



# **Analiza i ocena zmian radioaktywności surowców i materiałów budowlanych stosowanych w Polsce w latach 1980 – 2023**

---

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

Praca dofinansowana przez Ministerstwo Edukacji i Nauki

RRM z dn. 17.12.2020 r. w sprawie materiałów budowlanych, w przypadku których oznacza się stężenie promieniotwórcze izotopów promieniotwórczych potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-232, wymagań dotyczących dokonywania tych oznaczeń oraz wartości wskaźnika stężenia promieniotwórczego, o której przekroczeniu informuje się właściwe organy  
(Dz. U. 2021 r. poz. 33)

- **Materiały budowlane** zawierające naturalnie występujący materiał promieniotwórczy;
- **Materiały budowlane** zawierające pozostałości z sektorów przetwarzających naturalnie występujący materiał promieniotwórczy

Oznaczanie stężeń K-40, Ra-226 i Th-232

Wskaźnik stężenia promieniotwórczego I

Jedno ograniczenie na wskaźnik stężenia promieniotwórczego

$$I \leq 1$$

Leżakowanie próbki przed pomiarem w zamkniętym szczelnie pojemniku pomiarowym nie krótsze niż 14 dni

Laboratoria posiadające akredytację

Informowanie organów nadzoru budowlanego o przekroczeniu wskaźnika stężenia promieniotwórczego  $I = 1$



# ZASADY OCENY MATERIAŁÓW STOSOWANYCH W BUDOWNICTWIE

§ 4. Wskaźnik stężenia promieniotwórczego izotopów promieniotwórczych potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-232 (wskaźnik I) wyznacza się według wzoru:

$$I = C_{K-40}/3000 [Bq/kg] + C_{Ra-226}/300 [Bq/kg] + C_{Th-232}/200 [Bq/kg]$$

gdzie:  $C_{K-40}$ ,  $C_{Ra-226}$  i  $C_{Th-232}$  - oznaczają odpowiednio stężenia promieniotwórcze izotopów potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-232, wyrażone w bekerelach na kilogram [Bq/kg].

§ 5. Całkowita niepewność wyznaczenia wartości wskaźnika, o którym mowa w § 4, przy poziomie ufności 0,95, nie może przekraczać 20% jego wartości, jeżeli jest ona nie mniejsza niż 0,8.



RRM z dn. 17 grudnia 2020 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 33)

## Załącznik do rozporządzenia

Materiały budowlane poddawane ocenie promieniotwórczości naturalnej:

- materiały budowlane zawierające naturalnie występujący materiał promieniotwórczy:

1.1. łupek ałunowy;

1.2. kwarcyt;

1.3. pochodzenia magmowego:

1.3.1. granitoidy:

1.3.1.1. granit;

1.3.1.2. sjenit;

1.3.2. ortognejs;

1.3.3. porfir;

1.3.4. tuf wulkaniczny;

1.3.5. pył wulkaniczny (pucolana);

1.3.6. lawa.



# RRM z dn. 17 grudnia 2020 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 33)

Materiały budowlane poddawane ocenie promieniotwórczości naturalnej:

- materiały budowlane zawierające pozostałości z sektorów przetwarzających naturalnie występujący materiał promieniotwórczy:

2.1. popioły lotne;

2.2. fosfogips;

2.3. żużel fosforowy;

2.4. żużel cynowy;

2.5. żużel miedziowy;

2.6. czerwony szlam (pozostałość po produkcji aluminium);

2.7. pozostałości po produkcji stali;

2.8. materiał skalny po eksploatacji i przeróbce rud uranu.

## Metoda pomiaru promieniotwórczości naturalnej w materiałach budowlanych

- Sonda scyntylicyjna NaJ(Tl) 2"x2"
- Domek osłonny z ołowiu o grubości ścian 50 mm
- Analizator typu MAZAR
- Wzorce kalibracyjne
  
- Okna pomiarowe analizatora:
  - $^{40}\text{K}$  – od 1,26 MeV do 1,65 MeV,
  - $^{226}\text{Ra}$  – od 1,65 MeV do 2,30 MeV,
  - $^{232}\text{Th}$  – od 2,30 MeV do 2,85 MeV.



