



# **Analiza i ocena zmian radioaktywności surowców i materiałów budowlanych stosowanych w Polsce w latach 1980 – 2022**

---

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

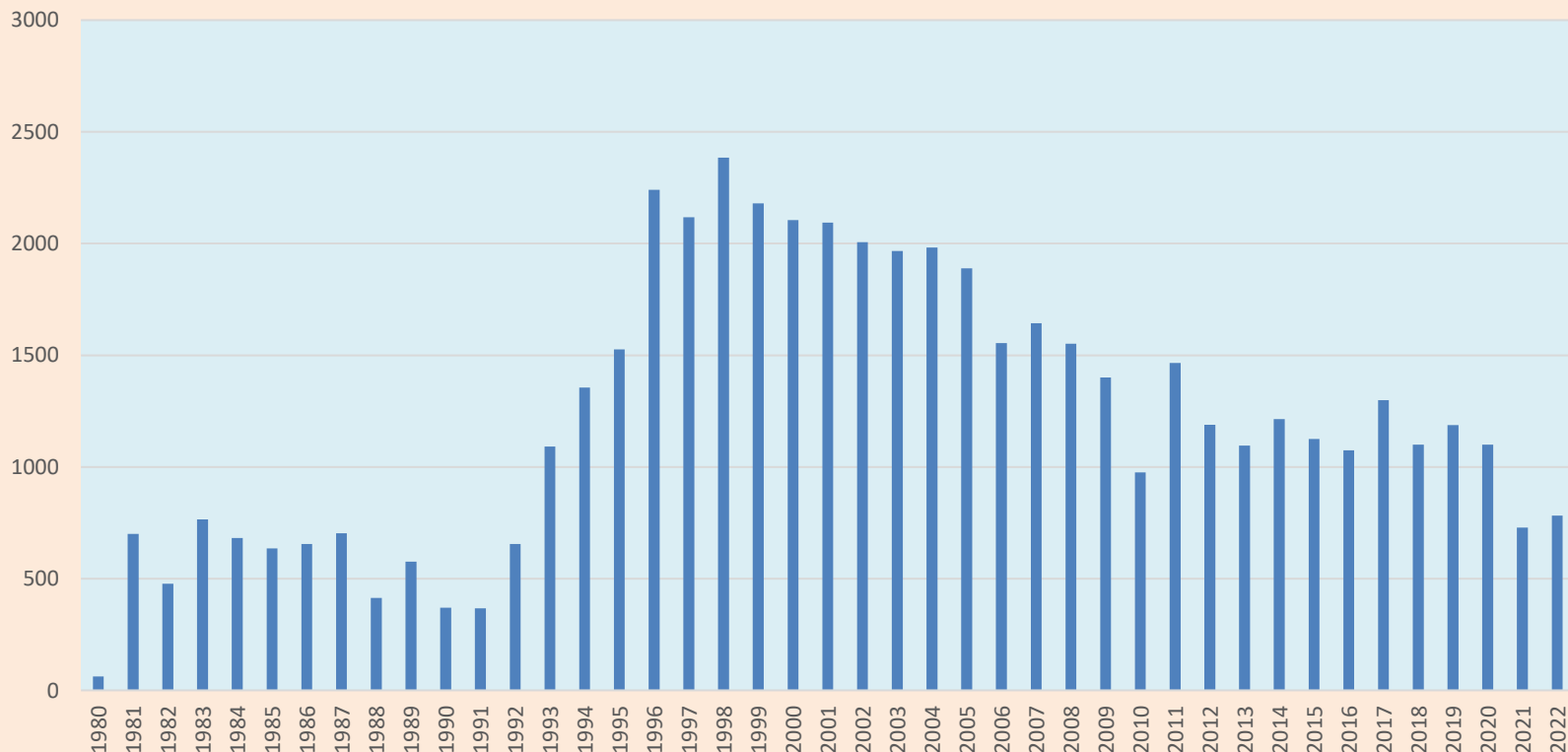
W 2022 roku Laboratorium Pomiarów Promieniotwórczości Naturalnej opracowało 58 sprawozdań z badań zawierających wyniki pomiarów i ich interpretację związaną z zastosowaniem materiałów i surowców budowlanych reprezentowanych przez badane próbki.

