziska	15,3	16,3	415
105.	370	Warszawa - CLOR	10,1	10,1	230

Tabela 7. c.d.

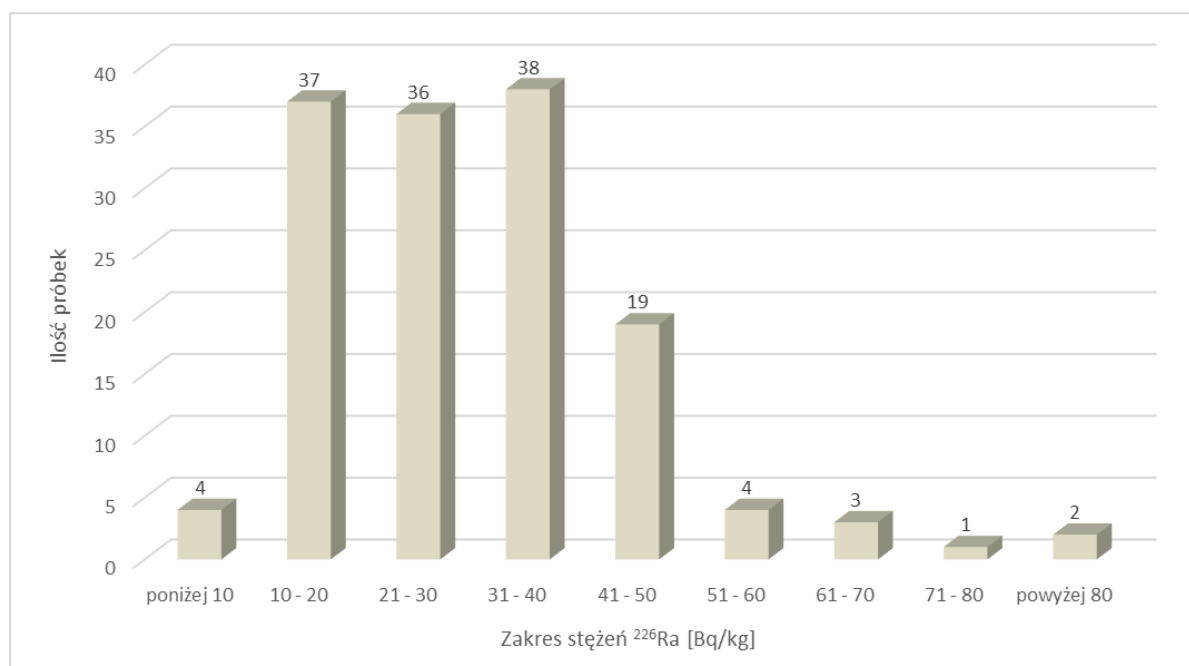
Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Stężenie radionuklidu		
			²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁴⁰ K
			[Bq/kg]		
WOJEWÓDZTWO OPOLSKIE					
106.	156	Opole	15,2	14,4	284
107.	163	Sukowice - Zakrzów	36,9	38,6	583
108.	165	Głubczyce	40,7	42,0	648
109.	172	Stare Olesno	26,2	22,5	434
110.	184	Prudnik	31,8	35,2	572
111.	229	Namysłów	15,9	17,2	357
112.	235	Korfantów	23,4	23,5	559
113.	236	Grodków	31,9	32,3	595
114.	240	Głuchołazy	30,0	34,4	502
115.	267	Otmuchów	29,3	29,7	757
WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE					
116.	6	Laliki	27,5	33,3	510
117.	19	Nowy Dwór	34,0	39,7	529
118.	88	Międzybrodzie Bialskie	35,6	37,5	541
119.	157	Ząbkowice	8,5	6,0	145
120.	158	Częstochowa	19,2	33,2	213
121.	159	Bieruń Stary	12,1	9,6	230
122.	160	Katowice Pyrzowice LBM	15,3	8,8	175
123.	161	Czekanów	22,3	24,2	407
124.	162	Wisła	31,3	35,0	519
125.	164	Świerklaniec	22,3	22,2	359
126.	168	Bielsko Biała	41,1	45,1	600
127.	170	Brenna	29,0	35,3	530
128.	173	Jastrzębie	44,4	47,3	611
129.	174	Racibórz	31,9	35,6	517
130.	175	Lgota Górna	27,9	32,5	520
131.	177	Pszczyna	22,3	19,3	343
132.	178	Cieszyn	35,8	43,1	551
133.	180	Istebna Kubalonka	33,3	37,8	525
134.	181	Rybnik	19,2	15,1	275
135.	182	Katowice	20,3	21,7	348
136.	182.1	Katowice (25 cm)	24,7	23,8	379
137.	367	Droniowice	18,0	16,3	332

Tabela 7. c.d.

Lp.	Numer punktu	Miejscowość	Stężenie radionuklidu		
			²²⁶ Ra	²²⁸ Ac	⁴⁰ K
			[Bq/kg]		
WOJEWÓDZTWO ŚWIĘTOKRZYSKIE					
138.	72	Sandomierz	34,7	37,4	595
139.	89	Szaniec	18,6	8,4	138
140.	96	Sadków	35,3	34,2	612
141.	98	Staszów	17,4	15,2	252
142.	104	Sielec	29,2	27,7	443
143.	105	Kielce - Suków	14,4	14,2	259
144.	105.1	Kielce - Suków (25 cm)	16,0	14,3	257
145.	346	Włochów	21,4	19,0	253
146.	347	Bodzentyn	21,6	21,6	414
147.	348	Święty Krzyż	16,6	15,3	225
148.	349	Bogusławice	25,9	29,6	543
149.	368	Kliszów	23,7	17,5	243

5.2 ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW STĘŻEŃ RADU ²²⁶Ra

Rozkład wartości stężeń radu ²²⁶Ra (liczbę próbek pobranych z powierzchniowej warstwy gleby w zależności od wartości stężenia) dla siedmiu województw przedstawia histogram znajdujący się na Rys. 8.



Rys. 8. Histogram rozkładu stężeń ²²⁶Ra w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku z warstwy (0-10) cm.

Maksymalne stężenia ^{226}Ra zmierzono w próbkach gleby pochodzących z punktów poboru zlokalizowanych w województwie dolnośląskim.

Maksymalne wartości stężeń radu ^{226}Ra zmierzono w glebie pochodzącej z następujących punktów poboru:

- Szklarska Poręba (woj. dolnośląskie) – 154,7 Bq/kg,
- Jakuszyce (woj. dolnośląskie) – 141,2 Bq/kg,
- Jelenia Góra (woj. dolnośląskie) – 74,3 Bq/kg
- Łądek Zdrój (woj. dolnośląskie) – 65,9 Bq/kg.

Minimalne wartości stężeń radu ^{226}Ra zmierzono w próbkach gleby pochodzących z miejscowości:

- Świder (woj. mazowieckie) – 6,4 Bq/kg,
- Ząbkowice (woj. śląskie) – 8,5 Bq/kg,
- Kozienice (woj. mazowieckie) – 8,8 Bq/kg,
- Chwałkowice (woj. dolnośląskie) – 8,9 Bq/kg.

Rozkład stężeń radu ^{226}Ra w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce, zgodny z budową geologiczną kraju, potwierdzają wyniki otrzymane dla poszczególnych województw (dla warstwy 0-10 cm) przedstawione w Tabeli 8.

Tabela 8. Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń radu ^{226}Ra w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Lp.	Województwo	Stężenie ^{226}Ra [Bq/kg]		
		Wartość średnia	Minimum	Maksimum
1.	dolnośląskie	45,7 ± 6,7	8,9	154,7
2.	lubelskie	21,7 ± 2,1	13,0	36,3
3.	małopolskie	36,7 ± 1,5	10,2	60,6
4.	mazowieckie	15,9 ± 1,1	6,4	25,1
5.	opolskie	28,1 ± 2,6	15,2	40,7
6.	śląskie	26,3 ± 2,1	8,5	44,4
7.	świętokrzyskie	23,5 ± 2,1	14,4	35,3
POLSKA*		31,0 ± 1,6	6,4	154,7

* - dla 144 punktów, łącznie w 7 województwach

Średnie stężenie radu ^{226}Ra w glebie, obliczone dla wszystkich zbadanych w ramach niniejszej pracy próbek gleby pobranych z warstwy powierzchniowej, wynosi **31,0 Bq/kg**.

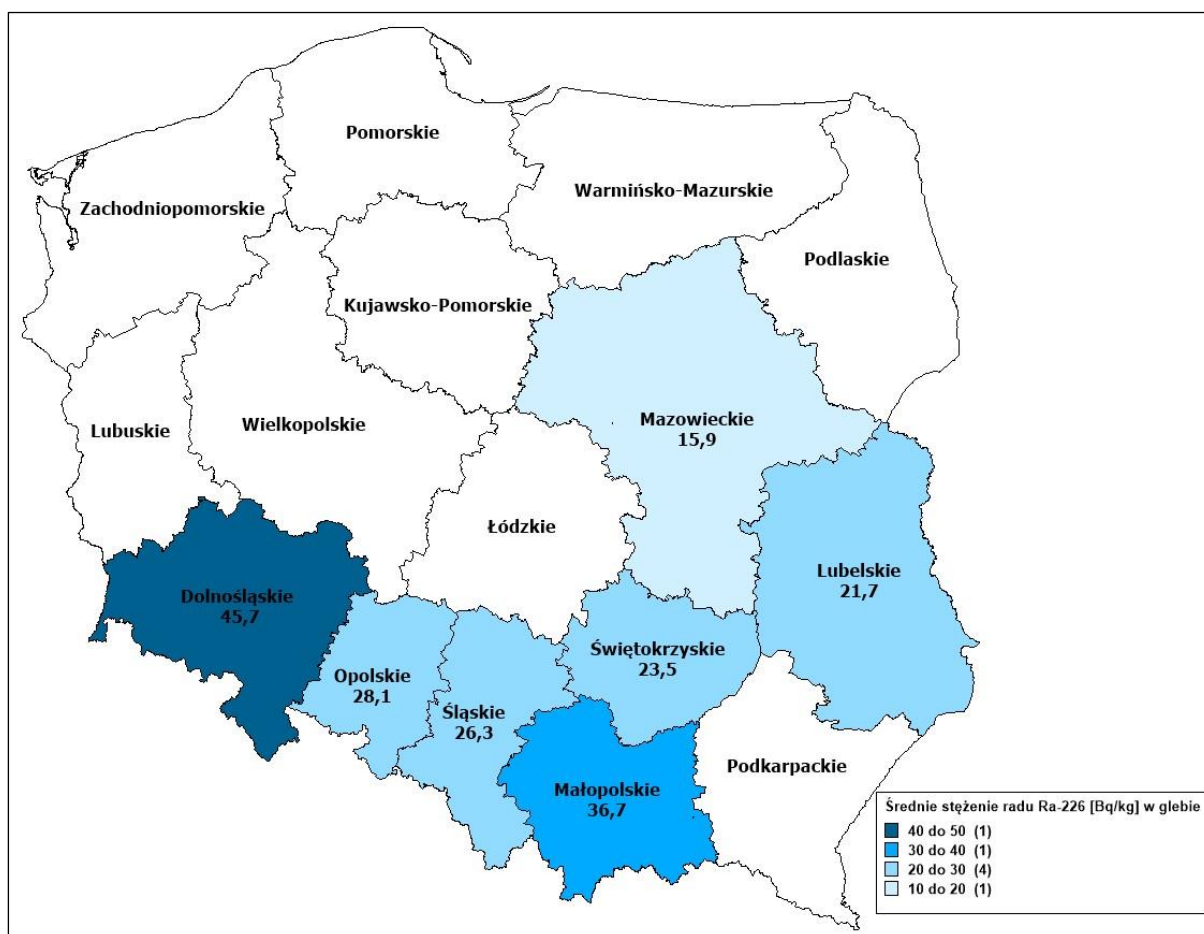
Największe wartości średnich stężeń radu ^{226}Ra otrzymano dla województw:

- dolnośląskiego – 45,7 Bq/kg,
- małopolskiego – 36,7 Bq/kg,
- opolskiego – 28,1 Bq/kg.

Najmniejsze wartości średnich stężeń radu ^{226}Ra otrzymano dla województw:

- mazowieckiego – 15,9 Bq/kg,
- lubelskiego – 21,7 Bq/kg,
- świętokrzyskiego – 23,5 Bq/kg.

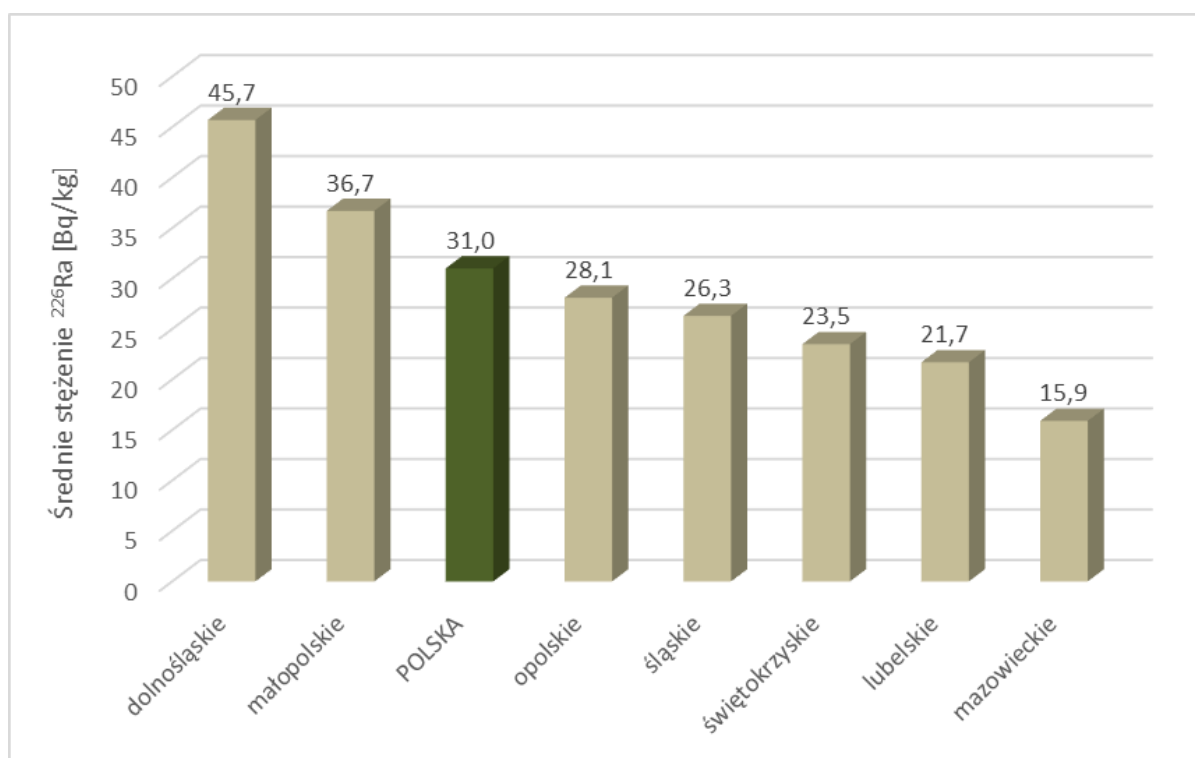
Mapę obrazującą rozkłady wojewódzkie średnich stężeń radu ^{226}Ra w glebie przedstawiono na Rys. 9.



Rys. 9. Rozkład średnich stężeń ^{226}Ra w województwach na obszarze Polski dla gleby pobranej jesienią 2022 roku.

Rozkład stężeń ^{226}Ra , będącego radionuklidem pochodnym ^{238}U , ma związek z budową geologiczną kraju. Największe w Polsce stężenia uranu w warstwie powierzchniowej gleby występują w Sudetach, gdzie wyróżnia się blok karkonosko - izerski, na terenie którego znajdują się wymienione powyżej miejscowości z woj. dolnośląskiego. Wartość koncentracji uranu w glebie, która wynosi średnio dla Polski 1,1 ppm - w poszczególnych punktach bloku karkonosko – izerskiego przekracza nawet 13 ppm.

