

# Szkolna Radonowa Mapa Polski



BENCHMARK  
WYNIKI

# CO TO SĄ BENCHMARKI I DLACZEGO JE ORGANIZUJEMY?

***Benchmarking to metoda poszukiwania modelowych rozwiązań w celu uzyskania najlepszych wyników poprzez uczenie się od innych i korzystanie z ich doświadczenia.***

## Jakie są cele benchmarków?

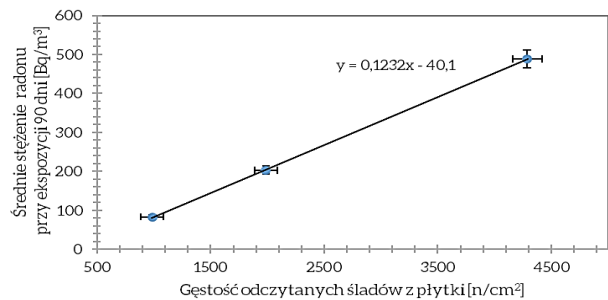
- uczenie się od innych,
- identyfikacja najlepszych praktyk i ich adaptowanie,
- szukanie najlepszych metod osiągania celu,
- porównywanie wyników z innymi, a tym samym identyfikacja mocnych i słabych stron (np. naszej metody rozwiązania problemu),
- doskonalenie naszych praktyk, a w konsekwencji rozwijanie swoich umiejętności.

# BENCHMARK

## OCENA STĘŻENIA RADONU

### CZĘŚĆ 1

Dostarczona kalibracja



Ocena stężenia radonu

*zdjęcie 1 i zdjęcie 2 są identyczne!  
Różnią się rozdzielczością!*



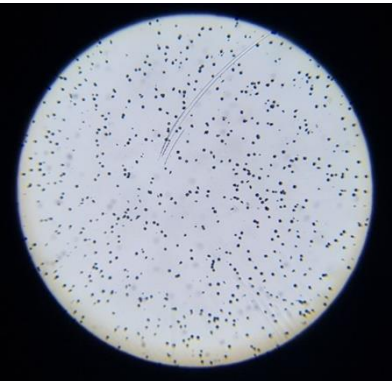
zdjęcie1



zdjęcie2

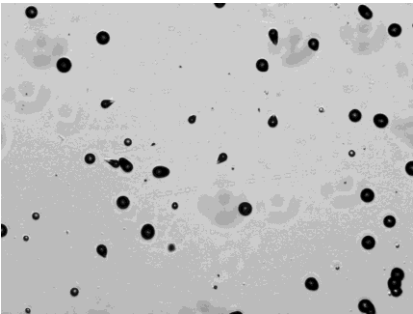
### CZĘŚĆ 2

Wykonanie kalibracji na podstawie zdjęć

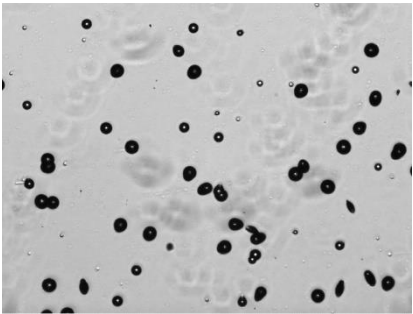


| Zdjęcie płytek kalibracyjnych | Stężenie radonu [Bq/m³] | Niepewność stężenia radonu [Bq/m³] |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| kalibracja_zdjecie1.jpg       | 82,9                    | 4,2                                |
| kalibracja_zdjecie2.jpg       | 203                     | 10                                 |
| kalibracja_zdjecie3.jpg       | 489                     | 23                                 |

Ocena stężenia radonu



zdjęcie3



zdjęcie4

Jak należało przeanalizować zdjęcia?  
Możliwe źródła niepewności wyników

### ŹRÓDŁA NIEPEWNOŚCI

#### Analiza śladów

- odróżnienie śladów od artefaktów,
- wybór i nałożenie filtra,
- cienie na obrzeżach, postrzępione brzegi,
- określenie rozmiarów śladów,
- traktowanie artefaktów jako ślady,
- zlewianie śladów (traktowanie śladu jako jeden duży lub jako artefakt),
- **jakość zdjęcia (rozdzielczość).**

#### Skalowanie

- skalowanie (dokładne zaznaczenie odległości między poziomymi liniami),
- ustawienie jednostki,
- ustawienie opcji GLOBAL (pozwala na automatyczne przeskalowanie długości we wszystkich obrazach, przeliczanie wprowadza niepewność, bo stosujemy zaokrąglenia liczb).