- Zakresy pomiarowe pozwalają na wyznaczenie stężeń naturalnych izotopów promieniotwórczych  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  i  $^{232}\text{Th}$  na podstawie, których wyznaczany jest wskaźnik stężenia promieniotwórczego I.
- Kalibracja – pomiary trzech objętościowych wzorców i pomiarze matrycy wzorców .
- Geometria źródeł wzorcowych i próbek – pojemniki typu Marinelli 1,5 dm<sup>3</sup>.
- Gęstość źródeł wzorcowych – 1,6 g/cm<sup>3</sup>, a próbek od 0,6 do 2,0 g/cm<sup>3</sup>.
- Próbki są suszone, rozdrabniane, przesiewane przez sito o grubości oczek 2 mm, pakowane do pojemników i szczelnie zamykane.
- Próbki są badane dopiero po ustaleniu się równowagi promieniotwórczej pomiędzy radem  $^{226}\text{Ra}$  i bizmutem  $^{214}\text{Bi}$  oraz torem  $^{232}\text{Th}$  i talem  $^{208}\text{Tl}$ , po czasie 14 dni.
- Pomiary wykonywane są w seriach wielokrotnych powtórzeń ((od 5 do 32) x 2000 s) dla każdej próbki.

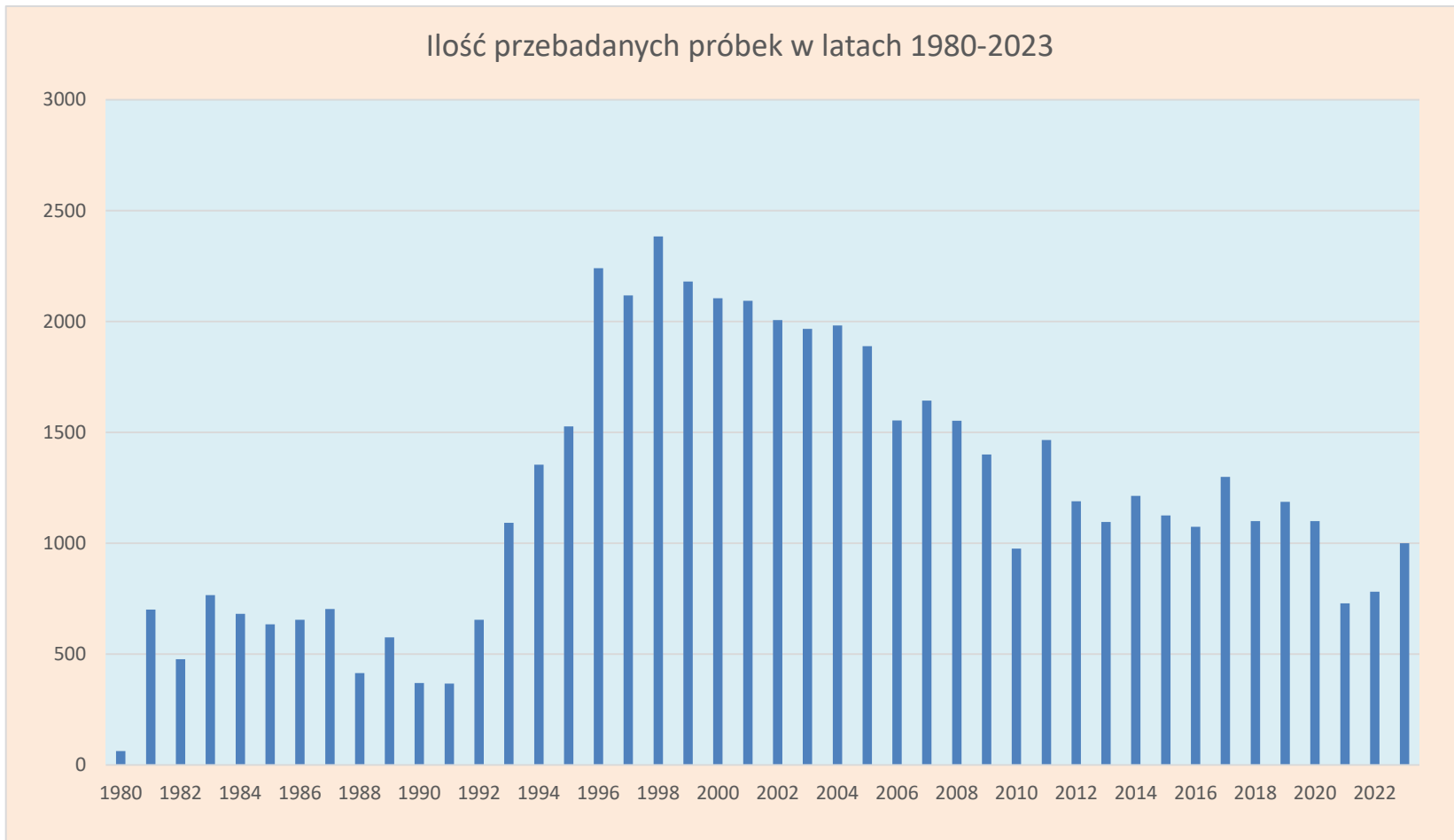