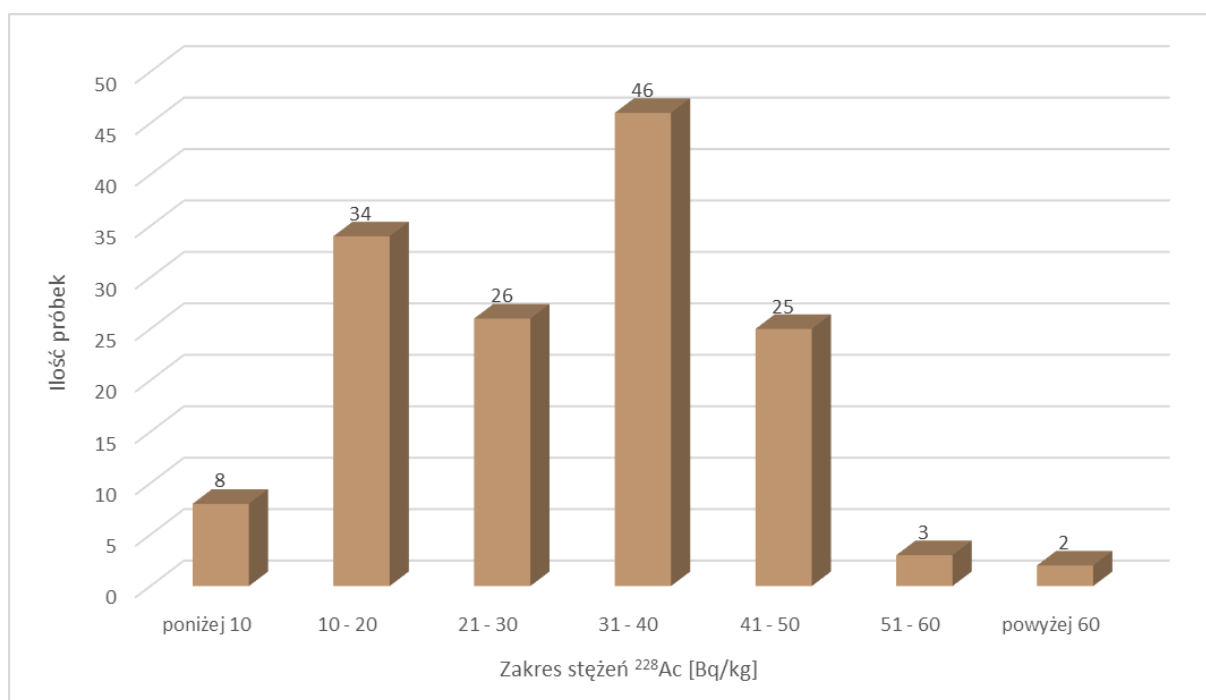
Średnie wojewódzkie stężenia radu ^{226}Ra w glebie, uszeregowane od wartości maksymalnej do minimalnej, zobrazowano na wykresie znajdującym się na Rys. 10. Dla porównania na wykresie umieszczono również słupek odpowiadający średniemu stężeniu radu ^{226}Ra , obliczonemu dla wszystkich 144 punktów poboru – oznaczony jako „POLSKA”.



Rys. 10. Średnie stężenie ^{226}Ra w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (próbki pobrane jesienią 2022 roku).

5.3 ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW STĘŻEŃ AKTYNU ^{228}Ac

Rozkład wartości stężeń aktynu ^{228}Ac w glebie (liczbę próbek pobranych z powierzchniowej warstwy gleby w zależności od wartości stężenia) został przedstawiony za pomocą histogramu, znajdującego się na Rys. 11.



Rys. 11. Histogram rozkładu stężeń ²²⁸Ac w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Maksymalne wartości stężeń aktywności ²²⁸Ac w glebie zostały zmierzone w próbkach pobranych w następujących miejscowościach:

- Szklarska Poręba (woj. dolnośląskie) – 129,2 Bq/kg,
- Jakuszyce (woj. dolnośląskie) – 103,2 Bq/kg,
- Jelenia Góra (woj. dolnośląskie) – 58,9 Bq/kg,
- Karpacz (woj. dolnośląskie) – 54,7 Bq/kg.

Minimalne stężenia aktywności ²²⁸Ac w glebie zmierzono w próbkach pochodzących z miejscowości:

- Ząbkowice (woj. śląskie) – 6,0 Bq/kg,
- Świder (woj. mazowieckie) – 6,9 Bq/kg,
- Kozienice (woj. mazowieckie) – 7,8 Bq/kg,
- Szanec (woj. świętokrzyskie) – 8,4 Bq/kg.

Rozkład stężenia ²²⁸Ac w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce, zgodny z budową geologiczną kraju, potwierdzają wyniki otrzymane dla poszczególnych województw, przedstawione w Tabeli 9.

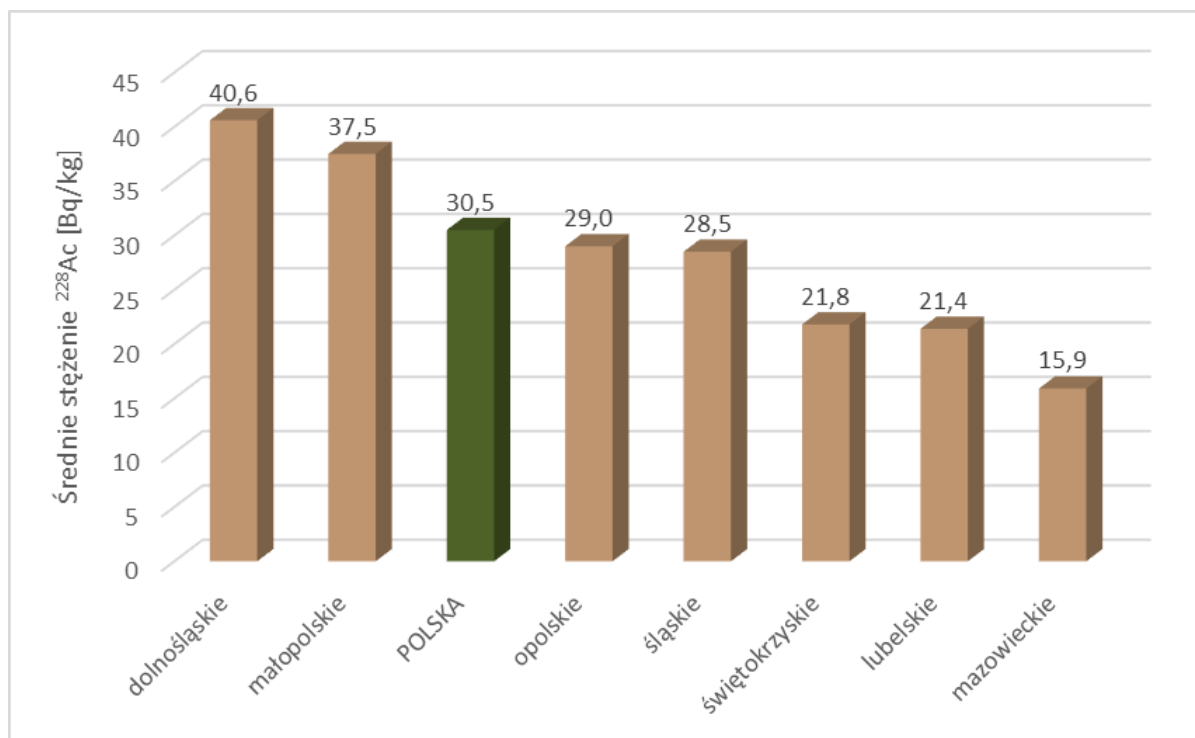
Średnie stężenie aktywności ²²⁸Ac w glebie, obliczone dla wszystkich zbadanych w ramach niniejszej pracy próbek gleby pobranych z warstwy powierzchniowej, wynosi **30,5 Bq/kg**.

Tabela 9. Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń aktywności ^{228}Ac w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Lp.	Województwo	Stężenie ^{228}Ac [Bq/kg]		
		Wartość średnia	Minimum	Maksimum
1.	dolnośląskie	40,6 ± 5,0	8,7	129,2
2.	lubelskie	21,4 ± 2,5	11,4	38,3
3.	małopolskie	37,5 ± 1,3	11,5	52,2
4.	mazowieckie	15,9 ± 1,5	6,9	30,3
5.	opolskie	29,0 ± 2,9	14,4	42,0
6.	śląskie	28,5 ± 2,7	6,0	47,3
7.	świętokrzyskie	21,8 ± 2,8	8,4	37,4
POLSKA*		30,5 ± 1,3	6,0	129,2

* - dla 144 punktów, łącznie w 7 województwach

Średnie wojewódzkie stężenia aktywności ^{228}Ac uszeregowane od wartości maksymalnej do minimalnej przedstawiono na wykresie znajdującym się na Rys. 12. Dla porównania zamieszczono również słupek odpowiadający średniemu stężeniu aktywności ^{228}Ac obliczonemu dla 144 próbek z siedmiu województw – oznaczonemu jako „POLSKA”.



Rys. 12. Średnie stężenie ^{228}Ac w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (próbki pobrane jesienią 2022 roku).

Największe wartości średnich stężeń aktynu ^{228}Ac otrzymano dla województw:

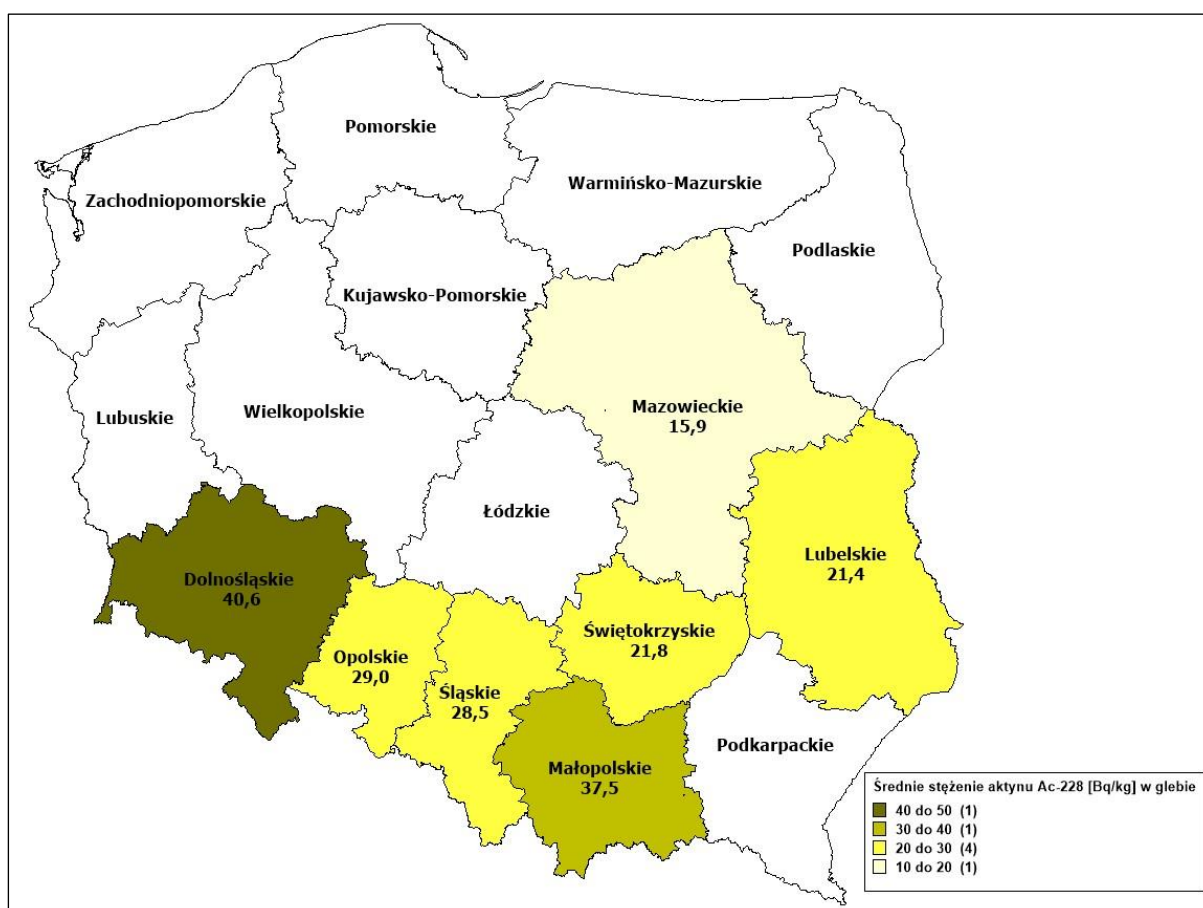
- dolnośląskiego – 40,6 Bq/kg,
- małopolskiego – 37,5 Bq/kg,
- opolskiego – 29,0 Bq/kg.

Są to te same województwa, w których otrzymano maksymalne stężenia radu ^{226}Ra .

Najmniejsze wartości średnich stężeń aktynu ^{228}Ac oznaczono dla województw:

- mazowieckiego – 15,9 Bq/kg,
- lubelskiego – 21,4 Bq/kg,
- świętokrzyskiego – 21,8 Bq/kg.

Na mapie znajdującej się na Rys. 13. przedstawiono rozkłady wojewódzkie średnich stężeń aktynu ^{228}Ac w glebie.

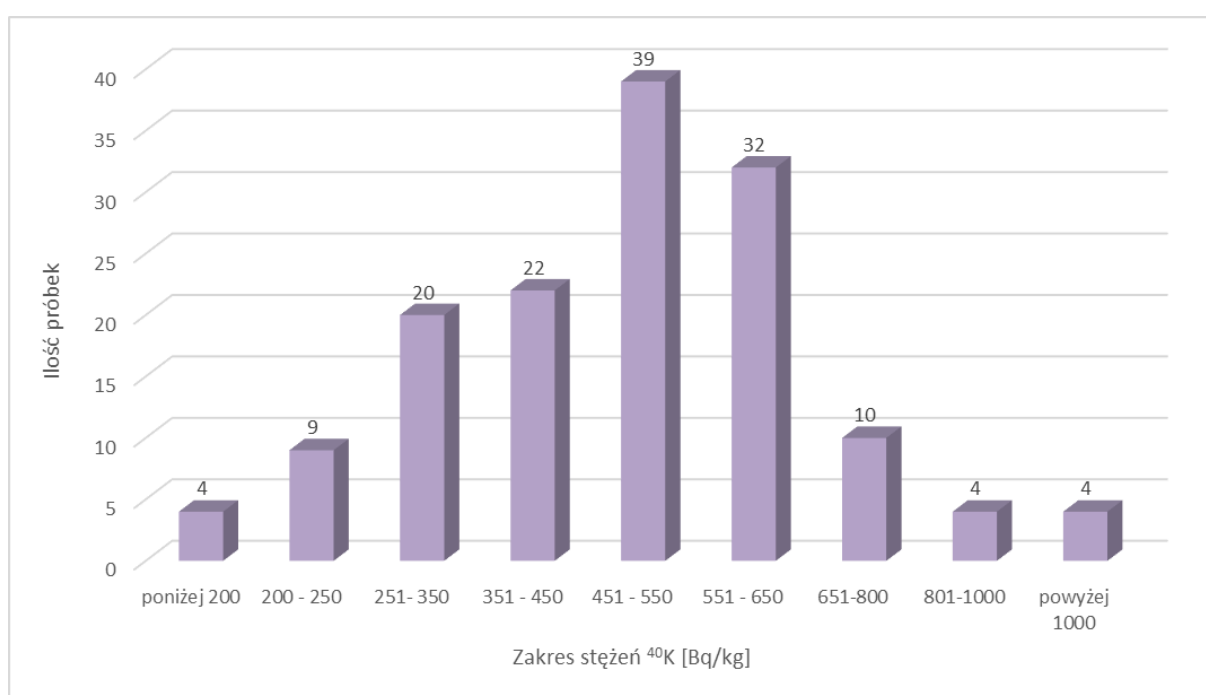


Rys. 13. Rozkład średnich stężeń ^{228}Ac w województwach na obszarze Polski dla gleby pobranej jesienią 2022 roku.

Z rozkładu stężeń ^{228}Ac , radionuklidu pochodnego ^{232}Th , przedstawionego na Rys. 13. wynika, że podobnie jak w przypadku ^{226}Ra wyższymi stężeniami charakteryzują się tereny Polski południowej. Średnia koncentracja toru dla obszaru całego kraju wynosi 2,2 ppm, podczas gdy w Karpatach i Sudetach zdarzają się wartości nawet powyżej 10 ppm.

5.4 ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW STĘŻEŃ POTASU ^{40}K

Rozkład wartości stężeń potasu ^{40}K (liczbę próbek pobranych z powierzchniowej warstwy gleby w zależności od wartości stężenia) przedstawia histogram znajdujący się na Rys. 14.



Rys. 14. Histogram rozkładu stężeń potasu ^{40}K w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Stężenia potasu ^{40}K charakteryzują się większą jednorodnością rozkładu na terenie Polski, aczkolwiek również w przypadku tego radionuklidu, stanowiącego 0,0119% potasu naturalnego (stały stosunek izotopowy) można zaobserwować pewne prawidłowości, związane z występowaniem w glebach potasu naturalnego. Średnia zawartość potasu naturalnego w glebach na obszarze Polski wynosi 0,68%, wartość maksymalna natomiast 2,8%. Najwyższe zawartości, związane najczęściej z masywami granitowymi oraz pokrywami lessowymi, obserwuje się w Sudetach, Karpatach i Polsce północno-wschodniej.

Maksymalne wartości stężeń potasu ^{40}K zostały zmierzone w następujących miejscowościach:

- Szklarska Poręba – 1046 Bq/kg,
- Łądek Zdrój – 1016 Bq/kg,
- Jakuszyce – 1006 Bq/kg,
- Bolesławów – 1005 Bq/kg.

Wszystkie powyżej wymienione miejscowości znajdują się w województwie dolnośląskim.

Minimalne stężenia potasu ^{40}K w Polsce zmierzono w próbkach gleby pochodzących z następujących punktów poboru:

- Szaniec (woj. świętokrzyskie) – 138 Bq/kg,
- Ząbkowice (woj. śląskie) – 145 Bq/kg,
- Katowice Pyrzowice LBM (woj. śląskie) – 175 Bq/kg,
- Świder (woj. mazowieckie) – 194 Bq/kg.

W Tabeli 10. zestawiono wartości średnie, minimalne i maksymalne stężeń potasu ^{40}K w glebie w poszczególnych województwach oraz łącznie dla 144 punktów z siedmiu omawianych województw.