#### Pole powierzchni obszaru roboczego zdjęcia

- pomiar oryginalnego zdjęcia – bez filtra (filtry mogą odcinać i strzępić brzegi i wpływać na rozmiar zaznaczanego obszaru),
- pomiar pola powierzchni obszaru roboczego (a nie powierzchni całego zdjęcia),
- powiększenie obrazu (podczas pomiaru długości średnicy),
- przeliczenie jednostek,
- nieprawidłowe podstawienie do wzoru,
- jakość zdjęcia (rozdzielczość).

#### Wykonanie kalibracji

- wybór metody dopasowania prostej do punktów,
- liczba punktów pomiarowych,
- uwzględnienie niepewności stężenia i gęstości śladów,

#### Obliczenie stężenia

- powierzchnia obszaru roboczego i liczba śladów,
- wpływ kalibracji (uwzględnienie niepewności współczynników).

# BENCHMARK WYNIKI

- Niezrozumienie instrukcji benchmarku,
- Nieprawidłowe posługiwanie się programem ImageJ,
- Wykonanie benchmarku w innej kolejności niż w instrukcji,
- Zaokrąglanie wyników pośrednich,
- (...)

## Błędy systematyczne

powodują zawyżanie lub zaniżanie wartości obliczonej lub zmierzonej wielkości fizycznej.

Wynika z tego, że w przypadku powtarzanego obliczenia/pomiaru otrzymany rozrzut wyników będzie taki jak dla błędu przypadkowego, lecz wszystkie wartości będą zawyżone lub zaniżone.

Z tego względu przy wielokrotnym powtarzaniu pomiaru nie jest możliwe wykrycie błędu systematycznego.

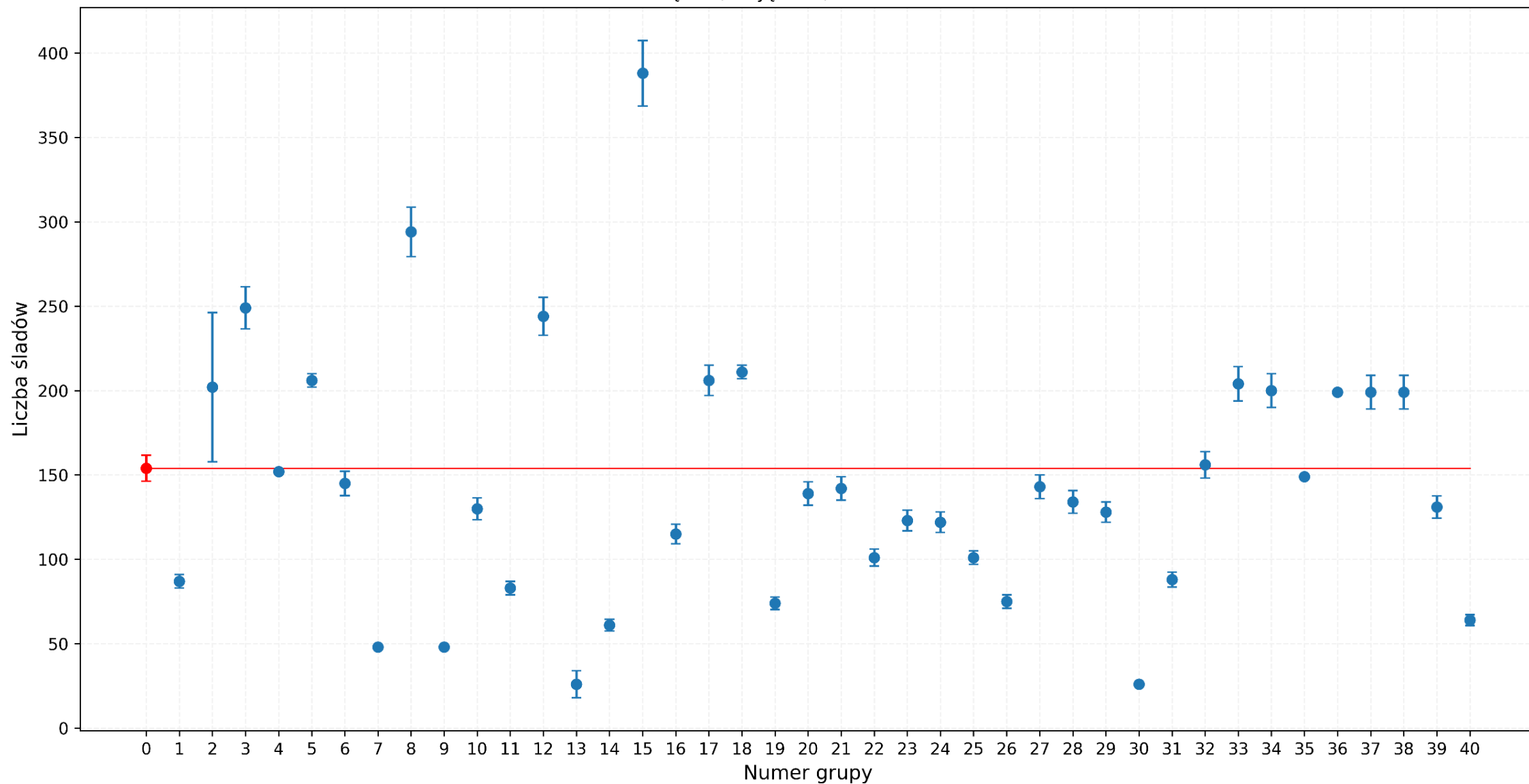
- Zwróćcie uwagę na wprowadzane dane do arkusza kalkulacyjnego:
  - Stosowanie kropek zamiast przecinków,
  - Nietrzymanie się formatu komórek (zamiast liczby – tekst),
  - W komórkach, gdzie powinna być tylko liczba dopisywano tekst np. „w przybliżeniu ...”
  - **Za dużo cyfr znaczących w wynikach**