## BADANIA PROMIENIOTWÓRCZOŚCI NATURALNEJ W SUROWCACH I MATERIAŁACH BUDOWLANYCH

W 2023 roku Laboratorium Pomiarów Promieniotwórczości Naturalnej opracowało 54 sprawozdań z badań zawierających wyniki pomiarów i ich interpretację związaną z zastosowaniem materiałów i surowców budowlanych reprezentowanych przez badane próbki.

Rodzaje i ilości próbek:

– mieszanina popiołowo–żuźłowa	29
– odpady paleniskowe	7
– piasek	2
– żużel	3
– płytki ceramiczne	2
– pozostałe	11

**Całkowita liczba zbadanych próbek od 1980 do końca 2023 roku: 53751**  
**Liczba zbadanych próbek w 2023 roku: 1000**  
**Surowce pochodzenia naturalnego: 155**  
**Surowce pochodzenia przemysłowego: 600**  
**Materiały budowlane: 245**





## Wartość średnia i zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla wybranych próbek badanych w 2023 roku

Rodzaj próbki	Liczba próbek	Średnia wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I	Zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I
<b>Surowce pochodzenia naturalnego</b>			
<b>Piasek</b>	3	0,15	0,14 – 0,15
<b>Gips</b>	8	0,04	0,02 – 0,07
<b>Kruszywo naturalne</b>	72	0,65	0,01 – 1,77
<b>Łupek</b>	5	0,92	0,77 – 1,09
<b>Kruszywo przywęglowe</b>	5	0,69	0,64 – 0,74