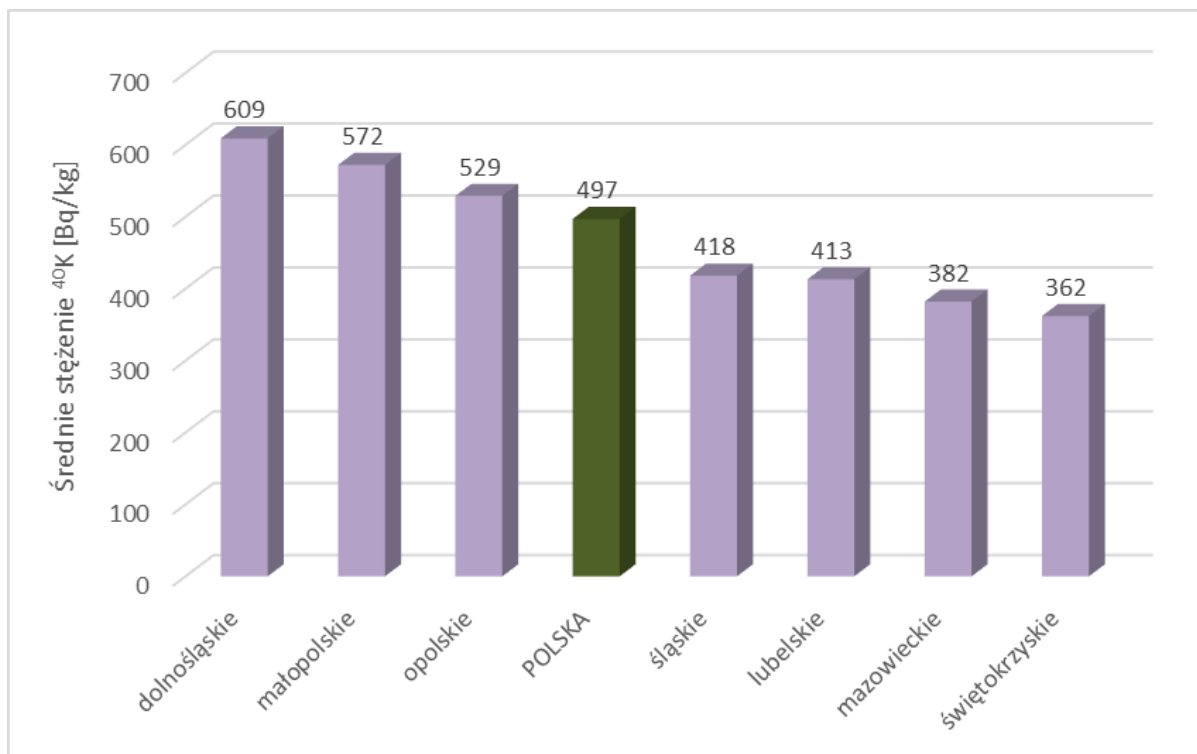
Tabela 10. Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń potasu ^{40}K w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.

Lp.	Województwo	Stężenie ^{40}K [Bq/kg]		
		Wartość średnia	Minimum	Maksimum
1.	dolnośląskie	609 ± 46	229	1046
2.	lubelskie	413 ± 36	230	648
3.	małopolskie	572 ± 22	271	996
4.	mazowieckie	382 ± 29	194	670
5.	opolskie	529 ± 44	284	757
6.	śląskie	418 ± 32	145	611
7.	świętokrzyskie	362 ± 50	138	612
POLSKA*		497 ± 15	138	1046

* - dla 144 punktów, łącznie w 7 województwach

Średnia wartość stężenia potasu ^{40}K w glebie, obliczona dla wszystkich zbadanych w ramach niniejszej pracy próbek gleby pobranych z warstwy powierzchniowej, wynosi **497 Bq/kg**.

Wykres znajdujący się na Rys. 15. przedstawia średnie wojewódzkie stężenia potasu ^{40}K uszeregowane od wartości maksymalnej do minimalnej. Dla porównania umieszczono na nim również słupek odpowiadający wartości średniej stężenia potasu ^{40}K obliczonej dla 144 punktów z siedmiu omawianych województw – oznaczony jako „POLSKA”.



Rys. 15. Średnie stężenie ^{40}K w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (gleba pobrana jesienią 2022 roku).

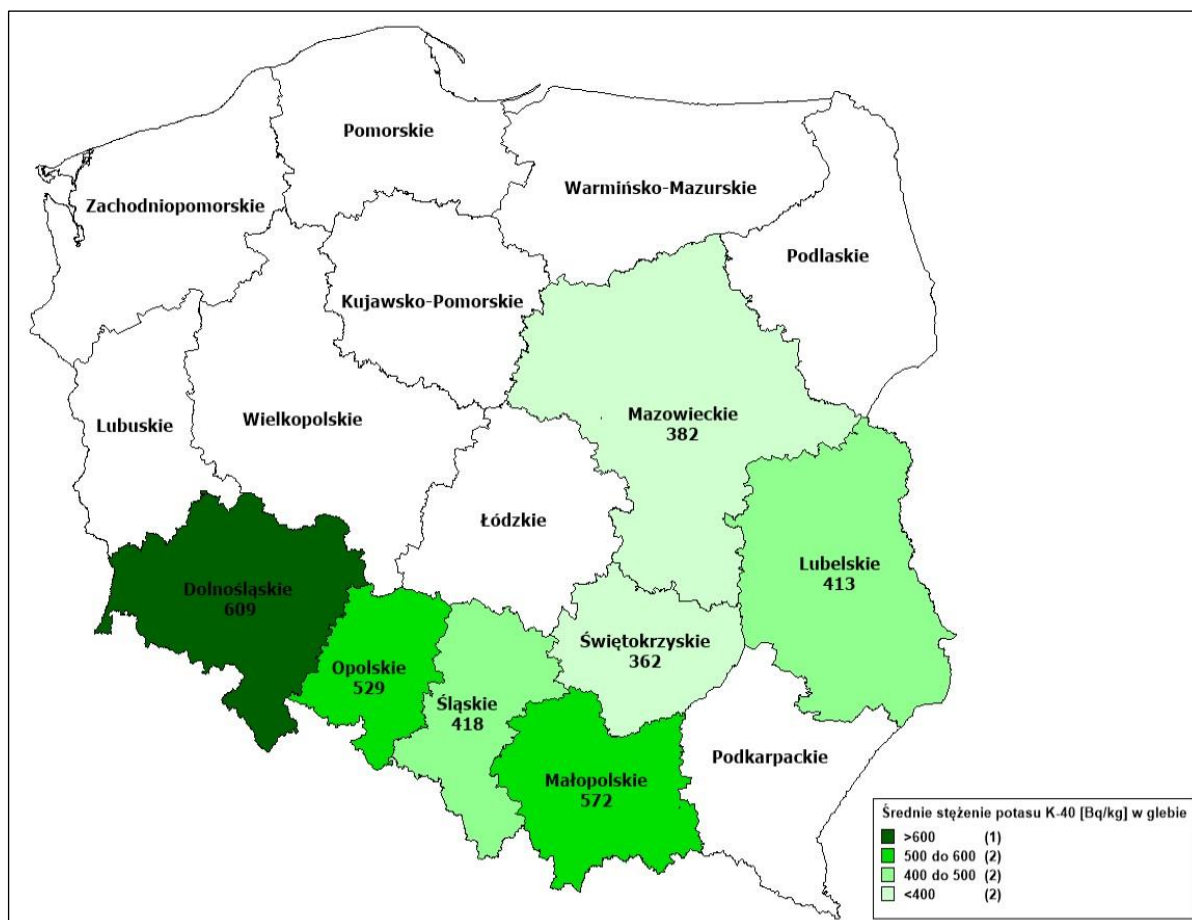
Największe wartości średnie stężeń potasu ^{40}K w glebie otrzymano dla województw:

- dolnośląskiego – 609 Bq/kg,
- małopolskiego – 572 Bq/kg,
- opolskiego – 529 Bq/kg.

Najmniejsze wartości średnie stężeń potasu ^{40}K w glebie uzyskano dla województw:

- świętokrzyskiego – 362 Bq/kg,
- mazowieckiego – 382 Bq/kg,
- lubelskiego – 413 Bq/kg.

Na mapie radiologicznej Polski przedstawionej na Rys. 16. zobrazowany został rozkład wojewódzki średnich stężeń potasu ^{40}K w glebie.



Rys. 16. Rozkład średnich stężeń ^{40}K w województwach na obszarze Polski dla gleby pobranej jesienią 2022 roku.

Rejestr wyników pomiarów stężeń ^{134}Cs , ^{137}Cs i radionuklidów naturalnych w postaci arkusza MS Excel stanowi załącznik 2 do niniejszego sprawozdania.

6. ZMIANY WARUNKÓW RADIOLOGICZNYCH W POLSCE W LATACH: 1988 – 2022

Systematyczne badania stężeń izotopów cezu ^{137}Cs i ^{134}Cs oraz radionuklidów naturalnych w powierzchniowej warstwie gleby prowadzone w Polsce od 1988 r. pozwalają na śledzenie charakteru zmian promieniotwórczych zanieczyszczeń środowiska oraz zapewniają znajomość aktualnego rozkładu tych zanieczyszczeń na terenie naszego kraju.

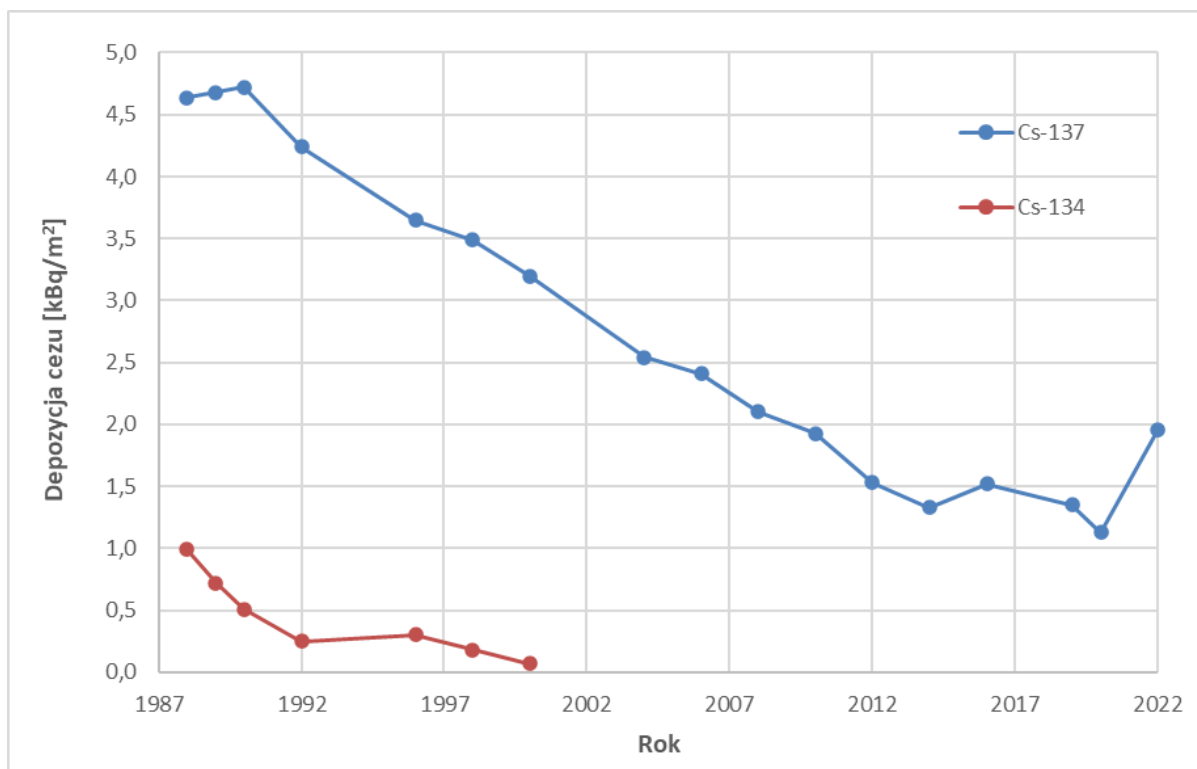
Zmiany wartości średnich stężeń powierzchniowych dwóch izotopów pochodzenia sztucznego, tj. cezu ^{137}Cs i cezu ^{134}Cs w powierzchniowej warstwie gleby w latach 1988 – 2022 dla Polski zaprezentowano w Tabeli 11. oraz na Rys. 17. Dla próbek pobranych jesienią 2022 roku wartości średnie zostały obliczone na podstawie wyników dla 144 punktów zlokalizowanych na obszarze siedmiu województw, a nie dla całej Polski, dlatego trudno jest je porównać z rezultatami z poprzednich lat. Wartości te są zawyżone z uwagi na to, że większość próbek pochodziła z rejonów o wyższych niż w pozostałej części kraju wartościach stężeń badanych radionuklidów.

Tabela 11. Zmiany w czasie średnich depozycji ^{137}Cs i ^{134}Cs oraz średnich stężeń radionuklidów naturalnych w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach 1988 – 2022.

Rok	Średnia depozycja [kBq/m ²]		Średnie stężenie [Bq/kg]		
	^{137}Cs	^{134}Cs *	^{226}Ra	^{228}Ac	^{40}K
1988	4,64	0,99	24,7	19,6	394
1989	4,68	0,72	25,8	20,7	398
1990	4,72	0,51	26,0	20,9	413
1992	4,24	0,25	24,6	20,2	402
1996	3,65	0,30	25,3	20,7	410
1998	3,49	0,18	24,1	22,0	403
2000	3,20	0,07	24,0	23,3	399
2004	2,54	< LLD	25,0	23,4	406
2006	2,41	< LLD	25,8	23,2	403
2008	2,10	< LLD	25,8	24,3	416
2010	1,93	< LLD	25,3	24,4	428
2012	1,53	< LLD	24,8	23,8	415
2014	1,33	< LLD	31,9	22,9	390
2016	1,52	< LLD	27,5	23,5	425
2019	1,35	< LLD	28,8	23,9	430
2020	1,13	< LLD	27,6	21,2	369
2022**	1,96	< LLD	31,0	30,5	497
Średnia w latach 1988-2022			26,4	22,9	412

* - stężenia średnie określone tylko na podstawie pomiarów, w których wynik był większy od progu detekcji

** - wartości średnie obliczone dla 144 punktów poboru, łącznie dla 7 województw.



Rys. 17. Zmiany średnich rocznych depozycji cezu ¹³⁷Cs oraz cezu ¹³⁴Cs w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach 1988-2022 (dla poboru w 2022 roku depozycja ¹³⁷Cs obliczona na podstawie wyników dla 144 punktów poboru z siedmiu województw).

Analiza danych zawartych w Tabeli 11. pokazuje, że obliczone dla Polski wartości średnie depozycji ¹³⁷Cs, wyrażone w [kBq/m²], w okresie prowadzenia monitoringu skażeń promieniotwórczych gleby zmieniały się od wartości 4,64 w roku 1988 i 4,72 w roku 1990 do wartości 1,13 w roku 2020. Dla poboru w 2022 roku uzyskano wartość średnią równą 1,96 kBq/m², a więc wyższą niż w poprzednim poborze, co było spowodowane niepełną serią pomiarową.

Zmiany stężeń ¹³⁷Cs spowodowane są rozpadem promieniotwórczym tego izotopu (T_{1/2} ok. 30 lat) oraz procesami migracji zachodzącymi w środowisku, głównie wnikaniem cezu w głębsze warstwy gleby. Potwierdza to analiza stężeń ¹³⁷Cs w próbkach pobranych z warstwy o grubości (0-25) cm (patrz Tabela 5. omówiona w podrozdziale 4.2).

Z zaprezentowanych danych wynika, że we wszystkich tych punktach poboru gleby cezu ¹³⁷Cs najprawdopodobniej przeniknął do głębszych warstw lub rozłożył się równomiernie do głębokości 25 cm. Niewielkie ilości ¹³⁷Cs w głębszych warstwach gleby mogą ciągle jeszcze pochodzić z wybuchów jądrowych, które miały miejsce szczególnie w latach sześćdziesiątych XX wieku.

Dokładna analiza zmian depozycji cezu ^{137}Cs może nasuwać wniosek, że radionuklid dziwnie się zachowuje w niektórych punktach poboru, ponieważ w pewnych latach wartości depozycji są wyższe niż wcześniej zarejestrowane. Wy tłumaczeniem może być fakt, że gleba do pomiarów pobierana jest od 1988 roku (a więc od prawie 35 lat) co dwa lata w 7 punktach (stanowiących jedną próbkę) lub w 14 punktach, jeśli pobierana jest także próbka z większej głębokości. Daje to w sumie prawie 120 dołków po pobranej glebie (w miejscach, gdzie pobiera się glebę także z większych głębokości – prawie 240 dołków), które następnie są w sposób sztuczny albo naturalny zasypywane. W związku z powyższym od kilku lat obserwujemy w pewnych punktach poboru mieszanie się gleby z głębszych warstw z glebami z warstwy powierzchniowej. Dotychczas były to przypadki w ilościach nie mających większego znaczenia statystycznego. Dopiero począwszy od poboru, który odbył się w roku 2016, ilość takich punktów poboru była na tyle duża, że zaczęła ona mieć wpływ na statystykę. W roku 2016 średnie stężenie cezu ^{137}Cs dla całego kraju ($1,52 \text{ kBq/m}^2$) było wyższe niż dla poprzedniego poboru, który miał miejsce w roku 2014 ($1,33 \text{ kBq/m}^2$). Jak wynika z wykresu na Rys. 17 aktualna wartość średnia depozycji cezu ^{137}Cs jest na poziomie z 2010 roku – należy jednak pamiętać o tym, że została ona obliczona dla niepełnej serii pomiarowej.