Rodzaje i ilości próbek:

– mieszanina popiołowo–żużłowa	27
– kruszywo naturalne	10
– odpady paleniskowe	6
– piasek	2
– żużel	3
– pozostałe	10

**Całkowita liczba zbadanych próbek od 1980 do końca 2022 roku: 52751**  
**Liczba zbadanych próbek w 2022 roku: 782**  
**Surowce pochodzenia naturalnego: 45**  
**Surowce pochodzenia przemysłowego: 656**  
**Materiały budowlane: 81**

Ilość przebadanych próbek w latach 1980-2022





## Wartość średnia i zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla wybranych próbek badanych w 2022 roku

Rodzaj próbki	Liczba próbek	Średnia wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I	Zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I
<b>Surowce pochodzenia naturalnego</b>			
<b>Piasek</b>	5	0,12	0,04 – 0,17
<b>Gips</b>	6	0,28	0,20 – 0,60
<b>Kruszywo naturalne</b>	10	0,19	0,13 – 0,35
<b>Łupek</b>	4	0,90	0,78 – 1,04
<b>Kruszywo przywęglowe</b>	14	0,69	0,51 – 0,95

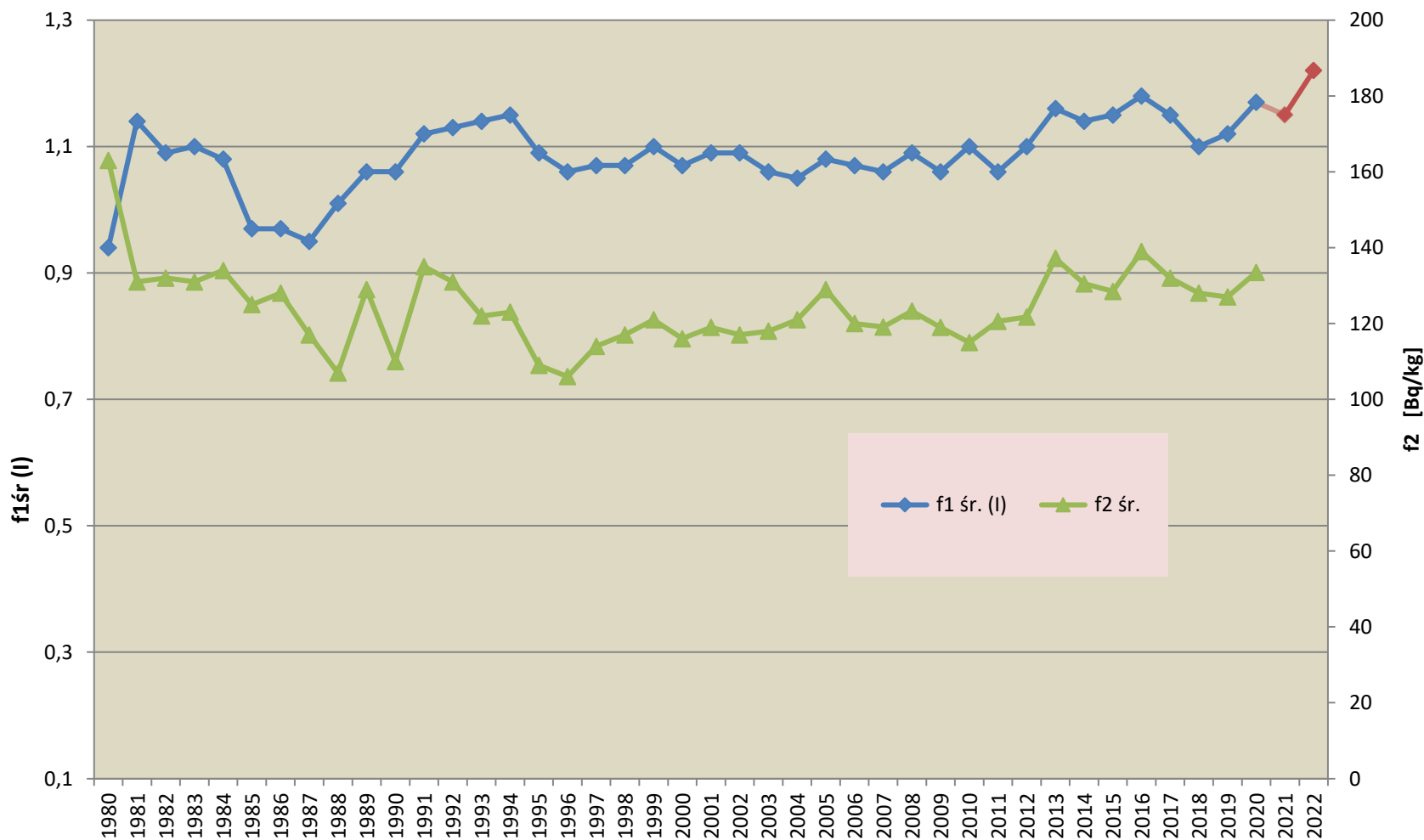
## Wartość średnia i zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla wybranych próbek badanych w 2022 roku