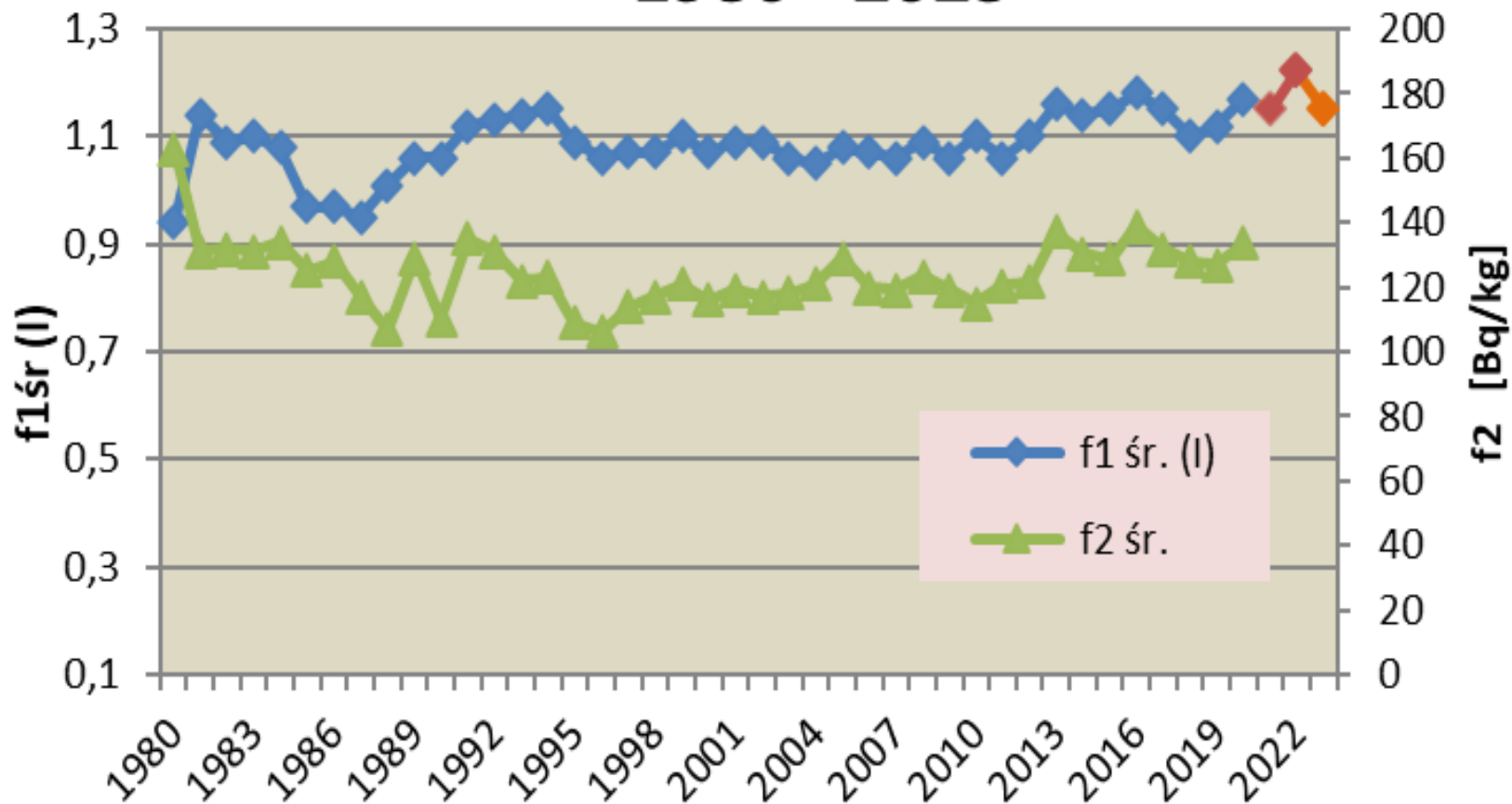
## Wartość średnia i zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla wybranych próbek badanych w 2023 roku

Rodzaj próbki	Liczba próbek	Średnia wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I	Zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I
<b>Surowce pochodzenia przemysłowego</b>			
Popiół lotny	154	1,15	0,12 – 2,00
Żużel	42	0,94	0,21 – 1,47
Mieszanka popiołowa - żużłowa	53	0,71	0,05 – 1,26
Popiół	31	1,04	0,75 – 1,35
Piasek żużłowy	36	0,89	0,57 – 1,40
Kruszywo z żużli	49	0,90	0,07 – 1,56