Z biegiem lat można zaobserwować, że w związku z systematycznym zmniejszaniem się wartości depozycji cezu w powierzchniowej warstwie gleby nawet niewielkie mieszanie się warstw pobieranej gleby może mieć bardzo duży wpływ na otrzymany wynik.

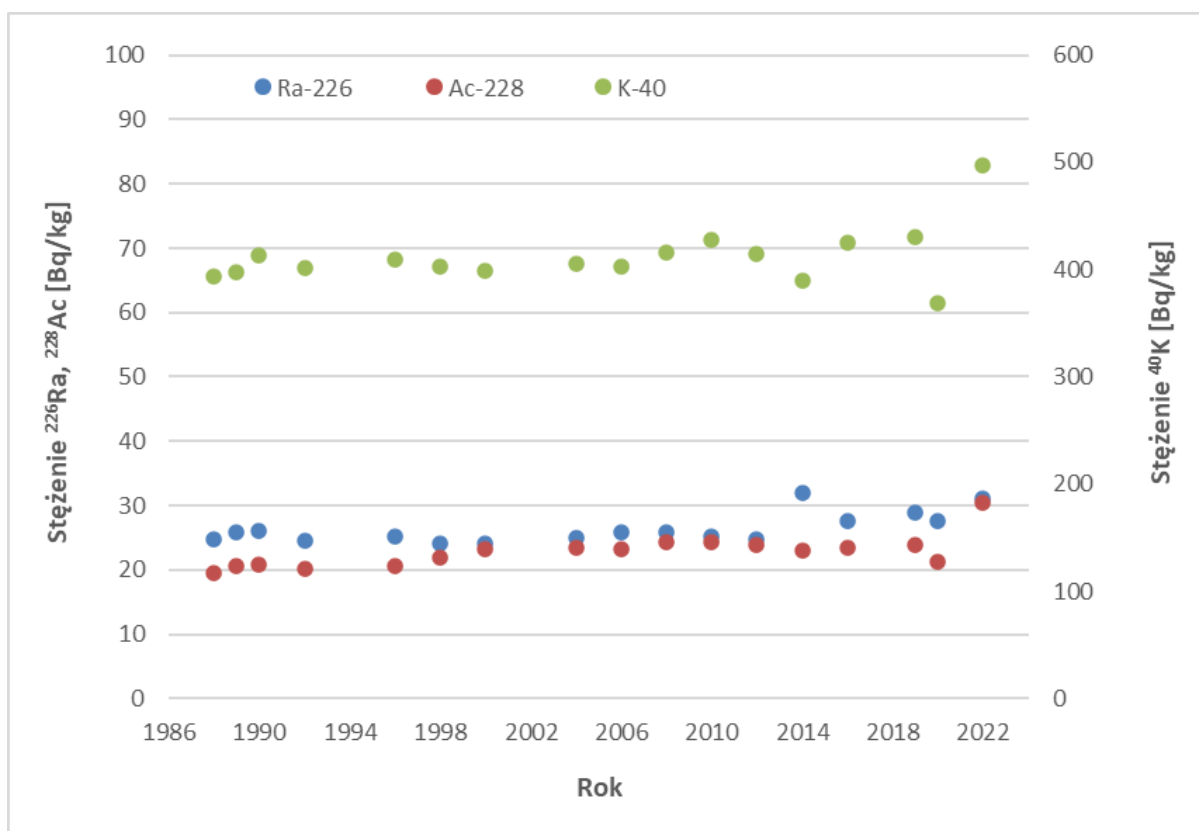
Podczas analizy wyników otrzymanych dla próbek pobranych w 2022 roku okazało się, że dla punktu numer **49 (Kasprowy Wierch – woj. małopolskie)** uzyskano wartość stężenia cezu ^{137}Cs równą $237,01 \pm 4,90 \text{ Bq/kg}$, co po przeliczeniu dało wartość depozycji równą $9,64 \pm 0,20 \text{ kBq/m}^2$. Wyniki ten był zaskakująco wysoki, a ponadto wyższy niż w poprzednich latach. W celu wyeliminowania możliwości popełnienia ewentualnego błędu „grubego” próbkę zmierzono na innym detektorze półprzewodnikowym wykorzystywanym w Zakładzie Dozymetrii CLOR. Otrzymano następujące wyniki: stężenie $211,65 \pm 4,56 \text{ Bq/kg}$ i depozycja $8,61 \pm 0,19 \text{ kBq/m}^2$. Aby wyeliminować błąd związany np. z przypadkowym skażeniem próbki w czasie jej przygotowywania do pomiaru, z pozostałej części gleby pobranej w punkcie 49 przygotowano drugą próbkę. Następnie zmierzono ją na dwóch detektorach.

Otrzymano następujące wyniki: stężenie $180,19 \pm 3,73 \text{ Bq/kg}$ – w przeliczeniu na depozycję $7,33 \pm 0,15 \text{ kBq/m}^2$ oraz stężenie $161,99 \pm 3,48 \text{ Bq/kg}$ – w przeliczeniu na depozycję $6,59 \pm 0,14 \text{ kBq/m}^2$. Otrzymane wyniki potwierdziły, że takie stężenia rzeczywiście występują w badanej próbce. Przyczyną takiej sytuacji może być wspomniane powyżej mieszanie się gleby z różnych warstw. Ponadto dostarczona do badań próbka stanowiła mieszaninę lekkiej

gleby, kamieni i fragmentów skał. Jej masa, a także gęstość po przesypaniu do pojemnika pomiarowego były mniejsze niż dla pozostałych próbek, więc trudno było dopasować odpowiednią geometrię pomiarową. Poza tym biorąc pod uwagę niewielką masę próbki otrzymano wyższe stężenie ^{137}Cs [Bq/kg], a niska wartość masy całkowitej zaburzyła wartość obliczonej depozycji ^{137}Cs [kBq/m²].

Stężenie ^{134}Cs w okresie 1988 – 2022 zmieniało się zgodnie z okresem połowicznego zaniku, wynoszącym ok. 2 lat. Radionuklid ten, mierzalny w próbkach gleby do 1996 r. (w pojedynczych punktach – do roku 2000), obecnie nie występuje w glebach na terenie Polski.

Zmiany wartości średnich stężeń radionuklidów naturalnych (radu ^{226}Ra , aktynu ^{228}Ac i potasu ^{40}K) w powierzchniowej warstwie gleby w latach 1988 – 2022 dla Polski zaprezentowano w Tabeli 11. oraz na Rys. 18. Dla próbek pobranych jesienią 2022 roku wartości średnie zostały obliczone na podstawie wyników dla 144 punktów zlokalizowanych na obszarze siedmiu województw, a nie dla całej Polski, dlatego trudno jest je porównać z rezultatami z poprzednich lat. Wartości te są zawyżone z uwagi na to, że większość próbek pochodziła z rejonów o wyższych niż w pozostałej części kraju wartościach stężeń radionuklidów naturalnych.



Rys. 18. Zmiany wartości średnich stężeń radionuklidów naturalnych: ^{226}Ra , ^{228}Ac oraz ^{40}K w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach 1988-2022.

Różnice stężeń radionuklidów naturalnych wynikają z różnej ilości punktów poboru próbek gleby, uwzględnianych przy obliczaniu wartości średnich dla Polski w poszczególnych latach. Dla wyników uzyskanych z poboru w 2022 roku znaczenie miał fakt mniejszej ilości punktów poboru oraz doboru województw.

Średnie stężenia radionuklidów naturalnych w glebie naszego kraju w okresie 1988 – 2022 wynoszą odpowiednio:

dla ^{226}Ra – 26 Bq/kg,

dla ^{228}Ac – 23 Bq/kg;

dla ^{40}K – 412 Bq/kg.

Dla porównania, średnie światowe (tzw. „klarkowe”) stężenia naturalnych radionuklidów w glebach, zgodnie z Raportem UNSCEAR 2000 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2000 Report) wynoszą:

dla ^{226}Ra – 33 Bq/kg;

dla ^{228}Ac – 45 Bq/kg;

dla ^{40}K – 420 Bq/kg.

Jak widać, średnie wartości stężeń ^{226}Ra , ^{228}Ac i ^{40}K w glebach naszego kraju są mniejsze niż wartość średnich światowych. Poprzednie wydania UNSCEAR (np. Raport z 1982 roku) podawały niższe średnie wartości światowe: stężenie ^{226}Ra – 25 Bq/kg, stężenie ^{228}Ac – 25 Bq/kg i stężenie ^{40}K – 370 Bq/kg.

Do 2002 roku w ramach monitoringu radiologicznego środowiska prowadzono pomiary dawek promieniowania gamma metodą całkującą w cyklu rocznym, a na ich podstawie określano średnie wartości mocy dawek tła promieniowania łącznie z promieniowaniem kosmicznym oraz ziemskiego tła promieniowania gamma. Zmierzone wartości mocy dawki ziemskiego tła promieniowania gamma były zawsze zgodne z wartościami tła obliczonymi z półempirycznego wzoru [H. L. Beck and other: *The Natural Radiation Environment – U. S. Energy Research and development administration report, 1972*]:

$$\dot{D} = 0,043 S_K + 0,43 S_{\text{Ra}} + 0,66 S_{\text{Th}} \text{ [nGy/h]}$$

gdzie: S_K , S_{Ra} , S_{Th} – są odpowiednio stężeniami potasu ^{40}K , ^{226}Ra i ^{228}Th (będącego w równowadze promieniotwórczej z aktywnym ^{228}Ac) w glebie, wyrażonymi w Bq/kg.

Wartość \dot{D} określona w ten sposób odpowiada mocy dawki promieniowania gamma na wysokości 1 m nad nieograniczoną płaską powierzchnią terenu o średniej gęstości $\rho = 1,6 \text{ g/cm}^3$.

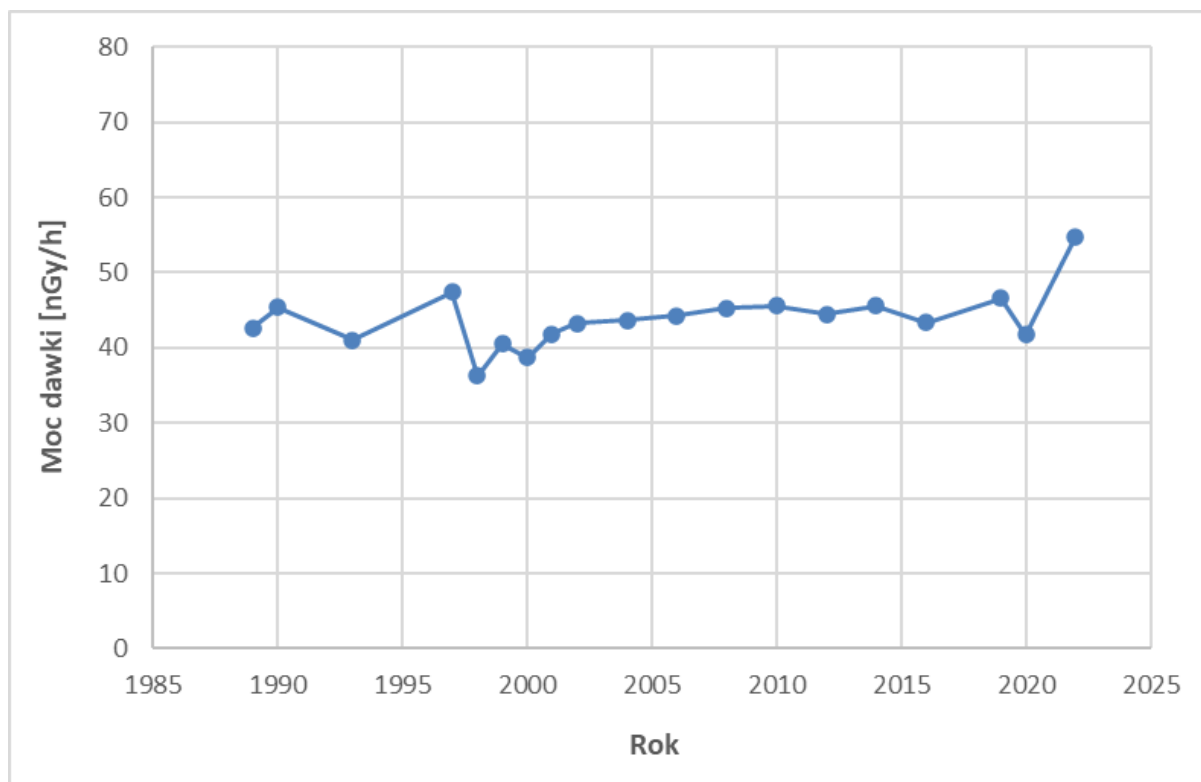
Średnia dla Polski wartość mocy dawki ziemskiego tła promieniowania gamma, obliczona z powyższego wzoru dla roku 2022 roku, przy przyjęciu średnich dla kraju wartości stężeń naturalnych radionuklidów w glebie, wynikających z pomiarów 144 próbek pobranych jesienią 2022 roku wyniosła 54,8 nGy/h.

Zmiany w czasie średnich wartości mocy dawki ziemskiej w Polsce w okresie: 1989-2022 przedstawiono w Tabeli 12. oraz na Rys. 19. W latach 1989-2020 zmiany te były niewielkie, ponieważ o wartości mocy dawki ziemskiego tła gamma decydują radionuklidy naturalne obecne w środowisku, a ich stężenia z uwagi na bardzo duże okresy ich połowicznego zaniku nie zmieniają się. Wzrost obliczonej wartości mocy dawki dla 2022 roku wiąże się w dużej mierze z faktem, iż w tym czasie pobierane były głównie próbki z województw znajdujących się na południu Polski, a więc na terenie, gdzie stężenia radionuklidów naturalnych są dużo wyższe niż w pozostałej części kraju.

Tabela 12 . Zmiany w czasie średnich wartości mocy dawki ziemskiej w Polsce w latach 1989 – 2022.

Rok	Wartość średnia mocy dawki ziemskiej [nGy/h]	Rok	Wartość średnia mocy dawki ziemskiej [nGy/h]
1989	42,7	2006*	44,3
1990	45,4	2008*	45,3
1993	41,0	2010*	45,6
1997	47,4	2012*	44,5
1998	36,3	2014*	45,6
1999	40,5	2016*	43,4
2000	38,7	2019*	46,6
2001	41,9	2020*	41,7
2002	43,3	2022*	54,8
2004*	43,7	43,8	
Średnia w latach 1989-2022:			

* - wartość mocy dawki ziemskiego tła promieniowania gamma obliczona ze średnich dla Polski stężeń naturalnych radionuklidów w glebie.



Rys. 19. Zmiany wartości mocy dawki w Polsce w latach 1989-2022.

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Niniejsze sprawozdanie stanowi podsumowanie pracy zrealizowanej w ramach Umowy Nr GIOŚ/ZP/304/2022/DMS/NFOŚ, zawartej pomiędzy Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej a Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska w dniu 08.11.2022 roku.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2002 r. podaje w § 9 ust 1 pkt 1e, iż do zadań placówek specjalistycznych, do których zalicza się Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, należy prowadzenie pomiarów zawartości izotopów promieniotwórczych w próbkach materiałów środowiskowych, w tym gleby. Określa się stężenia cezu ^{137}Cs powyżej 1 kilobekerela na metr kwadratowy (kBq/m^2). Progi mierzalności, jakie osiąga w swoich metodykach CLOR są dużo niższe od wartości podanej w ww. Rozporządzeniu.

Średnie stężenie ^{137}Cs w powierzchniowej warstwie gleby obliczone dla 144 punktów poboru zlokalizowanych na terenie siedmiu województw Polski dla próbek pobranych jesienią 2022 roku wynosi $1,96 \text{ kBq}/\text{m}^2$. Natomiast dla próbek pobranych jesienią 2020 roku wartość średnia depozycji cezu ^{137}Cs dla całej Polski wynosiła $1,13 \text{ kBq}/\text{m}^2$. Trudno jest porównać te rezultaty, ponieważ ostatni pobór nie obejmował całego kraju, a jedynie siedem województw, dla których wartości średnie depozycji ^{137}Cs w 2020 roku były najwyższe.

Po przeprowadzeniu pomiarów (sprawozdanie z drugiego etapu pracy) i wstępnej analizie otrzymanych wyników zauważono, że depozycja cezu ^{137}Cs w niektórych próbkach była wyższa niż obliczona w poprzednich latach. Znaczącą różnicę zauważono dla próbki nr 49 – Kasprowy Wierch. Sytuacja ta została opisana w poprzednim rozdziale niniejszego sprawozdania. W związku z dużymi różnicami wyników na przestrzeni lat i trudnymi do pobrania próbkami należy się zastanowić, czy nie należałoby zmienić punktu poboru gleby na inny, położony również na obszarze woj. małopolskiego, ale łatwiej dostępny i dający większe możliwości wieloletniego pobierania próbek.

Prawdopodobnie w punktach, dla których wartości depozycji cezu są większe niż dla poboru w 2020 roku, nastąpiło zmieszanie warstw gleby spowodowane dużą ilością wykopanych dołków na ograniczonej powierzchni i zasypywaniem ich w sposób naturalny lub przez człowieka.

Pomiary stężeń cezu ^{137}Cs , a także naturalnych izotopów promieniotwórczych w glebie są bardzo ważnym elementem Państwowego Monitoringu Środowiska – pozwalają na wychwycenie zmian związanych z pojawieniem się dodatkowych skażeń na terenie naszego kraju. W związku z tym monitoring radiologiczny gleby w Polsce powinien być kontynuowany w kolejnych latach.