Rodzaj próbki	Liczba próbek	Średnia wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I	Zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I
<b>Surowce pochodzenia przemysłowego</b>			
Popiół lotny	295	1,22	0,09 – 2,74
Żużel	44	0,86	0,16 – 1,70
Mieszanka popiołowa - żużlowa	69	0,91	0,57 – 2,16
Popiół	62	1,05	0,32 – 1,46
Piasek żużlowy	15	0,90	0,55 – 1,28
Kruszywo z żużli	18	0,88	0,70 – 1,14

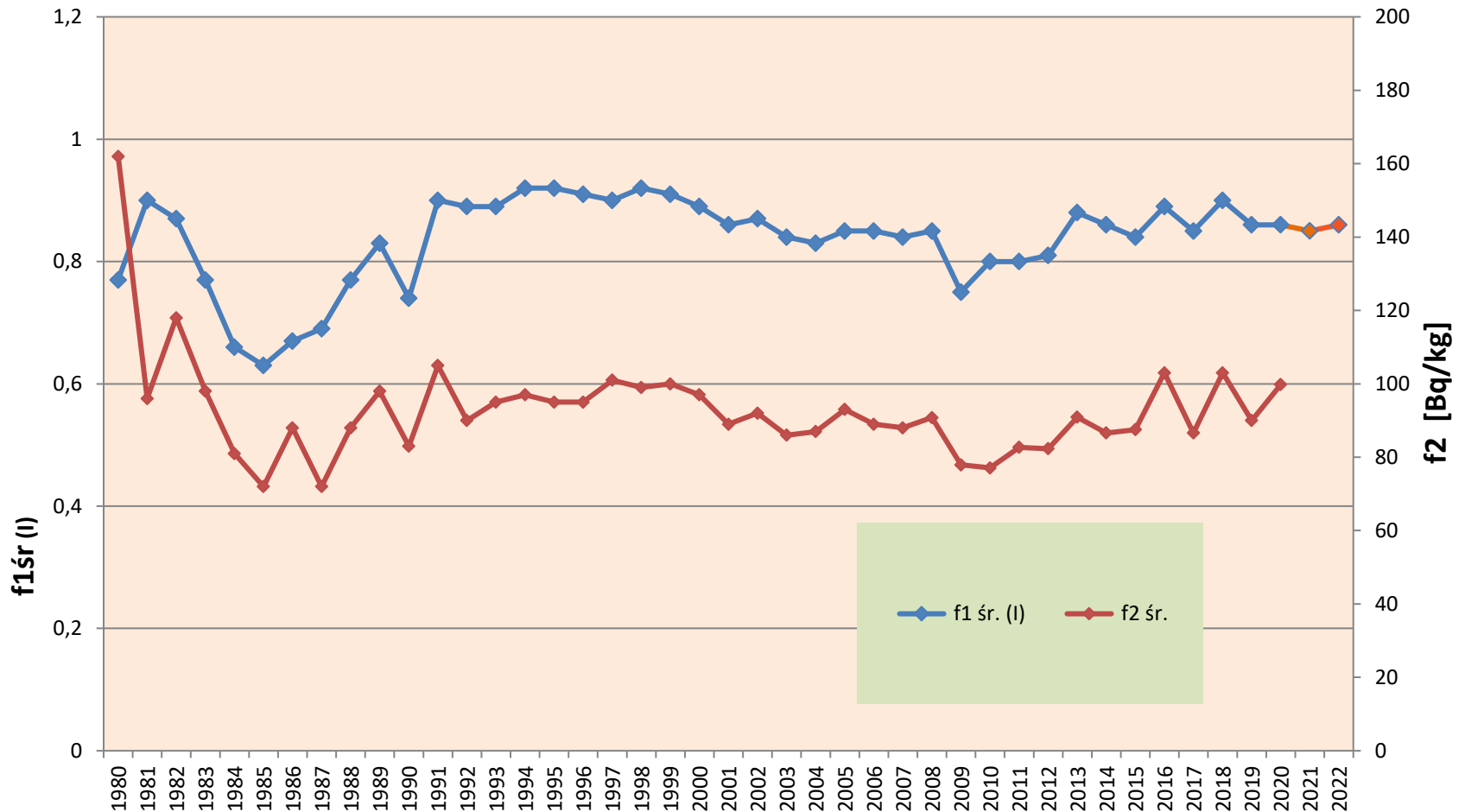
## Wartości średnie i zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla wybranych próbek badanych w 2022 roku