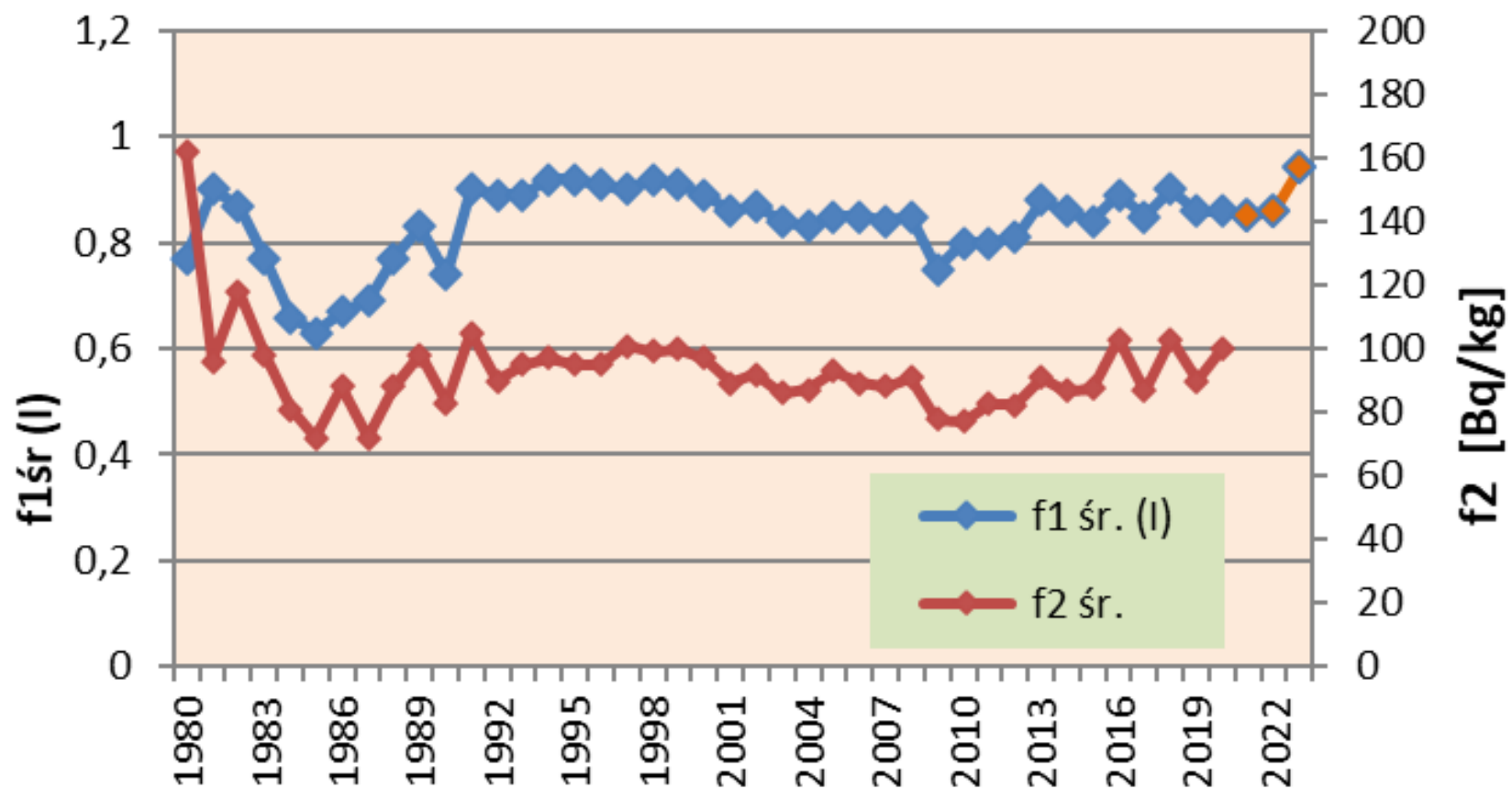
## Wartości średnie i zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla wybranych próbek badanych w 2023 roku

Rodzaj próbki	Liczba próbek	Średnia wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I	Zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I
<b>Materiały budowlane</b>			
płytki ceramiczne	19	0,66	0,38 – 0,86
Wapno palone	9	0,04	0,02 – 0,08
Beton komórkowy	9	0,15	0,12 – 0,18
Dachówka	7	0,45	0,40 – 0,48
Wełna mineralna	9	0,25	0,14 – 0,30