SPIS TABEL

- Tabela 1.** Ilość próbek gleby pobranych w poszczególnych województwach (listopad 2022).
- Tabela 2.** Daty poboru próbek gleby w listopadzie 2022 roku w poszczególnych punktach - w podziale na województwa.
- Tabela 3.** Wyniki oznaczeń depozycji ^{137}Cs w próbkach gleby pobranych w listopadzie 2022 roku.
- Tabela 4.** Wartości depozycji ^{137}Cs uszeregowane od wartości maksymalnej do minimalnej - dla próbek gleby pobranych z warstwy powierzchniowej (0-10 cm) jesienią 2022 r.
- Tabela 5.** Stosunek depozycji ^{137}Cs obliczonej na podstawie stężeń w warstwie gleby (0-10) cm do depozycji obliczonej na podstawie stężeń dla warstwy gleby (0-25) cm (próbki pobrane
- Tabela 6.** Średnie, minimalne i maksymalne wartości depozycji ^{137}Cs w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Tabela 7.** Wyniki pomiarów stężeń radionuklidów naturalnych (^{226}Ra , ^{228}Ac , ^{40}K) w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Tabela 8.** Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń radu ^{226}Ra w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Tabela 9.** Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń aktynu ^{228}Ac w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Tabela 10.** Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń potasu ^{40}K w poszczególnych województwach i w Polsce* dla próbek gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Tabela 11.** Zmiany w czasie średnich depozycji ^{137}Cs i ^{134}Cs oraz średnich stężeń radionuklidów naturalnych w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach
- Tabela 12.** Zmiany w czasie średnich wartości mocy dawki ziemskiej w Polsce w latach 1989 – 2022.

* - dla 144 punktów, łącznie w 7 województwach

SPIS RYSUNKÓW

- Rys. 1.** Rozmieszczenie punktów poboru próbek gleby na terenie Polski (listopad 2022).
- Rys. 2.** Schemat poboru pojedynczej próbki gleby.
- Rys. 3.** Histogram rozkładu depozycji ^{137}Cs w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Rys. 4.** Depozycja ^{137}Cs w poszczególnych punktach poboru gleby dla próbek pobranych z warstwy powierzchniowej jesienią 2022 roku.
- Rys. 5.** Depozycja ^{137}Cs dla warstw gleby (0-10) cm oraz (0-25) cm (pobór próbek na jesieni 2022 roku).
- Rys. 6.** Średnia depozycja cezu ^{137}Cs w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (dla próbek pobranych jesienią 2022 roku).
- Rys. 7.** Rozkład średnich depozycji ^{137}Cs w województwach na obszarze Polski dla gleb pobranej na jesieni 2022 roku.
- Rys. 8.** Histogram rozkładu stężeń ^{226}Ra w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku z warstwy (0-10) cm.
- Rys. 9.** Rozkład średnich stężeń ^{226}Ra w województwach na obszarze Polski dla gleby pobranej jesienią 2022 roku.
- Rys. 10.** Średnie stężenie ^{226}Ra w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (próbki pobrane jesienią 2022 roku).
- Rys. 11.** Histogram rozkładu stężeń ^{228}Ac w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Rys. 12.** Średnie stężenie ^{228}Ac w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (próbki pobrane jesienią 2022 roku).
- Rys. 13.** Rozkład średnich stężeń ^{228}Ac w województwach na obszarze Polski dla gleby pobranej jesienią 2022 roku.
- Rys. 14.** Histogram rozkładu stężeń potasu ^{40}K w próbkach gleby pobranych jesienią 2022 roku.
- Rys. 15.** Średnie stężenie ^{40}K w poszczególnych województwach i wartość średnia dla 144 punktów z siedmiu województw – zielony słupek „POLSKA” (gleba pobrana jesienią 2022 roku).
- Rys. 16.** Rozkład średnich stężeń ^{40}K w województwach na obszarze Polski dla gleby pobranej jesienią 2022 roku.
- Rys. 17.** Zmiany średnich rocznych depozycji cezu ^{137}Cs oraz cezu ^{134}Cs w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach 1988-2022 (dla poboru w 2022 roku depozycja ^{137}Cs obliczona na podstawie wyników dla 144 punktów poboru z siedmiu województw).
- Rys. 18.** Zmiany wartości średnich stężeń radionuklidów naturalnych: ^{226}Ra , ^{228}Ac oraz ^{40}K w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach 1988-2022.
- Rys. 19.** Zmiany wartości mocy dawki w Polsce w latach 1989-2022.

ZAŁĄCZNIK 1

WYKAZ PUNKTÓW POBORU GLEBY

TABELA. Wykaz punktów poboru gleby (wraz ze współrzędnymi PUWG 1992 i wysokością nad poziomem morza) z listopada 2022 r. w podziale na województwa.

L.p.	Numer punktu	Miejscowość	Powiat	Gmina	Współrzędne PUWG 1992		Wysokość n.p.m.
					Długość	Szerokość	[m]
WOJEWÓDZTWO DOLNOŚLĄSKIE							
1	187	Ceber	głogowski	Kotla	294058.75	432877.44	70
2	230	Wrocław	miasto na prawach powiatu		353015.76	361702.02	120
3	230.1	Wrocław (25 cm)	miasto na prawach powiatu		353015.32	361698.63	120
4	231	Jelcz - Laskowice Ol.	oławski	Jelcz - Laskowice	384806.92	354240.3	134
5	232	Kudowa Zdrój	kłodzki	Kudowa Zdrój	304786.57	289356.37	406
6	233	Szczawno Zdrój	wałbrzyski	Szczawno Zdrój	305688.41	330265.01	430
7	239	Pszemno	świdnicki	Świdnica	327110.31	334744.68	220
8	241	Grabownica	milicki	Krośnice	393358.27	401242.41	119
9	242	Świeradów Zdrój	lubański	Świeradów Zdrój	242461.33	343786.3	543
10	243	Lądek Zdrój	kłodzki	Lądek Zdrój	349560.51	277497.06	461
11	244	Karpacz	karkonoski	Karpacz	272329.41	328529.73	575
12	245	Szklarska Poręba	karkonoski	Szklarska Poręba	254901.8	334110.34	700
13	246	Legnica	miasto na prawach powiatu		304949.56	373238.19	122
14	247	Kłodzko	kłodzki	Kłodzko	330632.18	288250.81	356
15	248	Chwałkowice	wołowski	Wińsko	334184.22	400684.22	180
16	249	Zgorzelec	zgorzelecki	Zgorzelec	222047.1	370757.72	203
17	253	Duszniki Zdrój	kłodzki	Duszniki Zdrój	313862.99	285809.23	570
18	254	Bogatynia	zgorzelecki	Bogatynia	217522.58	344706.26	300
19	255	Tomaszów Górny	bolesławiecki	Warta Bolesławiecka	268719.83	384602.73	190
20	259	Bolesławów	kłodzki	Stronie Śląskie	349685.79	267406.63	600
21	263	Jelenia Góra	miasto na prawach powiatu		274282.97	341944.53	342

L.p.	Numer punktu	Miejscowość	Powiat	Gmina	Współrzędne PUWG 1992		Wysokość n.p.m. [m]
					Długość	Szerokość	
WOJEWÓDZTWO DOLNOŚLĄSKIE (c.d.)							
22	266	Dobrogoszcz	strzeliński	Strzelin	360193.35	323171.78	175
23	268	Paprotki	kamiennogórski	Lubawka	284696.59	322111.72	535
24	270	Długopole Zdrój	kłodzki	Bystrzyca Kłodzka	331002.21	266995.47	393
25	271	Polkowice Dolne	polkowicki	Polkowice	295731.72	407872.48	160
26	272	Tarnów Śląski	ząbkowicki	Ząbkowice Śląskie	343758.98	303245.57	295
27	364	Jakuszyce	karkonoski	Szklarska Poręba	249489.47	334497.29	860
WOJEWÓDZTWO LUBELSKIE							
28	303	Cicibór	białski	Biała Podlaska	781492.91	475840.07	150
29	317	Terespol	białski	Terespol	816566.13	478137.58	133
30	319	Sobieszyn	rycki	Ułęż	718215.56	420801.16	160
31	320	Zamość	miasto na prawach powiatu		799732.04	323706.93	212
32	323	Bezek	chełmski	Siedliszcze	797886.75	376463.80	225
33	324	Włodawa	włodawski	Włodawa	813869.78	419387.04	177
34	325	Tomaszów Lub.	tomaszowski	Tomaszów Lubelski	812107.35	297119.79	270
35	326	Wysokie	lubelski	Wysokie	757640.42	345382.76	260
36	329	Nowa Wieś	lubartowski	Serniki	759925.51	404746.57	180
37	330	Werbkowice	hrubieszowski	Werbkowice	836325.98	331014.5	205
38	331	Lublin - Radawiec	lubelski	Konopnica	736881.47	377695.95	238
39	331.1	Lublin - Radawiec (25 cm)	lubelski	Konopnica	736881.47	377695.95	238
40	332	Puławy	puławski	Puławy	706198.01	398208.90	142
41	336	Opole Lub.	opolski	Opole Lubelskie	705981.75	368465.49	150
42	337	Jarczew	lukowski	Wola Mysłowska	704874.94	442876.33	180

L.p.	Numer punktu	Miejscowość	Powiat	Gmina	Współrzędne PUWG 1992		Wysokość n.p.m.
					Długość	Szerokość	[m]
WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE							
43	3	Biecz - Grudna	gorlicki	Biecz	665367.84	210074.69	285
44	7	Inwałd	wadowicki	Andrychów	527921.59	222269.47	300
45	14	Leskowiec	wadowicki	Andrychów	532142.49	214334.83	876
46	18	Maków Podhalański	suski	Maków Podhalański	549575.44	206711.75	360
47	23	Jastrzębia	tarnowski	Ciężkowice	636466.62	214940.49	310
48	24	Wysowa	gorlicki	Uście Gorlickie	657447.44	176783.19	519
49	25	Ptaszkowa	nowosądecki	Grybów	636277.69	194242.64	520
50	31	Krościenko	nowotarski	Krościenko nad Dunajcem	603745.50	176326.68	452
51	34	Krynica	nowosądecki	Krynica Zdrój	642194.48	172992.66	585
52	40	Muszyna	nowosądecki	Muszyna	636952.24	166399.78	445
53	41	Igołomia	krakowski	Igołomia-Wawrzeńczyce	589837.34	248136.84	202
54	42	Libertów	krakowski	Mogilany	564148.57	234291.95	314
55	43	Jabłonka	nowotarski	Jabłonka	550399.20	178529.85	615
56	44	Kraków - Obserwatorium	miasto na prawach powiatu (Kraków)		568579.40	244499.46	206
57	46	Witów	tatrzański	Kościelisko	559935.95	162541.85	835
58	47	Morskie Oko	tatrzański	Bukowina Tatrzańska	578033.44	148725.41	1408
59	49	Kasprowy Wierch	tatrzański	Zakopane	571455.87	152132.17	1991
60	50	Piwniczna	nowosądecki	Piwniczna Zdrój	624914.35	174494.16	379
61	51	Bukowina Tatrzańska	tatrzański	Bukowina Tatrzańska	579758.84	163921.32	868
62	53	Łącko	nowosądecki	Łącko	604076.56	189014.39	357
63	54	Mizerna	nowotarski	Czorsztyn	592866.26	177212.47	600
64	56	Nowy Sącz	miasto na prawach powiatu		621910.95	196894.71	292
65	57	Limanowa	limanowski	Limanowa	602258.16	203886.70	437

L.p.	Numer punktu	Miejscowość	Powiat	Gmina	Współrzędne PUWG 1992		Wysokość n.p.m.
					Długość	Szerokość	[m]
WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE (c.d.)							
66	58	Siercza	wielicki	Wieliczka	575427.48	236127.75	241
67	59	Ratułów	nowotarski	Czarny Dunajec	564134.35	169725.41	680
68	60	Kraków - Wola Justowska	miasto na prawach powiatu (Kraków)		563707.47	244461.37	205
69	63	Borusowa	dąbrowski	Gręboszów	627281.72	269361.87	171
70	64	Tarnów	miasto na prawach powiatu		642047.56	242172.35	209
71	66	Łopuszna	nowotarski	Nowy Targ	581382.96	179116.89	568
72	67	Zakopane	tatrzański	Zakopane	569804.52	158924.04	857
73	69	Hala Ornak	tatrzański	Kościelisko	562550.49	151661.58	1109
74	74	Kraków Balice	miasto na prawach powiatu (Kraków)		556857.73	245908.18	237
75	75	Łazy	bocheński	Rzezawa	607208.02	234166.42	245
76	77	Poronin	tatrzański	Poronin	575204.65	163046.94	773
77	80	Hala Gąsienicowa	tatrzański	Zakopane	573184.26	153427.38	1520
78	83	Obidowa	nowotarski	Nowy Targ	570048.79	186753.33	805
79	84	Dobczyce	myślenicki	Dobczyce	576897.10	223912.97	306
80	86	Zawoja	suski	Zawoja	537458.04	193945.63	697
81	90	Miechów	miechowski	Miechów	573441.54	277798.12	292
82	92	Rabka	nowotarski	Rabka Zdrój	569539.6	194472.09	510
83	99	Luboń Wielki	nowotarski	Rabka Zdrój	571594.89	198916.77	1022
84	179	Olewin	olkuski	Olkusz	543005.05	267919.20	390
85	365	Polana Chochołowska	tatrzański	Kościelisko	557386.82	152447.38	1147
WOJEWÓDZTWO MAZOWIECKIE							
86	109	Ostrołęka	miasto na prawach powiatu		669727.43	580822.2	94
87	117	Myszyniec	ostrołęcki	Myszyniec	656262.15	615835.52	120

L.p.	Numer punktu	Miejscowość	Powiat	Gmina	Współrzędne P UWG 1992		Wysokość n.p.m. [m]
					Długość	Szerokość	
WOJEWÓDZTWO MAZOWIECKIE (c.d.)							
88	121	Pułtusk	pułtuski	Pułtusk	641100.27	542251.1	95
89	298	Warszawa - Okęcie	miasto na prawach powiatu (Warszawa)		634094.18	479229.3	106
90	299	Mława	mławski	Mława	591094.15	582958.11	147
91	299.1	Mława (25 cm)	mławski	Mława	591094.15	582958.11	147
92	300	Niegów	wyszowski	Zabrodzie	662050.63	518703.77	90
93	301	Warszawa - Obs. Astr. UW	miasto na prawach powiatu (Warszawa)		638539.35	485462.26	110
94	302	Kawęczyn	sochaczewski	Teresin	592303.17	479252.4	90
95	306	Poświętne	płoński	Płońsk	593530.94	530772.15	101
96	307	Siedlce	miasto na prawach powiatu		721760.19	484395.17	152
97	308	Platerów	łosicki	Platerów	760900.17	500158.06	150
98	309	Płock - Trzepowo	miasto na prawach powiatu (Płock)		549153.16	524986.58	106
99	310	Legionowo	legionowski	Legionowo	633023.04	506466.1	94
100	316	Brwinów	pruszkowski	Brwinów	616972.31	476225.41	96
101	328	Świder	otwocki	Otwock	653148.86	474526.4	94
102	339	Grabowiec	lipski	Rzeczniów	666941.26	362167.23	210
103	351	Kozienice	kozienicki	Kozienice	676243.27	413984.98	123
104	352	Łaziska	szydłowiecki	Orońsko	634153.20	385884.80	180
105	370	Warszawa - CLOR	miasto na prawach powiatu (Warszawa)		635477.68	494715.84	83
WOJEWÓDZTWO OPOLSKIE							
106	156	Opole	miasto na prawach powiatu		427091.95	307169.70	176
107	163	Sukowice - Zakrzów	kędzierzyńsko-kozielski	Cisek	440837.22	266505.52	180
108	165	Głubczyce	głubczycki	Głubczyce	413982.46	257878.02	290

L.p.	Numer punktu	Miejscowość	Powiat	Gmina	Współrzędne P UWG 1992		Wysokość n.p.m. [m]
					Długość	Szerokość	
WOJEWÓDZTWO OPOLSKIE (c.d.)							
109	172	Stare Olesno	oleski	Olesno	455276.12	337713.39	230
110	184	Prudnik	prudnicki	Prudnik	397733.07	273571.04	265
111	229	Namysłów	namysłowski	Namysłów	411111.98	358416.2	155
112	235	Korfantów	nyski	Korfantów	400759.21	292073.25	200
113	236	Grodków	brzeski	Grodków	386156.7	313405.59	170
114	240	Głuchołazy	nyski	Głuchołazy	385174.16	271811.16	350
115	267	Otmuchów	nyski	Otmuchów	369934.53	291061.75	212
WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE							
116	6	Laliki	żywiecki	Milówka	501160.92	186376.75	680
117	19	Nowy Dwór	żywiecki	Radziechowy-Wieprz	511541.5	198122.79	380
118	88	Międzybrodzie Bialskie	żywiecki	Czernichów	514102.84	213572.06	325
119	157	Ząbkowice	Dzielnica Dąbrowy Gómiczej - miasta na prawach powiatu		519788.3	277671.26	310
120	158	Częstochowa	miasto na prawach powiatu		506447.51	327215.44	293
121	159	Bieruń Stary	bieruńsko-lędziński	Bieruń	506771.42	246326.56	255
122	160	Katowice Pyrzowice LBM	tarnogórski	Ożarowice	505403.78	289527.73	303
123	161	Czekanów	tarnogórski	Zbrosławice	480705.54	275697.2	245
124	162	Wisła	cieszyński	Wisła	489990.49	198607.30	430
125	164	Świerklaniec	tarnogórski	Świerklaniec	495910.22	284632.79	285
126	168	Bielsko Biała	miasto na prawach powiatu		500020.92	215536.32	398
127	170	Brenna	cieszyński	Brenna	490693.34	209576.59	350
128	173	Jastrzębie	miasto na prawach powiatu (Jastrzębie Zdrój)		468730.86	230961.15	280
129	174	Racibórz	raciborski	Racibórz	442101.94	244067.38	205
130	175	Lgota Górna	myszkowski	Kozie Głowy	516645.50	303790.73	325