# Część 1

## Stężenie radonu – zdjęcie 1 i 2

$$n_1 = 154 \pm 8$$

Część 1, Zdjęcie 1, Liczba śladów

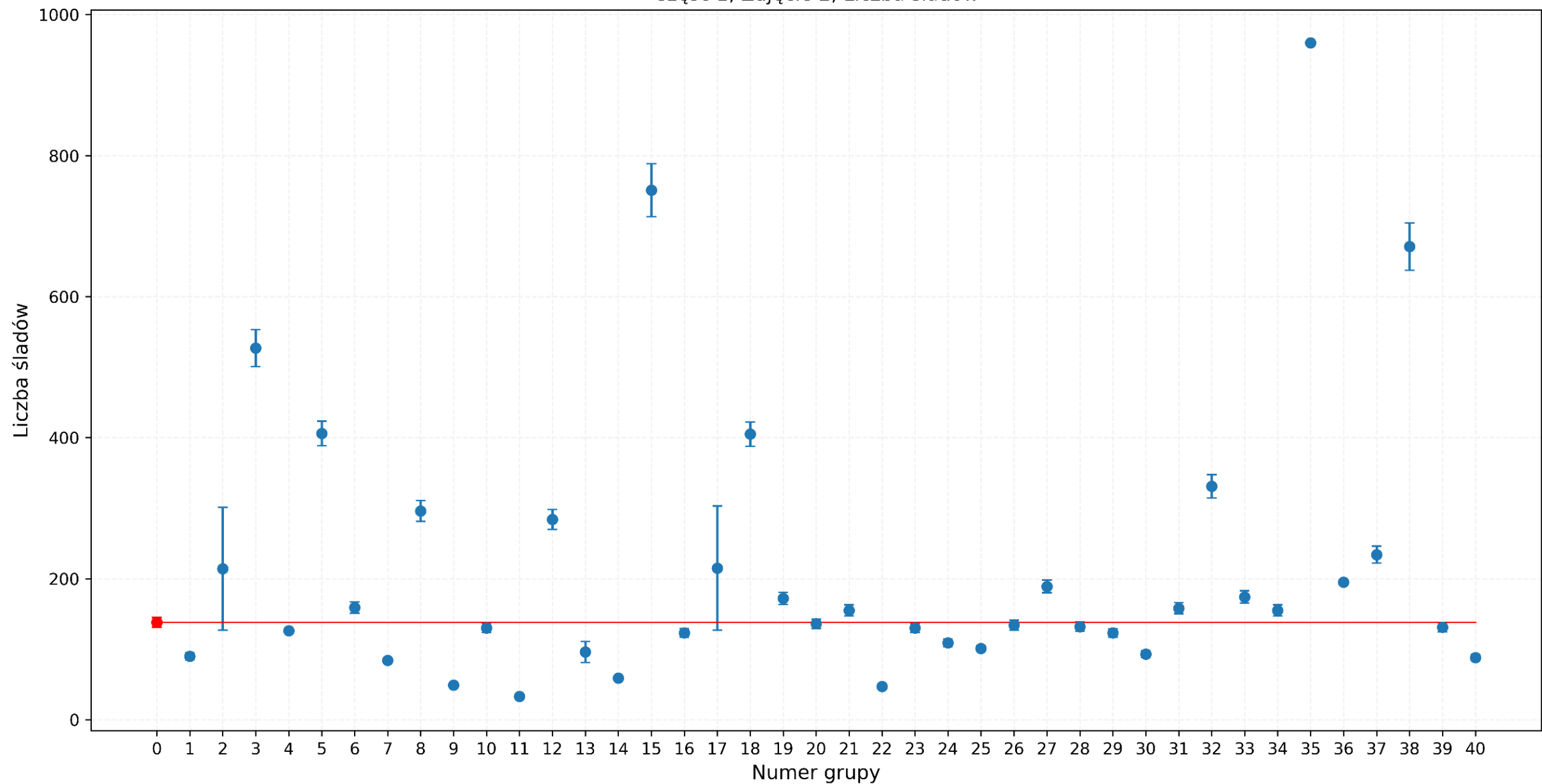




# BENCHMARK WYNIKI

$$n_2 = 138 \pm 7$$