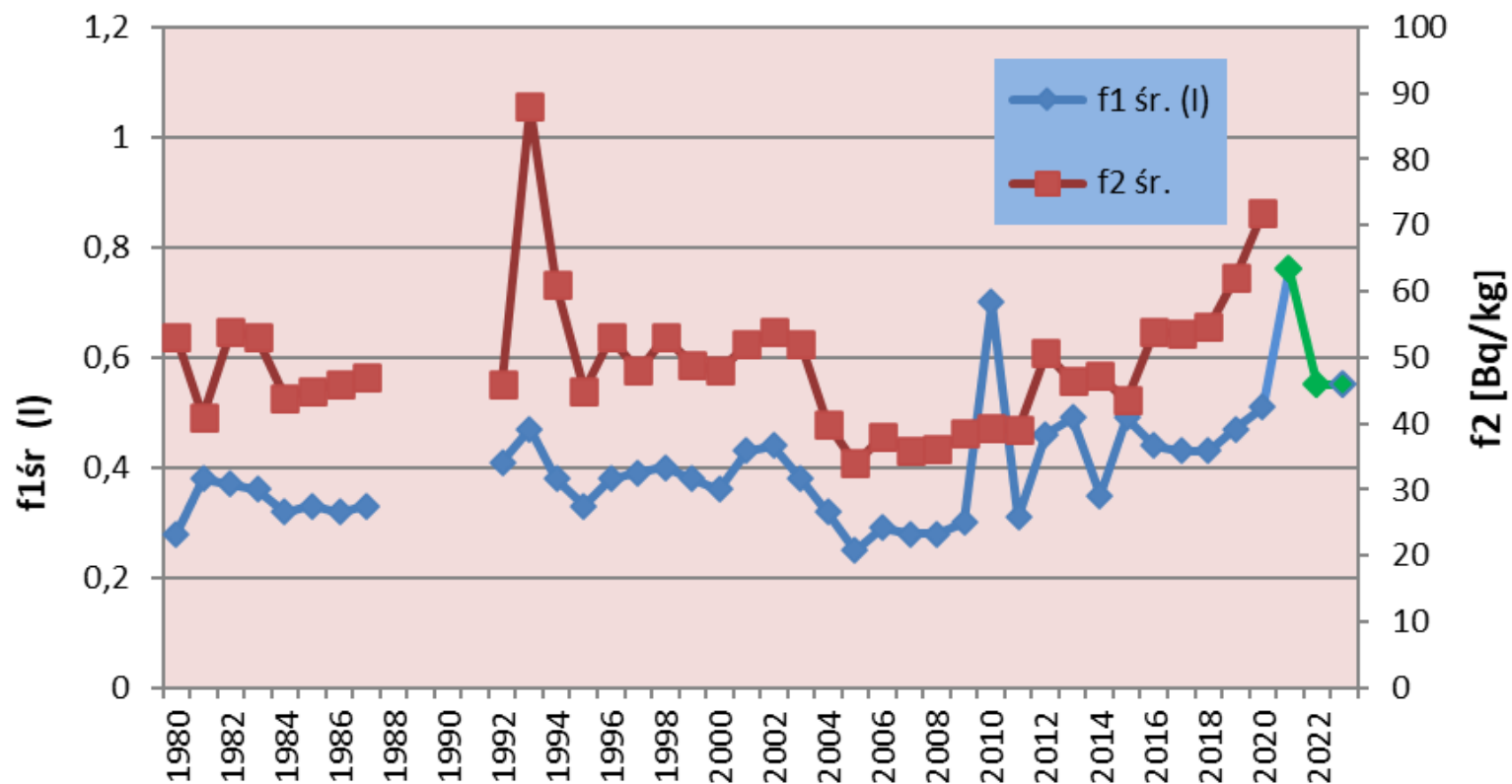
# Wartości $f_1$ (l) i $f_2$ dla popiołów w latach 1980 - 2023