L.p.	Numer punktu	Miejscowość	Powiat	Gmina	Współrzędne PUWG 1992		Wysokość n.p.m.
					Długość	Szerokość	[m]
WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE (c.d.)							
131	177	Pszczyna	pszczyński	Pszczyna	494212.95	236483.86	270
132	178	Cieszyn	cieszyński	Cieszyn	474682.07	209698.59	300
133	180	Istebna Kubalonka	cieszyński	Istebna	492855.06	192925.80	780
134	181	Rybnik	miasto na prawach powiatu		466588.67	248582.57	245
135	182	Katowice	miasto na prawach powiatu		502330.62	263713.88	284
136	182.1	Katowice (25 cm)	miasto na prawach powiatu		502330.62	263713.88	284
137	367	Droniowice	lubliniecki	Kochanowice	486436.71	314263.65	256
WOJEWÓDZTWO ŚWIĘTOKRZYSKIE							
138	72	Sandomierz	sandomierski	Sandomierz	691743.50	317921.86	217
139	89	Szaniec	buski	Busko Zdrój	619630.18	296597.79	265
140	96	Sadków	kielecki	Łągów	646523.94	320915.5	360
141	98	Staszów	staszowski	Staszów	654596.23	305375.45	205
142	104	Sielec	kazimierski	Skalbmierz	601103.32	273341.47	200
143	105	Kielce-Suków	miasto na prawach powiatu (Kielce)		619185.55	328424.72	260
144	105.1	Kielce - Suków (25 cm)	miasto na prawach powiatu (Kielce)		619185.55	328424.72	260
145	346	Włochów	konecki	Stąporków	612851.43	360361.21	345
146	347	Bodzentyn	kielecki	Bodzentyn	637045.43	344060.37	270
147	348	Święty Krzyż	kielecki	Nowa Słupia	644334.19	334511.39	575
148	349	Bogusławice	opatowski	Sadowie	669735.51	332950.45	245
149	368	Kliszów	pińczowski	Kije	590135.31	310338.56	256

ZAŁĄCZNIK 2

**WYNIKI PRZEPROWADZONYCH OZNACZEŃ
(ARKUSZ MS EXCEL)**

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Powiat	Gmina	DLG	SZG	DLG_92	SZG_92	Wysokość nppm [m]	Masa całk. [kg]	Masa próbki [kg]
3	Biecz-Grudna	Małopolskie	gorlicki	Biecz	21.30	49.73	665367.84	210074.69	285	2.595	0.550
6	Laliki	Śląskie	żywiecki	Milówka	19.02	49.55	501160.92	186376.75	680	2.055	0.460
7	Inwałd	Małopolskie	wadowicki	Andrychów	19.43	49.88	527921.59	222269.47	300	3.105	0.590
14	Leskowiec	Małopolskie	wadowicki	Andrychów	19.45	49.80	532142.49	214334.83	876	1.380	0.460
18	Maków Podhalański	Małopolskie	suski	Maków Podhalański	19.68	49.73	549575.44	206711.75	360	3.350	0.570
19	Nowy Dwór	Śląskie	żywiecki	Radziechowy-Wieprz	19.17	49.65	511541.5	198122.79	380	3.120	0.550
23	Jastrzębia	Małopolskie	tarnowski	Ciężkowice	20.90	49.78	636466.62	214940.49	310	4.120	0.530
24	Wysowa	Małopolskie	gorlicki	Uście Gorlickie	21.18	49.43	657447.44	176783.19	519	2.395	0.475
25	Płaszowa	Małopolskie	nowosądecki	Grybów	20.88	49.60	636277.69	194242.64	520	2.780	0.510
31	Krościenko	Małopolskie	nowotarski	Krościenko nad Dunajcem	20.43	49.45	603745.50	176326.68	452	3.300	0.540
34	Krynica	Małopolskie	nowosądecki	Krynica Zdrój	20.97	49.42	642194.48	172992.66	585	3.235	0.500
40	Muszyna	Małopolskie	nowosądecki	Muszyna	20.88	49.35	636952.24	166399.78	445	3.095	0.665
41	Igolomia	Małopolskie	krakowski	Igolomia-Wawrzeńczyce	20.27	50.10	589837.34	248136.84	202	3.010	0.560
42	Libertów	Małopolskie	krakowski	Mogilany	19.90	49.97	564148.57	234291.95	314	4.030	0.570
43	Jablonka	Małopolskie	nowotarski	Jablonka	19.70	49.47	550399.20	178529.85	615	2.805	0.625
44	Kraków-Observatorium	Małopolskie	miasto na prawach powiatu (Kraków)		19.97	50.07	568579.40	244499.46	206	2.830	0.625
46	Witów	Małopolskie	tatrzański	Kościełisko	19.83	49.33	559935.95	162541.85	835	2.500	0.530
47	Morskie Oko	Małopolskie	tatrzański	Bukowina Tatrzańska	20.08	49.20	578033.44	148725.41	1408	1.755	0.500
49	Kasprowy Wierch	Małopolskie	tatrzański	Zakopane	19.98	49.23	571455.87	152132.17	1991	1.065	0.285
50	Piwniczna	Małopolskie	nowosądecki	Piwniczna Zdrój	20.70	49.43	624914.35	174494.16	379	3.750	0.650
51	Bukowina Tatrzańska	Małopolskie	tatrzański	Bukowina Tatrzańska	20.12	49.35	579758.84	163921.32	868	2.495	0.495
53	Łącko	Małopolskie	nowosądecki	Łącko	20.45	49.57	604076.56	189014.39	357	2.705	0.565
54	Mizerna	Małopolskie	nowotarski	Czorsztyn	20.28	49.47	592866.26	177212.47	600	3.135	0.465
56	Nowy Sącz	Małopolskie	miasto na prawach powiatu		20.70	49.62	621910.95	196894.71	292	2.925	0.630
57	Limanowa	Małopolskie	limanowski	Limanowa	20.43	49.68	602258.16	203886.70	437	2.495	0.515
58	Siercza	Małopolskie	wielicki	Wieliczka	20.05	50.00	575427.48	236127.75	241	2.985	0.620
59	Ratułów	Małopolskie	nowotarski	Czarny Dunajec	19.88	49.40	564134.35	169725.41	680	2.650	0.560
60	Kraków-Wola Justowska	Małopolskie	miasto na prawach powiatu (Kraków)		19.90	50.07	563707.47	244461.37	205	2.610	0.625

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Ra-226 [Bq/kg]	Niepewność Ra-226 [Bq/kg]	Ac-228 [Bq/kg]	Niepewność Ac-228 [Bq/kg]	K-40 [Bq/kg]	Niepewność K-40 [Bq/kg]	Cs137_kg [Bq/kg]	Niepewność Cs-137 [Bq/kg]	Cs137_m2 [kBq/m2]	Niepewność Cs-137 [kBq/m2]	Data poboru	Data pomiaru
3	Biecz-Grudna	Małopolskie	44.0	2.7	43.3	1.1	547	14	4.88	0.15	0.48	0.01	2022-11-17	2023-05-30
6	Laliki	Śląskie	27.5	1.9	33.3	0.9	510	13	14.03	0.34	1.10	0.03	2022-11-16	2023-02-14
7	Inwałd	Małopolskie	43.5	2.7	44.7	1.1	614	16	46.94	0.99	5.57	0.12	2022-11-24	2023-07-12
14	Leskowiec	Małopolskie	40.5	2.6	42.9	1.1	703	18	127.90	2.63	6.74	0.14	2022-11-14	2023-06-02
18	Maków Podhalański	Małopolskie	28.8	1.9	31.8	0.8	454	12	14.00	0.33	1.79	0.04	2022-11-16	2023-05-19
19	Nowy Dwór	Śląskie	34.0	2.2	39.7	1.0	529	14	17.58	0.40	2.10	0.05	2022-11-16	2023-03-02
23	Jastrzębia	Małopolskie	43.7	2.7	48.1	1.2	647	17	5.59	0.17	0.88	0.03	2022-11-17	2023-06-07
24	Wysowa	Małopolskie	43.1	2.7	45.7	1.1	648	17	9.30	0.25	0.85	0.02	2022-11-17	2023-07-06
25	Płaszkowa	Małopolskie	39.1	2.5	43.6	1.1	686	18	10.96	0.27	1.16	0.03	2022-11-17	2023-07-04
31	Krościenko	Małopolskie	36.1	2.3	37.5	1.0	545	14	7.64	0.20	0.96	0.03	2022-11-16	2023-05-18
34	Krynica	Małopolskie	38.2	2.4	40.0	1.0	588	15	10.68	0.27	1.32	0.03	2022-11-18	2023-07-07
40	Muszyna	Małopolskie	25.4	3.9	28.6	0.8	470	14	8.44	0.22	1.00	0.03	2022-11-18	2023-05-24
41	Igolomia	Małopolskie	34.8	2.2	38.3	1.0	601	16	10.17	0.25	1.17	0.03	2022-11-17	2023-06-27
42	Libertów	Małopolskie	38.8	2.4	42.8	1.1	540	14	20.38	0.46	3.14	0.07	2022-11-21	2023-07-05
43	Jablonka	Małopolskie	29.2	4.4	28.2	0.8	525	15	18.88	0.43	2.02	0.05	2022-11-16	2023-06-14
44	Kraków-Observatorium	Małopolskie	38.0	5.7	26.4	0.7	277	8	25.07	0.56	2.71	0.06	2022-11-18	2023-06-15
46	Wiłów	Małopolskie	48.8	3.0	37.7	1.0	633	16	20.81	0.47	1.99	0.04	2022-11-16	2023-05-23
47	Morskie Oko	Małopolskie	18.1	1.4	32.0	0.8	632	16	55.62	1.17	3.73	0.08	2022-11-17	2023-06-23
49	Kasprowy Wierch	Małopolskie	42.0	3.0	49.8	1.4	648	17	237.01	4.90	9.64	0.20	2022-11-20	2023-07-11
50	Płwniczna	Małopolskie	25.8	3.9	27.5	0.7	474	14	6.45	0.18	0.92	0.03	2022-11-18	2023-06-13
51	Bukowina Tatrzańska	Małopolskie	40.0	2.5	41.4	1.1	652	17	18.13	0.42	1.73	0.04	2022-11-17	2023-06-12
53	Łącko	Małopolskie	30.0	2.0	34.7	0.9	537	14	5.97	0.17	0.62	0.02	2022-11-16	2023-05-11
54	Mizerna	Małopolskie	43.5	2.8	44.5	1.1	636	17	11.64	0.30	1.39	0.04	2022-11-16	2023-06-30
56	Nowy Sącz	Małopolskie	28.9	4.4	31.6	0.8	457	14	7.59	0.20	0.85	0.02	2022-11-18	2023-05-29
57	Limanowa	Małopolskie	44.0	2.8	52.2	1.3	751	19	7.78	0.21	0.74	0.02	2022-11-16	2023-06-28
58	Siercza	Małopolskie	32.2	4.9	32.0	0.8	469	14	2.56	0.10	0.29	0.01	2022-11-21	2023-05-09
59	Ratułów	Małopolskie	30.4	2.0	32.3	0.8	406	11	7.03	0.19	0.71	0.02	2022-11-16	2023-06-05
60	Kraków-Wiola Justowska	Małopolskie	45.0	6.8	35.0	0.9	489	14	15.85	0.37	1.58	0.04	2022-11-21	2023-05-10

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Powiat	Gmina	DLG	SZG	DLG_92	SZG_92	Wysokość npm [m]	Masa calc. [kg]	Masa próbki [kg]
63	Borusowa	Małopolskie	dąbrowski	Gręboszów	20.80	50.28	627281.72	269361.87	171	2.620	0.570
64	Tarnów	Małopolskie	miasto na prawach powiatu		20.98	50.03	642047.56	242172.35	209	3.350	0.740
66	Łopuszna	Małopolskie	nowotarski	Nowy Targ	20.13	49.48	581382.96	179116.89	568	3.925	0.580
67	Zakopane	Małopolskie	tatrzański	Zakopane	19.95	49.30	569804.52	158924.04	857	2.370	0.550
69	Hala Ornak	Małopolskie	tatrzański	Kościelisko	19.87	49.23	562550.49	151661.58	1109	1.475	0.420
72	Sandomierz	Świętokrzyskie	sandomierski	Sandomierz	21.72	50.70	691743.50	317921.86	217	3.380	0.540
74	Kraków Balice	Małopolskie	miasto na prawach powiatu (Kraków)		19.80	50.08	556857.73	245908.18	237	2.520	0.525
75	Łazy	Małopolskie	bocheński	Rzezawa	20.50	49.97	607208.02	234166.42	245	1.960	0.540
77	Poronin	Małopolskie	tatrzański	Poronin	20.03	49.33	575204.65	163046.94	773	2.010	0.480
80	Hala Gąsienicowa	Małopolskie	tatrzański	Zakopane	20.00	49.25	573184.26	153427.38	1520	2.790	0.570
83	Obidowa	Małopolskie	nowotarski	Nowy Targ	19.97	49.55	570048.79	186753.33	805	2.590	0.515
84	Dobczyce	Małopolskie	myślenicki	Dobczyce	20.07	49.88	576897.10	223912.97	306	2.450	0.540
86	Zawoja	Małopolskie	suski	Zawoja	19.52	49.62	537458.04	193945.63	697	1.860	0.510
88	Międybrodzie Białskie	Śląskie	żywiecki	Czernichów	19.20	49.80	514102.84	213572.06	325	2.825	0.545
89	Szaniec	Świętokrzyskie	buski	Busko Zdrój	20.70	50.53	619630.18	296597.79	265	3.075	0.770
90	Miechów	Małopolskie	miechowski	Miechów	20.03	50.37	573441.54	277798.12	292	3.355	0.560
92	Rabka	Małopolskie	nowotarski	Rabka Zdrój	19.97	49.62	569539.6	194472.09	510	2.630	0.620
96	Sadków	Świętokrzyskie	kielecki	Łągów	21.08	50.73	646523.94	320915.5	360	3.355	0.630
98	Staszów	Świętokrzyskie	staszowski	Staszów	21.18	50.60	654596.23	305375.45	205	3.130	0.730
99	Luboń Wielki	Małopolskie	nowotarski	Rabka Zdrój	20.00	49.65	571594.89	198916.77	1022	1.795	0.440
104	Sielec	Świętokrzyskie	kazimierski	Skalbierz	20.42	50.32	601103.32	273341.47	200	3.315	0.585
105	Kielce-Suków	Świętokrzyskie	miasto na prawach powiatu (Kielce)		20.70	50.82	619185.55	328424.72	260	3.020	0.695
109	Ostrołęka	Mazowieckie	miasto na prawach powiatu		21.53	53.07	669727.43	580822.2	94	2.780	0.690
117	Myszyniec	Mazowieckie	ostrołęcki	Myszyniec	21.58	53.38	656262.15	615835.52	120	1.880	0.660
121	Pułtusk	Mazowieckie	pułtusk	Pułtusk	21.10	52.73	641100.27	542251.1	95	3.440	0.665
156	Opole	Opolskie	miasto na prawach powiatu		17.97	50.67	427091.95	307169.70	176	3.575	0.750
157	Ząbkowice	Śląskie	Dzielnica Dąbrowy Górniczej - miasto na prawach powiatu		19.28	50.37	519788.3	277671.26	310	2.320	0.750
158	Częstochowa	Śląskie	miasto na prawach powiatu		19.10	50.82	506447.51	327215.44	293	2.115	0.585