Rodzaj próbki	Liczba próbek	Średnia wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I	Zakres wskaźnika stężenia promieniotwórczego I
<b>Materiały budowlane</b>			
płytki ceramiczne	21	0,70	0,55 – 0,85
Cement	4	0,55	0,21 – 0,98
Beton komórkowy	9	0,16	0,14 – 0,18
Pustak betonowy	5	0,53	0,25 – 0,93
Wełna mineralna	9	0,19	0,12 – 0,26

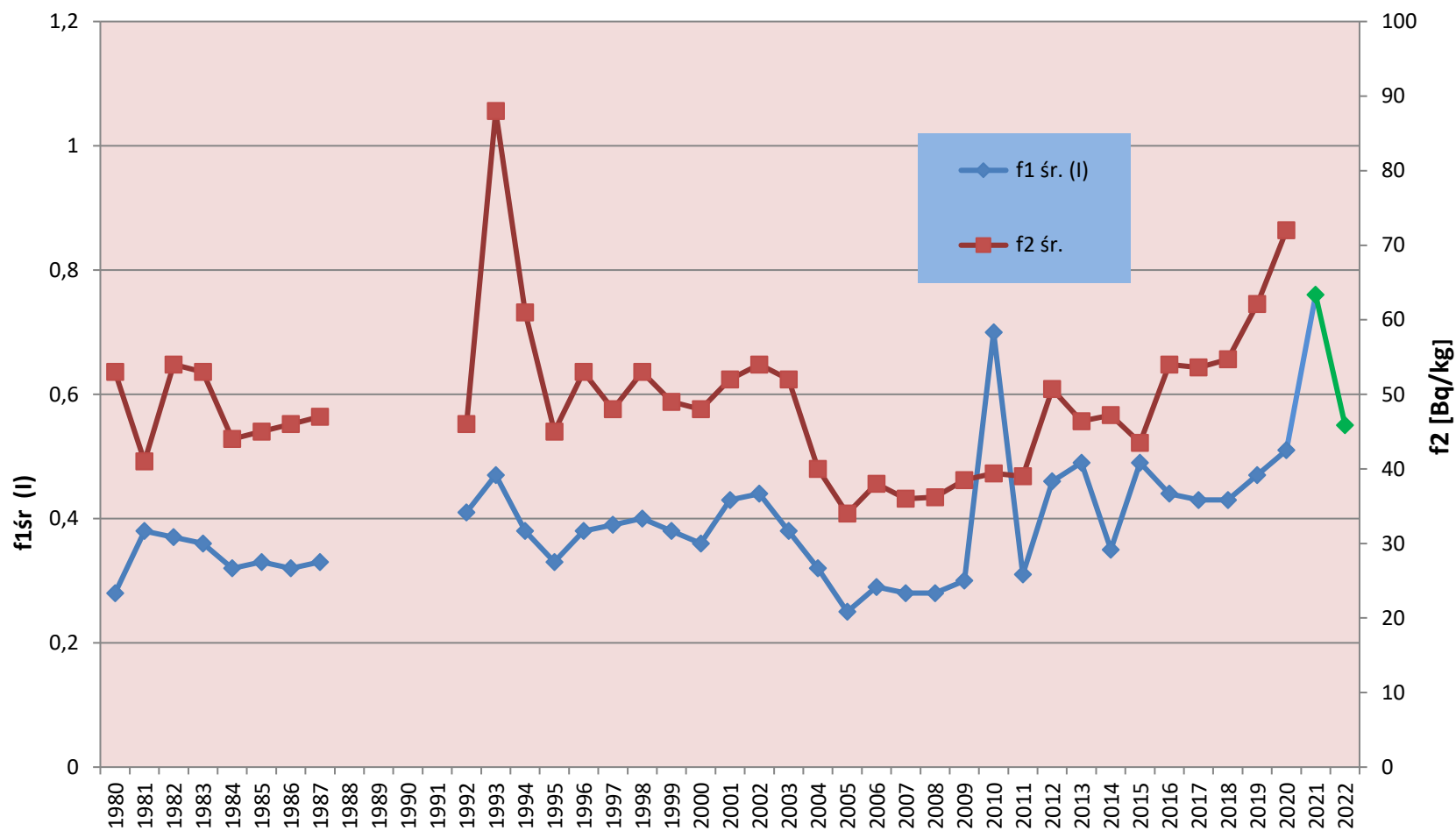
## Wartości $f_1$ (l) i $f_2$ dla popiołów w latach 1980 - 2022