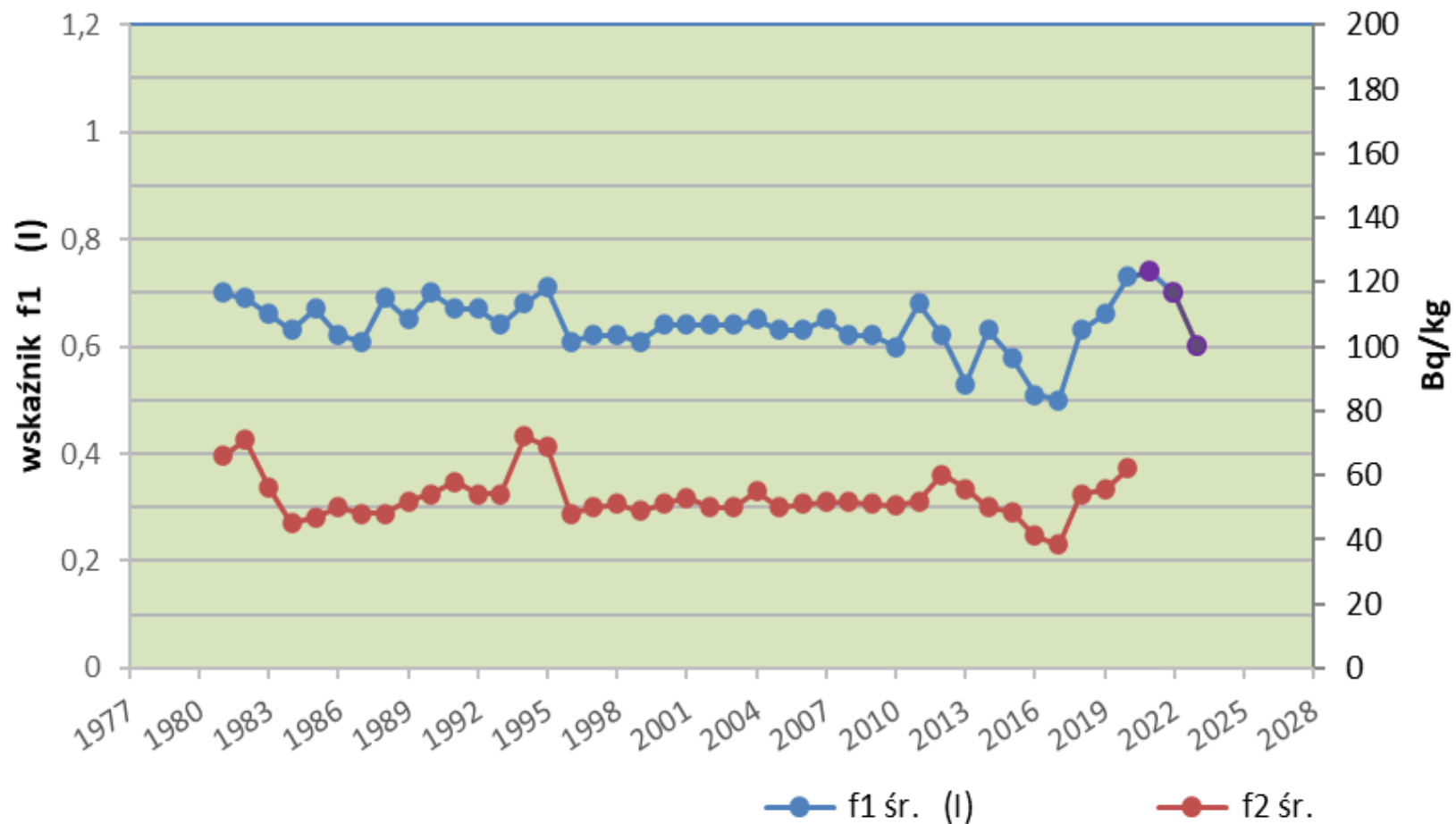
## Wartości $f_1$ (śr) (I) i $f_2$ (śr) dla żużli w latach 1980 -2023



# Wartość $f_1$ (śr) (I) i $f_2$ (śr) dla cementów w latach 1980 - 2023



# Wartości średnie $f_{1\text{sr}}$ (I) i $f_{2\text{sr}}$ dla ceramiki budowlanej w latach 1980 -2023



## Ilość przekroczeń wartości granicznej I = 1 zarejestrowanych w 2023 roku .

Rodzaj surowca	Liczba próbek	I ≤ 1 (% udział)	I > 1 (% udział)
<b>SUROWCE NATURALNE</b>			
Kruszywo naturalne	72	51 (70,8 %)	21 (29,2 %)
Łupek	5	3 (60 %)	2 (40 %)
<b>SUROWCE POCHODZENIA PRZEMYSŁOWEGO</b>			
Popiół lotny	154	12 (7,8 %)	142 (92,2 %)
Żużel	42	29 (69,0 %)	13 (31,0 %)
Mieszanina popiołowo- żużłowa	53	46 (86,8 %)	7 (13,2 %)
Popiół	31	12 (38,7 %)	19 (61,3 %)
Piasek żużłowy	36	30 (83,3 %)	6 (16,7 %)
Kruszywo z żużli	49	33 (67,3 %)	16 (32,7 %)



## Podsumowanie

W 2023 r. odnotowano wysoką średnią wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla popiołów lotnych.

Z surowców pochodzenia naturalnego wskaźnik stężenia promieniotwórczego I przekroczył wartość 1 dla 40 % próbek łupka i 29,2 % próbek kruszywa naturalnego.

W przypadku surowców pochodzenia przemysłowego wskaźnik stężenia promieniotwórczego I przekroczył wartość 1 dla 92,2 % próbek popiołu lotnego, 61,3 % próbek popiołów oraz 32,7 % próbek kruszywa z żużli, 31,0 % próbek żużli.

Z gotowych materiałów budowlanych 100 % partii materiałów budowlanych wyprodukowanych w 2023 roku powinno zostać dopuszczone do obrotu na terenie Polski.



Dziękuję za uwagę !

---