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Ra-226 [Bq/kg]	Niepuwność Ra-226 [Bq/kg]	Ac-228 [Bq/kg]	Niepuwność Ac-228 [Bq/kg]	K-40 [Bq/kg]	Niepuwność K-40 [Bq/kg]	Cs137_kg [Bq/kg]	Niepuwność Cs-137 [Bq/kg]	Cs137_m2 [kBq/m2]	Niepuwność Cs-137 [kBq/m2]	Data poboru	Data pomiaru
63	Borusowa	Małopolskie	33.3	2.1	34.3	0.9	541	14	9.63	0.24	0.96	0.02	2022-11-17	2023-06-26
64	Tarnów	Małopolskie	10.2	1.6	11.5	0.4	273	8	7.77	0.20	0.99	0.03	2022-11-16	2023-05-16
66	Łopuszna	Małopolskie	36.0	2.3	37.3	0.9	520	13	7.30	0.19	1.09	0.03	2022-11-16	2023-07-13
67	Zakopane	Małopolskie	46.2	2.9	38.5	1.0	619	16	21.13	0.47	1.91	0.04	2022-11-17	2023-05-31
69	Hala Ornak	Małopolskie	60.6	3.8	48.6	1.2	749	19	79.86	1.67	4.50	0.09	2022-11-16	2023-07-10
72	Sandomierz	Świętokrzyskie	34.7	2.2	37.4	0.9	595	15	18.06	0.41	2.33	0.05	2022-11-18	2023-06-29
74	Kraków Balice	Małopolskie	36.0	2.3	40.1	1.0	597	15	23.40	0.52	2.25	0.05	2022-11-21	2023-06-22
75	Łazy	Małopolskie	42.3	2.6	45.0	1.1	618	16	10.77	0.27	0.81	0.02	2022-11-16	2023-05-15
77	Poronin	Małopolskie	40.6	2.6	39.9	1.0	482	13	22.35	0.50	1.72	0.04	2022-11-16	2023-05-12
80	Hala Gąsienicowa	Małopolskie	30.5	2.0	31.6	0.8	996	25	31.71	0.68	3.38	0.07	2022-11-17	2023-05-22
83	Obidowa	Małopolskie	30.2	2.0	32.1	0.8	494	13	13.97	0.33	1.38	0.03	2022-11-17	2023-06-20
84	Dobczyce	Małopolskie	39.0	2.5	40.2	1.0	543	14	40.54	0.86	3.79	0.08	2022-11-16	2023-05-26
86	Zawoja	Małopolskie	32.1	2.1	36.7	0.9	521	14	43.80	0.93	3.11	0.07	2022-11-15	2023-06-01
88	Międzybrodzie Bielskie	Śląskie	35.6	2.3	37.5	1.0	541	14	45.83	0.97	4.95	0.10	2022-11-24	2023-06-19
89	Szaniec	Świętokrzyskie	18.6	2.8	8.4	0.3	138	4	17.35	0.39	2.04	0.05	2022-11-17	2023-06-21
90	Miechów	Małopolskie	34.6	2.2	38.8	1.0	613	16	6.82	0.19	0.87	0.02	2022-11-18	2023-06-06
92	Rabka	Małopolskie	36.8	5.6	34.5	0.9	509	15	16.51	0.38	1.66	0.04	2022-11-16	2023-05-05
96	Sadków	Świętokrzyskie	35.3	5.3	34.2	0.9	612	18	5.95	0.17	0.76	0.02	2022-11-18	2023-05-08
98	Staszów	Świętokrzyskie	17.4	2.7	15.2	0.5	252	8	6.31	0.17	0.75	0.02	2022-11-18	2023-07-17
99	Luboń Wielki	Małopolskie	43.1	2.8	45.1	1.2	740	19	29.23	0.65	2.00	0.04	2022-11-23	2023-06-09
104	Sielec	Świętokrzyskie	29.2	1.9	27.7	0.7	443	12	6.27	0.17	0.79	0.02	2022-11-18	2023-07-14
105	Kielce-Suków	Świętokrzyskie	14.4	2.3	14.2	0.4	259	8	9.20	0.23	1.06	0.03	2022-11-17	2023-05-25
109	Ostrołęka	Mazowieckie	13.4	2.1	13.4	0.4	370	11	4.79	0.14	0.51	0.01	2022-11-23	2023-01-10
117	Myszyniec	Mazowieckie	14.2	2.2	10.8	0.4	298	9	14.06	0.33	1.01	0.02	2022-11-23	2023-01-20
121	Pułusk	Mazowieckie	25.1	3.8	30.3	0.8	670	20	8.04	0.21	1.06	0.03	2022-11-23	2023-01-30
156	Opole	Opolskie	15.2	2.4	14.4	0.4	284	9	54.13	1.14	7.39	0.16	2022-11-24	2023-02-08
157	Ząbkowice	Śląskie	8.5	1.4	6.0	0.2	145	5	39.16	0.83	3.47	0.07	2022-11-21	2023-02-13
158	Częstochowa	Śląskie	19.2	1.4	33.2	0.8	213	6	12.15	0.29	0.98	0.02	2022-11-21	2023-03-08

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Powiat	Gmina	DLG	SZG	DLG_92	SZG_92	Wysokość nppm [m]	Masa całk. [kg]	Masa próbki [kg]
159	Bieruń Stary	Śląskie	bieruńsko-łęczyński	Bieruń	19.10	50.08	506771.42	246326.56	255	2.625	0.760
160	Katowice Pyrzowice LBM	Śląskie	tarnogórski	Ozarowice	19.08	50.48	505403.78	289527.73	303	4.145	0.780
161	Czekanów	Śląskie	tarnogórski	Zbrostławice	18.73	50.35	480705.54	275697.2	245	2.915	0.575
162	Wisła	Śląskie	cieszyński	Wisła	18.87	49.65	489990.49	198607.30	430	2.190	0.560
163	Sukowice-Zakrzów	Opolskie	kędzierzyńsko-kozielski	Cisek	18.17	50.27	440837.22	266505.52	180	2.855	0.540
164	Świerklaniec	Śląskie	tarnogórski	Świerklaniec	18.95	50.43	495910.22	284632.79	285	2.460	0.630
165	Głubczyce	Opolskie	głubczycki	Głubczyce	17.80	50.18	413982.46	257878.02	290	3.140	0.530
168	Białsko Biała	Śląskie	miasto na prawach powiatu		19.00	49.80	500020.92	215536.32	398	3.390	0.575
170	Brenna	Śląskie	cieszyński	Brenna	18.87	49.75	490693.34	209576.59	350	2.435	0.550
172	Stare Olesno	Opolskie	oleski	Olesno	18.37	50.90	455276.12	337713.39	230	3.025	0.600
173	Jastrzębie	Śląskie	miasto na prawach powiatu (Jastrzębie Zdrój)		18.63	49.97	468730.86	230961.15	280	3.015	0.600
174	Racibórz	Śląskie	raciborski	Racibórz	18.20	50.05	442101.94	244067.38	205	3.110	0.580
175	Lgota Górna	Śląskie	myszkowski	Kozie Głowy	19.23	50.60	516645.50	303790.73	325	2.720	0.635
177	Pszczyna	Śląskie	pszczyński	Pszczyna	18.92	50.00	494212.95	236483.86	270	2.200	0.610
178	Cieszyn	Śląskie	cieszyński	Cieszyn	18.65	49.75	474682.07	209698.59	300	3.225	0.540
179	Olewin	Małopolskie	olkuski	Olkusz	19.62	50.28	543005.05	267919.20	390	3.240	0.660
180	Istebna Kubalonka	Śląskie	cieszyński	Istebna	18.90	49.60	492855.06	192925.80	780	2.400	0.515
181	Rybnik	Śląskie	miasto na prawach powiatu		18.55	50.10	466588.67	248582.57	245	3.000	0.675
182	Katowice	Śląskie	miasto na prawach powiatu		19.03	50.23	502330.62	263713.88	284	3.520	0.580
184	Prudnik	Opolskie	prudnicki	Prudnik	17.57	50.32	397733.07	273571.04	265	3.045	0.550
187	Ceber	Dolnośląskie	gólgowski	Kotla	16.00	51.72	294058.75	432877.44	70	3.850	0.600
229	Namysłów	Opolskie	namysłowski	Namysłów	17.73	51.08	411111.98	358416.2	155	4.075	0.745
230	Wrocław	Dolnośląskie	miasto na prawach powiatu		16.88	51.10	353015.76	361702.02	120	3.610	0.620
231	Jelcz-Laskowice Ol.	Dolnośląskie	olewski	Jelcz - Laskowice	17.35	51.05	384806.92	354240.3	134	3.865	0.600
232	Kudowa Zdrój	Dolnośląskie	kłodzki	Kudowa Zdrój	16.25	50.45	304786.57	289356.37	406	3.225	0.560
233	Szczawno Zdrój	Dolnośląskie	walbrzyński	Szczawno Zdrój	16.25	50.80	305688.41	330265.01	430	3.900	0.550
235	Korfantów	Opolskie	nycki	Korfantów	17.60	50.48	400759.21	292073.25	200	2.625	0.655
236	Grodków	Opolskie	brzeski	Grodków	17.40	50.68	386156.7	313405.59	170	4.200	0.630

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Ra-226 [Bq/kg]	Niepewność Ra-226 [Bq/kg]	Ac-228 [Bq/kg]	Niepewność Ac-228 [Bq/kg]	K-40 [Bq/kg]	Niepewność K-40 [Bq/kg]	Cs-137 kg [Bq/kg]	Niepewność Cs-137 [Bq/kg]	Cs137_m2 [kBq/m2]	Niepewność Cs-137 [kBq/m2]	Data poboru	Data pomiaru
159	Bieruń Stary	Śląskie	12.1	1.9	9.6	0.3	230	7	11.82	0.28	1.19	0.03	2022-11-16	2023-02-03
160	Katowice Pyrzowice LBM	Śląskie	15.3	2.4	8.8	0.3	175	5	3.61	0.11	0.57	0.02	2022-11-22	2023-03-07
161	Czekanów	Śląskie	22.3	1.5	24.2	0.7	407	11	7.20	0.19	0.80	0.02	2022-11-18	2023-03-10
162	Wisła	Śląskie	31.3	2.0	35.0	0.9	519	13	36.00	0.77	3.01	0.06	2022-11-16	2023-02-27
163	Sukowice-Zakrzów	Opolskie	36.9	2.4	38.6	1.0	583	15	23.75	0.53	2.59	0.06	2022-11-24	2023-03-09
164	Świerklaniec	Śląskie	22.3	3.4	22.2	0.6	359	11	5.80	0.16	0.54	0.02	2022-11-22	2023-02-23
165	Głubczyce	Opolskie	40.7	2.6	42.0	1.1	648	17	8.63	0.22	1.03	0.03	2022-11-24	2023-03-13
168	Bielisko Biała	Śląskie	41.1	2.6	45.1	1.1	600	15	12.62	0.30	1.63	0.04	2022-11-28	2023-03-01
170	Brenna	Śląskie	29.0	1.9	35.3	0.9	530	14	13.52	0.32	1.26	0.03	2022-11-28	2023-03-03
172	Stare Olesno	Opolskie	26.2	4.0	22.5	0.6	434	13	32.96	0.72	3.81	0.08	2022-11-22	2023-02-07
173	Jastrzębie	Śląskie	44.4	6.7	47.3	1.2	611	18	24.81	0.55	2.86	0.06	2022-11-18	2023-02-22
174	Racibórz	Śląskie	31.9	2.1	35.6	0.9	517	13	25.28	0.55	3.00	0.07	2022-11-18	2023-03-06
175	Lgota Góra	Śląskie	27.9	4.3	32.5	0.8	520	15	9.25	0.23	0.96	0.02	2022-11-21	2023-02-24
177	Pszczyna	Śląskie	22.3	3.4	19.3	0.6	343	10	15.00	0.35	1.26	0.03	2022-11-28	2023-02-21
178	Cieszyn	Śląskie	35.8	2.3	43.1	1.1	551	14	9.57	0.24	1.18	0.03	2022-11-28	2023-02-28
179	Olewin	Małopolskie	15.2	2.4	17.4	0.5	271	8	7.45	0.19	0.92	0.02	2022-11-21	2023-02-15
180	Istebna Kubalonka	Śląskie	33.3	2.2	37.8	1.0	525	14	39.13	0.84	3.59	0.08	2022-11-16	2023-03-14
181	Rybnik	Śląskie	19.2	3.0	15.1	0.5	275	8	15.37	0.35	1.76	0.04	2022-11-18	2023-02-20
182	Katowice	Śląskie	20.3	1.4	21.7	0.6	348	9	24.96	0.55	3.36	0.07	2022-11-23	2023-02-17
184	Prudnik	Opolskie	31.8	2.1	35.2	0.9	572	15	19.37	0.44	2.25	0.05	2022-11-24	2023-02-09
187	Ceber	Dolnośląskie	33.1	5.0	33.5	0.9	402	12	3.76	0.12	0.55	0.02	2022-11-21	2023-04-05
229	Namysłów	Opolskie	15.9	2.5	17.2	0.5	357	11	2.10	0.08	0.33	0.01	2022-11-24	2023-03-22
230	Wrocław	Dolnośląskie	29.5	4.5	28.7	0.8	463	14	7.76	0.20	1.07	0.03	2022-11-23	2023-04-17
231	Jelcz-Laskowice Ol.	Dolnośląskie	23.4	3.6	20.7	0.6	440	13	7.83	0.21	1.16	0.03	2022-11-23	2023-04-14
232	Kudowa Zdrój	Dolnośląskie	41.3	2.6	35.7	0.9	520	14	11.45	0.28	1.41	0.03	2022-11-18	2023-04-28
233	Szczawno Zdrój	Dolnośląskie	30.9	2.0	28.6	0.8	474	12	4.12	0.13	0.61	0.02	2022-11-23	2023-05-02
235	Korfantów	Opolskie	23.4	3.6	23.5	0.7	559	16	27.13	0.60	2.72	0.06	2022-11-22	2023-04-04
236	Grodków	Opolskie	31.9	4.8	32.3	0.8	595	17	17.02	0.39	2.73	0.06	2022-11-22	2023-04-12

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Powiat	Gmina	DLG	SZG	DLG_92	SZG_92	Wysokość npm [m]	Masa całk. [kg]	Masa próbki [kg]
239	Pszemno	Dolnośląskie	świdnicki	Świdnica	16.55	50.85	327110.31	334744.68	220	4.335	0.590
240	Glucholazy	Opolskie	nyski	Glucholazy	17.38	50.30	385174.16	271811.16	350	4.485	0.595
241	Grabownica	Dolnośląskie	milicki	Krośnice	17.45	51.47	393358.27	401242.41	119	3.725	0.770
242	Świeradów Zdrój	Dolnośląskie	lubański	Świeradów Zdrój	15.33	50.90	242461.33	343786.3	543	3.065	0.470
243	Łądek Zdrój	Dolnośląskie	klodzki	Łądek Zdrój	16.88	50.35	349560.51	277497.06	461	3.025	0.530
244	Karpacz	Dolnośląskie	karkonoski	Karpacz	15.78	50.78	272329.41	328529.73	575	2.830	0.560
245	Szklarska Poręba	Dolnośląskie	karkonoski	Szklarska Poręba	15.53	50.83	254901.8	334110.34	700	1.960	0.485
246	Legnica	Dolnośląskie	miasto na prawach powiatu		16.20	51.20	304949.56	373238.19	122	3.155	0.545
247	Kłodzko	Dolnośląskie	klodzki	Kłodzko	16.62	50.43	330632.18	288250.81	356	3.055	0.530
248	Chwałowice	Dolnośląskie	wrocławski	Wińsko	16.62	51.45	334184.22	400684.22	180	4.480	0.850
249	Zgorzelec	Dolnośląskie	zgorzelecki	Zgorzelec	15.03	51.13	222047.1	370757.72	203	3.395	0.680
253	Duszniki Zdrój	Dolnośląskie	klodzki	Duszniki Zdrój	16.38	50.42	313862.99	285809.23	570	2.045	0.520
254	Bogatynia	Dolnośląskie	zgorzelecki	Bogatynia	14.98	50.90	217522.58	344706.26	300	3.910	0.570
255	Tomaszów Górny	Dolnośląskie	bolesławiecki	Warta Bolesławiecka	15.68	51.28	268719.83	384602.73	190	2.900	0.570
259	Bolesławów	Dolnośląskie	klodzki	Stronie Śląskie	16.88	50.25	349685.79	267406.63	600	2.500	0.495
263	Jelenia Góra	Dolnośląskie	miasto na prawach powiatu		15.80	50.90	274282.97	341944.53	342	2.700	0.540
266	Dobrogoszcz	Dolnośląskie	strzebiński	Strzelin	17.02	50.77	360193.35	323171.78	175	3.795	0.605
267	Otmuchów	Opolskie	nyski	Otmuchów	17.17	50.47	369934.53	291061.75	212	3.540	0.640
268	Paprotki	Dolnośląskie	kamiennogórski	Lubawka	15.95	50.73	284696.59	322111.72	535	2.880	0.510
270	Długopole Zdrój	Dolnośląskie	klodzki	Bystrzyca Kłodzka	16.63	50.25	331002.21	266995.47	393	3.395	0.545
271	Polkowice Dolne	Dolnośląskie	polkowicki	Polkowice	16.05	51.50	295731.72	407872.48	160	3.885	0.660
272	Tarnów Śląski	Dolnośląskie	zabkowicki	Ząbkowice Śląskie	16.80	50.58	343758.98	303245.57	295	3.290	0.520
298	Warszawa-Okecie	Mazowieckie	miasto na prawach powiatu (Warszawa)		20.97	52.17	634094.18	479229.3	106	3.125	0.725
299	Mława	Mazowieckie	mławski	Mława	20.35	53.10	591094.15	582958.11	147	2.545	0.600
300	Niegów	Mazowieckie	wyszkowski	Zabrodzie	21.38	52.50	662050.63	518703.77	90	2.840	0.630
301	Warszawa-Obs.Astr.UW	Mazowieckie	miasto na prawach powiatu (Warszawa)		21.03	52.22	638539.35	485462.26	110	3.660	0.550
302	Kawęczyn	Mazowieckie	sochaczewski	Teresin	20.35	52.17	592303.17	479252.4	90	2.690	0.640
303	Ciebibórz (teraz - 371)	Lubelskie	białski	Biała Podlaska	23.10	52.08	781492.91	475840.07	150	3.095	0.685