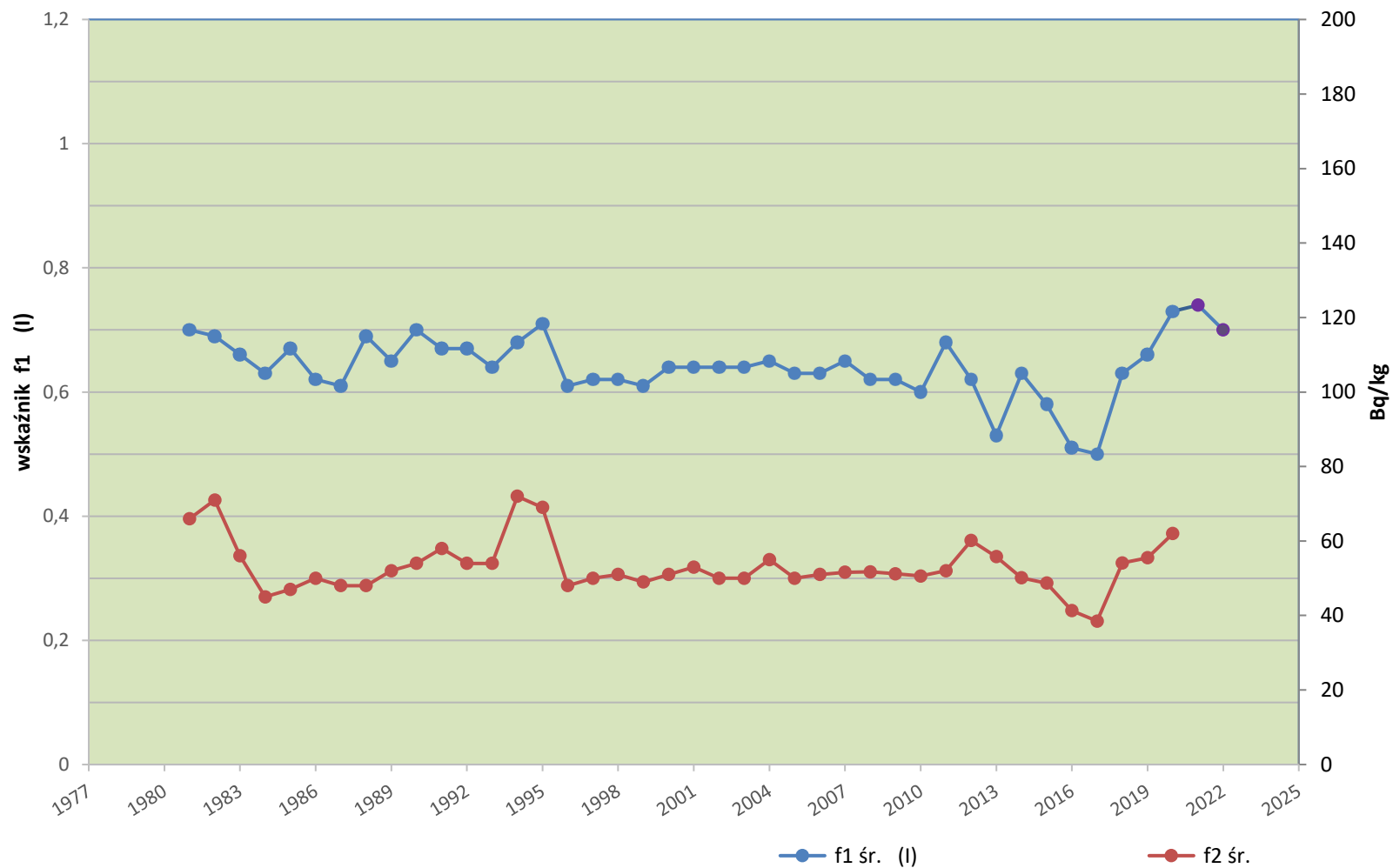
## Wartości $f_1$ (śr.) (l) i $f_2$ (śr.) dla żużli w latach 1980 -2022



## Wartość $f_1$ (śr.) (l) i $f_2$ (śr.) dla cementów w latach 1980 -2022



## Wartości średnie $f_{1\text{śr}}$ (I) i $f_{2\text{śr}}$ dla ceramiki budowlanej w latach 1980 -2022



## Ilość przekroczeń wartości granicznej $I = 1$ zarejestrowanych w 2022 roku .

Rodzaj surowca	Liczba próbek	$I \leq 1$ (% udział)	$I > 1$ (% udział)
<b>SUROWCE POCHODZENIA PRZEMYSŁOWEGO</b>			
Popiół lotny	295	252 (85,4 %)	43 (14,6 %)
Żużel	44	39 (88,6 %)	5 (11,4 %)
Mieszanka popiołowo żużlowa	69	61 (88,4 %)	8 (11,6 %)
Piasek żużlowy	15	12 (80,0 %)	3 (20,0 %)
<b>MATERIAŁY BUDOWLANE</b>			
cement	4	4 (100 %)	0 (0 %)
Płytki ceramiczne	21	21 (100 %)	0 (0 %)



## Podsumowanie

W 2022 r. odnotowano wysoką średnią wartość wskaźnika stężenia promieniotwórczego I dla popiołów lotnych.

W przypadku surowców pochodzenia przemysłowego wskaźnik stężenia promieniotwórczego I przekroczył wartość 1 dla 20 % próbek piasku żużlowego, 14,6 % próbek popiołów lotnych oraz ok. 11 % próbek żużla i mieszaniny popiołowo-żużlowej.

Z gotowych materiałów budowlanych 100 % partii materiałów budowlanych wyprodukowanych w 2022 roku powinno zostać dopuszczone do zastosowania w budownictwie mieszkaniowym.

Dziękuję za uwagę !

---