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Ra-226 [Bq/kg]	Niepewność Ra-226 [Bq/kg]	Ac-228 [Bq/kg]	K-40 [Bq/kg]	Niepewność K-40 [Bq/kg]	Cs137_kg [Bq/kg]	Niepewność Cs-137 [Bq/kg]	Cs137_m2 [kBq/m2]	Niepewność Cs-137 [kBq/m2]	Data poboru	Data pomiaru
239	Pszemno	Dolnośląskie	27.0	1.8	30.0	0.8	480	3.40	0.12	0.56	0.02	2022-11-23	2023-04-13
240	Głucholazy	Opolskie	30.0	2.0	34.4	0.9	502	31.37	0.67	5.38	0.11	2022-11-22	2023-03-28
241	Grabownica	Dolnośląskie	10.6	1.7	9.4	0.3	229	6.74	0.17	0.96	0.02	2022-11-24	2023-04-20
242	Świeradów Zdrój	Dolnośląskie	63.0	3.8	36.9	1.0	919	17.39	0.41	2.04	0.05	2022-11-22	2023-03-29
243	Lądek Zdrój	Dolnośląskie	65.9	4.0	45.7	1.1	1016	103.98	2.14	12.02	0.25	2022-11-17	2023-03-17
244	Karpacz	Dolnośląskie	52.2	3.2	54.7	1.3	829	11.29	0.28	1.22	0.03	2022-11-22	2023-03-20
245	Szklarska Poręba	Dolnośląskie	154.7	9.1	129.2	2.9	1046	29.20	0.64	2.19	0.05	2022-11-21	2023-04-11
246	Legnica	Dolnośląskie	31.2	2.0	32.2	0.8	602	3.63	0.13	0.44	0.02	2022-11-21	2023-04-26
247	Kłodzko	Dolnośląskie	36.0	2.3	41.7	1.0	630	5.26	0.16	0.61	0.02	2022-11-18	2023-03-21
248	Chwałowice	Dolnośląskie	8.9	1.4	8.7	0.3	253	4.43	0.12	0.76	0.02	2022-11-21	2023-04-03
249	Zgorzelec	Dolnośląskie	28.4	4.3	27.0	0.7	622	3.42	0.11	0.44	0.01	2022-11-21	2023-03-24
253	Duszniki Zdrój	Dolnośląskie	34.2	2.2	31.9	0.8	456	14.41	0.34	1.13	0.03	2022-11-18	2023-03-30
254	Bogatynia	Dolnośląskie	50.7	3.1	46.9	1.1	361	6.16	0.17	0.92	0.03	2022-11-22	2023-03-31
255	Tomaszów Górny	Dolnośląskie	23.0	1.6	23.6	0.6	455	6.58	0.18	0.73	0.02	2022-11-21	2023-05-04
259	Bolesławów	Dolnośląskie	51.3	3.2	43.6	1.1	1005	88.61	1.83	8.46	0.17	2022-11-17	2023-04-25
263	Jelenia Góra	Dolnośląskie	74.3	4.4	58.9	1.4	730	11.57	0.28	1.19	0.03	2022-11-22	2023-04-27
266	Dobrogoszcz	Dolnośląskie	37.7	5.7	36.1	0.9	626	5.03	0.15	0.73	0.02	2022-11-24	2023-04-21
267	Otmuchów	Opolskie	29.3	4.5	29.7	0.8	757	56.27	1.19	7.61	0.16	2022-11-22	2023-03-23
268	Paprotki	Dolnośląskie	42.1	2.7	42.1	1.1	593	9.09	0.24	1.00	0.03	2022-11-23	2023-04-06
270	Długopole Zdrój	Dolnośląskie	40.2	2.6	43.2	1.1	599	128.23	2.62	16.63	0.34	2022-11-17	2023-04-24
271	Polkowice Dolne	Dolnośląskie	19.2	3.0	20.2	0.6	420	5.63	0.16	0.84	0.02	2022-11-21	2023-03-27
272	Tarnów Śląski	Dolnośląskie	38.4	2.4	44.2	1.1	671	7.14	0.20	0.90	0.03	2022-11-17	2023-04-18
298	Warszawa-Okecie	Mazowieckie	12.5	2.0	10.9	0.4	266	8.56	0.21	1.02	0.03	2022-11-17	2022-12-14
299	Mława	Mazowieckie	17.0	2.7	19.1	0.6	462	10.04	0.25	0.98	0.02	2022-11-18	2022-12-15
300	Niegów	Mazowieckie	12.8	2.0	11.1	0.4	352	8.40	0.21	0.91	0.02	2022-11-17	2022-12-16
301	Warszawa-Obs.Astr.UW	Mazowieckie	21.3	1.5	24.2	0.7	472	14.17	0.33	1.98	0.05	2022-11-17	2022-12-21
302	Kawęczyn	Mazowieckie	21.1	3.2	18.5	0.5	427	4.20	0.13	0.43	0.01	2022-11-18	2023-01-26
303	Ciebibórz (teraz - 371)	Lubelskie	15.9	2.5	13.9	0.4	319	8.49	0.21	1.00	0.02	2022-11-18	2022-12-10

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Powiat	Gmina	DLG	SZG	DLG_92	SZG_92	Wysokość npm [m]	Masa całk. [kg]	Masa próbki [kg]
306	Poświętne	Mazowieckie	pioński	Płońsk	20.38	52.63	593530.94	530772.15	101	2.425	0.700
307	Siedlce	Mazowieckie	miasto na prawach powiatu		22.25	52.18	721760.19	484395.17	152	3.695	0.595
308	Platerów	Mazowieckie	iosicki	Platerów	22.82	52.30	760900.17	500158.06	150	3.695	0.710
309	Plock-Trzepowo	Mazowieckie	miasto na prawach powiatu (Plock)		19.73	52.58	549153.16	524986.58	106	2.320	0.535
310	Legionowo	Mazowieckie	legionowski	Legionowo	20.97	52.40	633023.04	506466.1	94	3.975	0.610
316	Brwinów	Mazowieckie	pruszkowski	Brwinów	20.72	52.13	616972.31	476225.41	96	3.735	0.635
317	Terеспol	Lubelskie	białski	Terеспol	23.62	52.07	816566.13	478137.58	133	2.855	0.525
319	Sobieszyn	Lubelskie	rycki	Ujeź	22.15	51.62	718215.56	420801.16	160	2.885	0.620
320	Zamość	Lubelskie	miasto na prawach powiatu		23.25	50.70	799732.04	323706.93	212	1.970	0.500
323	Bezek	Lubelskie	chełmski	Siedliszcze	23.27	51.18	797886.75	376463.80	225	2.255	0.540
324	Włodawa	Lubelskie	włodawski	Włodawa	23.53	51.55	813869.78	419387.04	177	2.450	0.670
325	Tomaszów Lub.	Lubelskie	tomaszowski	Tomaszów Lubelski	23.40	50.45	812107.35	297119.79	270	2.580	0.680
326	Wysokie	Lubelskie	lubelski	Wysokie	22.67	50.92	757640.42	345382.76	260	2.625	0.620
328	Świder	Mazowieckie	otwocki	Otwock	21.25	52.12	653148.86	474526.4	94	4.700	0.820
329	Nowa Wieś	Lubelskie	lubartowski	Serniki	22.75	51.45	759925.51	404746.57	180	2.780	0.635
330	Werbkowice	Lubelskie	hrubieszowski	Werbkowice	23.77	50.75	836325.98	331014.5	205	3.165	0.570
331	Lublin-Radawiec	Lubelskie	lubelski	Konopnica	22.40	51.22	736881.47	377695.95	238	2.630	0.530
332	Puławy	Lubelskie	puławski	Puławy	21.97	51.42	706198.01	398208.90	142	2.880	0.575
336	Opole Lub.	Lubelskie	opolski	Opole Lubelskie	21.93	51.13	705981.75	368465.49	150	2.785	0.540
337	Jarczew	Lubelskie	łukowski	Wola Mysłowska	21.98	51.82	704874.94	442876.33	180	3.420	0.680
339	Grabowiec	Mazowieckie	lipski	Rzeczniów	21.38	51.10	666941.26	362167.23	210	1.970	0.555
346	Włochów	Świętokrzyskie	konecki	Stąporków	20.62	51.10	612851.43	360361.21	345	2.285	0.605
347	Bodzentyn	Świętokrzyskie	kielecki	Bodzentyn	20.95	50.95	637045.43	344060.37	270	2.080	0.580
348	Święty Krzyż	Świętokrzyskie	kielecki	Nowa Skupia	21.05	50.85	644334.19	334511.39	575	1.730	0.670
349	Bogusławice	Świętokrzyskie	opatowski	Sadowie	21.42	50.85	669735.51	332950.45	245	2.010	0.570
351	Kozienice	Mazowieckie	kozienicki	Kozienice	21.55	51.57	676243.27	413984.98	123	2.490	0.760
352	Łaziska	Mazowieckie	szymborski	Oronsko	20.92	51.33	634153.20	385884.80	180	1.575	0.590
364	Jakuszyce	Dolnośląskie	karłoniowski	Szklarska Poręba	15.45	50.82	249489.47	334497.29	860	2.050	0.475

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Ra-226 [Bq/kg]	Niepewność Ra-226 [Bq/kg]	Ac-228 [Bq/kg]	Niepewność Ac-228 [Bq/kg]	K-40 [Bq/kg]	Niepewność K-40 [Bq/kg]	Cs137_kg [Bq/kg]	Niepewność Cs-137 [Bq/kg]	Cs137_m2 [kBq/m ²]	Niepewność Cs-137 [kBq/m ²]	Data poboru	Data pomiaru
306	Poświętne	Mazowieckie	12.8	2.0	10.4	0.4	362	11	4.65	0.13	0.43	0.01	2022-11-18	2022-12-12
307	Siedlce	Mazowieckie	20.6	3.2	23.0	0.7	520	15	17.47	0.40	2.47	0.06	2022-11-18	2022-12-20
308	Platerów	Mazowieckie	16.2	2.5	17.3	0.5	487	14	8.83	0.22	1.25	0.03	2022-11-18	2022-12-11
309	Plock-Trzepowo	Mazowieckie	21.3	1.5	23.5	0.7	519	14	5.04	0.15	0.45	0.01	2022-11-18	2022-12-19
310	Legionowo	Mazowieckie	18.8	2.9	16.5	0.5	270	8	10.57	0.26	1.61	0.04	2022-11-17	2022-12-13
316	Brwinów	Mazowieckie	15.4	2.4	11.8	0.4	290	9	49.71	1.06	7.09	0.15	2022-11-17	2022-12-23
317	Terespól	Lubelskie	22.4	1.6	22.7	0.6	389	10	11.31	0.28	1.23	0.03	2022-11-18	2022-12-30
319	Sobieszyn	Lubelskie	19.1	3.0	17.8	0.5	422	13	1.82	0.08	0.20	0.01	2022-11-23	2022-12-27
320	Zamość	Lubelskie	25.3	1.7	27.7	0.8	450	12	6.32	0.18	0.48	0.01	2022-11-21	2023-01-24
323	Bezek	Lubelskie	26.4	1.8	22.6	0.6	348	9	41.18	0.87	3.55	0.07	2022-11-22	2023-01-03
324	Włodawa	Lubelskie	14.8	2.3	15.4	0.5	350	10	19.11	0.43	1.79	0.04	2022-11-22	2023-01-02
325	Tomaszów Lub.	Lubelskie	13.0	2.1	12.1	0.4	246	8	4.76	0.14	0.47	0.01	2022-11-21	2023-02-02
326	Wysokie	Lubelskie	36.3	5.5	38.2	1.0	628	18	5.20	0.15	0.52	0.02	2022-11-21	2023-01-31
328	Świder	Mazowieckie	6.4	0.6	6.9	0.2	194	5	8.24	0.20	1.48	0.04	2022-11-24	2022-12-08
329	Nowa Wieś	Lubelskie	19.9	3.1	18.1	0.5	380	11	7.09	0.19	0.75	0.02	2022-11-22	2023-01-17
330	Werbkowie	Lubelskie	35.4	2.3	38.3	1.0	648	17	3.41	0.12	0.41	0.01	2022-11-21	2023-01-05
331	Lublin-Radawiec	Lubelskie	31.2	2.0	33.3	0.9	612	16	7.72	0.21	0.78	0.02	2022-11-22	2023-01-19
332	Puławy	Lubelskie	14.9	1.1	13.5	0.4	327	9	7.09	0.19	0.78	0.02	2022-11-23	2022-12-29
336	Opole Lub.	Lubelskie	14.5	1.1	11.4	0.4	230	6	4.65	0.14	0.49	0.01	2022-11-23	2022-12-28
337	Jarczów	Lubelskie	15.1	2.4	15.2	0.5	431	13	6.44	0.17	0.84	0.02	2022-11-23	2023-02-01
339	Grabowiec	Mazowieckie	18.9	1.4	19.8	0.6	430	11	7.33	0.20	0.55	0.02	2022-11-24	2023-01-16
346	Włochów	Świętokrzyskie	21.4	3.3	19.0	0.6	253	8	13.27	0.32	1.16	0.03	2022-11-23	2023-01-11
347	Bodzentyn	Świętokrzyskie	21.6	1.5	21.6	0.6	414	11	4.94	0.15	0.39	0.01	2022-11-23	2023-01-12
348	Święty Krzyż	Świętokrzyskie	16.6	2.6	15.3	0.5	225	7	13.45	0.31	0.89	0.02	2022-11-23	2023-01-04
349	Bogusławice	Świętokrzyskie	25.9	1.7	29.6	0.8	543	14	10.17	0.25	0.78	0.02	2022-11-23	2023-01-18
351	Kozienice	Mazowieckie	8.8	1.5	7.8	0.3	217	7	52.05	1.10	4.95	0.10	2022-11-24	2023-01-25
352	Łaziska	Mazowieckie	15.3	1.1	16.3	0.5	415	11	4.22	0.13	0.25	0.01	2022-11-24	2023-01-23
364	Jakuszyce	Dolnośląskie	141.2	8.3	103.2	2.4	1006	26	26.73	0.60	2.09	0.05	2022-11-22	2023-03-16

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Powiat	Gmina	DLG	SZG	DLG_92	SZG_92	Wysokość upm [m]	Masa całk. [kg]	Masa próbki [kg]
365	Polana Chochołowska	Małopolskie	tatrzański	Kościeliśko	19.78	49.23	557386.82	152447.38	1147	1.670	0.475
367	Droniowice	Śląskie	lubliniecki	Kochanowice	18.82	50.70	486436.71	314263.65	256	2.940	0.640
368	Kliszów	Świętokrzyskie	pińczowski	Kije	20.29	50.65	590135.31	310338.56	256	3.370	0.660
370	Warszawa-CLOR	Mazowieckie	miasto na prawach powiatu (Warszawa)		21.04	52.31	635477.68	494715.84	83	4.175	0.805
POLSKA											
ŚREDNIA											
ODCHYLENIE STANDARDOWE											
ODCHYLENIE STANDARDOWE ŚREDNIEJ											
311 (obecnie 299.1)	Mława (25cm)	Mazowieckie	mławski	Mława	20.35	53.10	591094.15	582958.11	147	7.560	0.650
106 (obecnie 105.1)	Kielce-Suków (25cm)	Świętokrzyskie	miasto na prawach powiatu (Kielce)		20.70	50.82	619185.55	328424.72	260	7.730	0.750
183 (obecnie 182.1)	Katowice (25cm)	Śląskie	miasto na prawach powiatu		19.03	50.23	502330.62	263713.88	284	8.690	0.600
258 (obecnie 230.1)	Wrocław (25cm)	Dolnośląskie	miasto na prawach powiatu		16.88	51.10	353015.32	361698.63	120	6.945	0.580
338 (obecnie 331.1)	Lublin-Radawiec (25cm)	Lubelskie	lubelski	Konopnica	22.40	51.22	736881.47	377695.95	238	7.570	0.500

Nr punktu	Miejscowość	Województwo	Ra-226 [Bq/kg]	Niepewność Ra-226 [Bq/kg]	Ac-228 [Bq/kg]	Niepewność Ac-228 [Bq/kg]	K-40 [Bq/kg]	Niepewność K-40 [Bq/kg]	Cs137 kg [Bq/kg]	Niepewność Cs-137 [Bq/kg]	Cs137_m2 [kBq/m2]	Niepewność Cs-137 [kBq/m2]	Data poboru	Data pomiaru
365	Polana Chochołowska	Mazowieckie	59.1	3.6	46.9	1.2	892	23	81.03	1.68	5.17	0.11	2022-11-16	2023-07-03
367	Droniowice	Śląskie	18.0	2.8	16.3	0.5	332	10	4.50	0.13	0.51	0.01	2022-11-22	2023-02-16
368	Kliszów	Świętokrzyskie	23.7	3.6	17.5	0.5	243	7	11.24	0.27	1.45	0.03	2022-11-17	2023-05-17
370	Warszawa-CLOR	Mazowieckie	10.1	1.6	10.1	0.3	230	7	9.53	0.23	1.52	0.04	2022-11-23	2022-12-09
POLSKA														
			31.0		30.5		497		19.89		1.96			
			18.8		16.0		185		28.30		2.27			
			1.6		1.3		15		2.36		0.19			
311 (obecnie 299.1)	Mawa (25cm)	Mazowieckie	19.0	2.9	20.1	0.6	461	14	5.11	0.15	1.48	0.04	2022-11-18	2023-01-13
106 (obecnie 105.1)	Kielce-Suków (25cm)	Świętokrzyskie	16.0	2.5	14.3	0.4	257	8	7.28	0.19	2.15	0.06	2022-11-17	2023-07-18
183 (obecnie 182.1)	Katowice (25cm)	Śląskie	24.7	3.8	23.8	0.7	379	11	19.28	0.44	6.40	0.15	2022-11-23	2023-02-06
258 (obecnie 230.1)	Wrocław (25cm)	Dolnośląskie	25.2	1.7	27.0	0.7	451	12	7.10	0.19	1.88	0.05	2022-11-23	2023-04-19
338 (obecnie 331.1)	Lublin-Radawiec (25cm)	Lubelskie	33.1	2.2	37.3	1.0	679	18	7.15	0.20	2.07	0.06	2022-11-22	2023-01-27