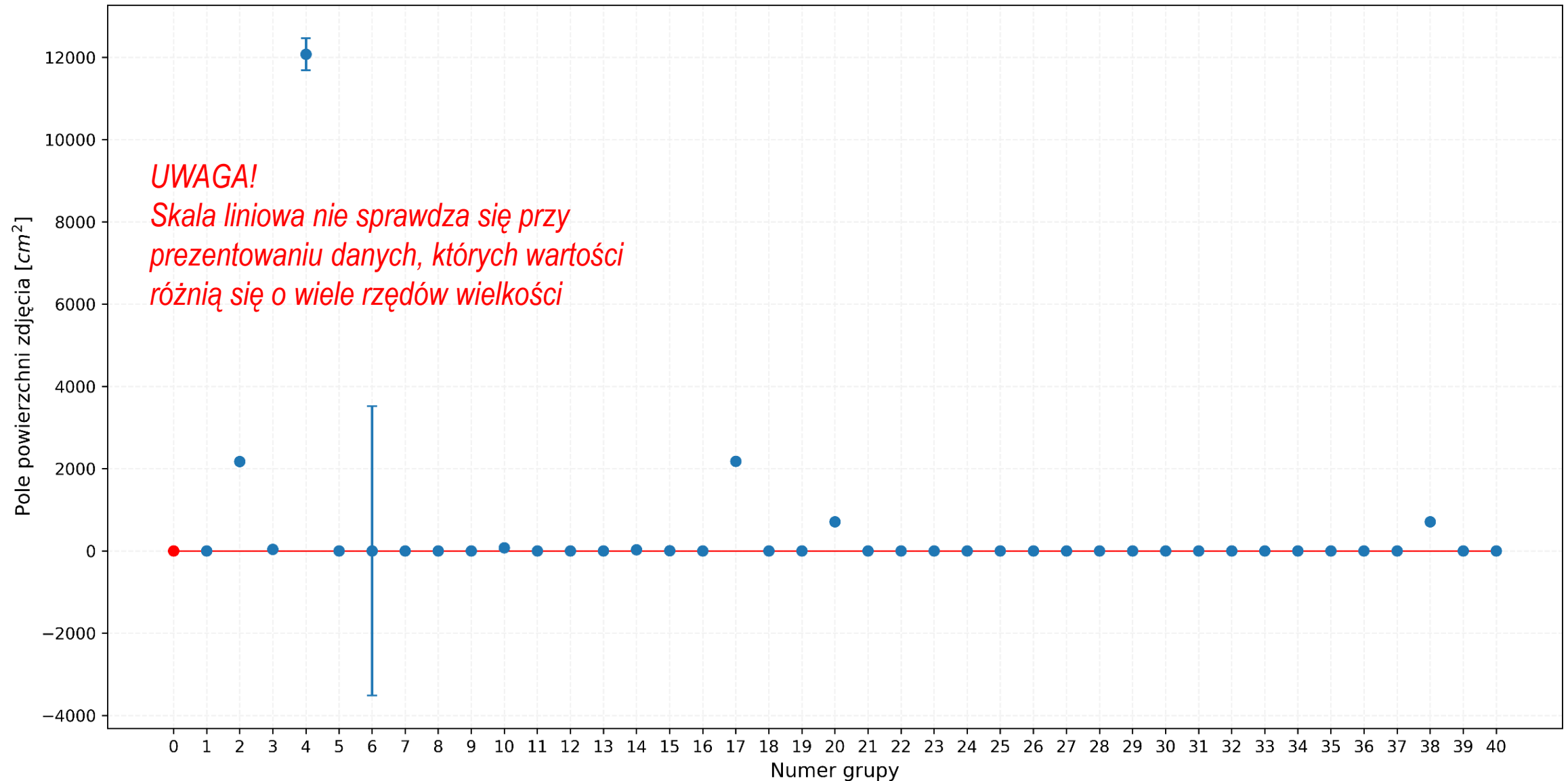
Część 1, Zdjęcie 2, Liczba śladów



# BENCHMARK WYNIKI

$$S_1 = (13000 \pm 44) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

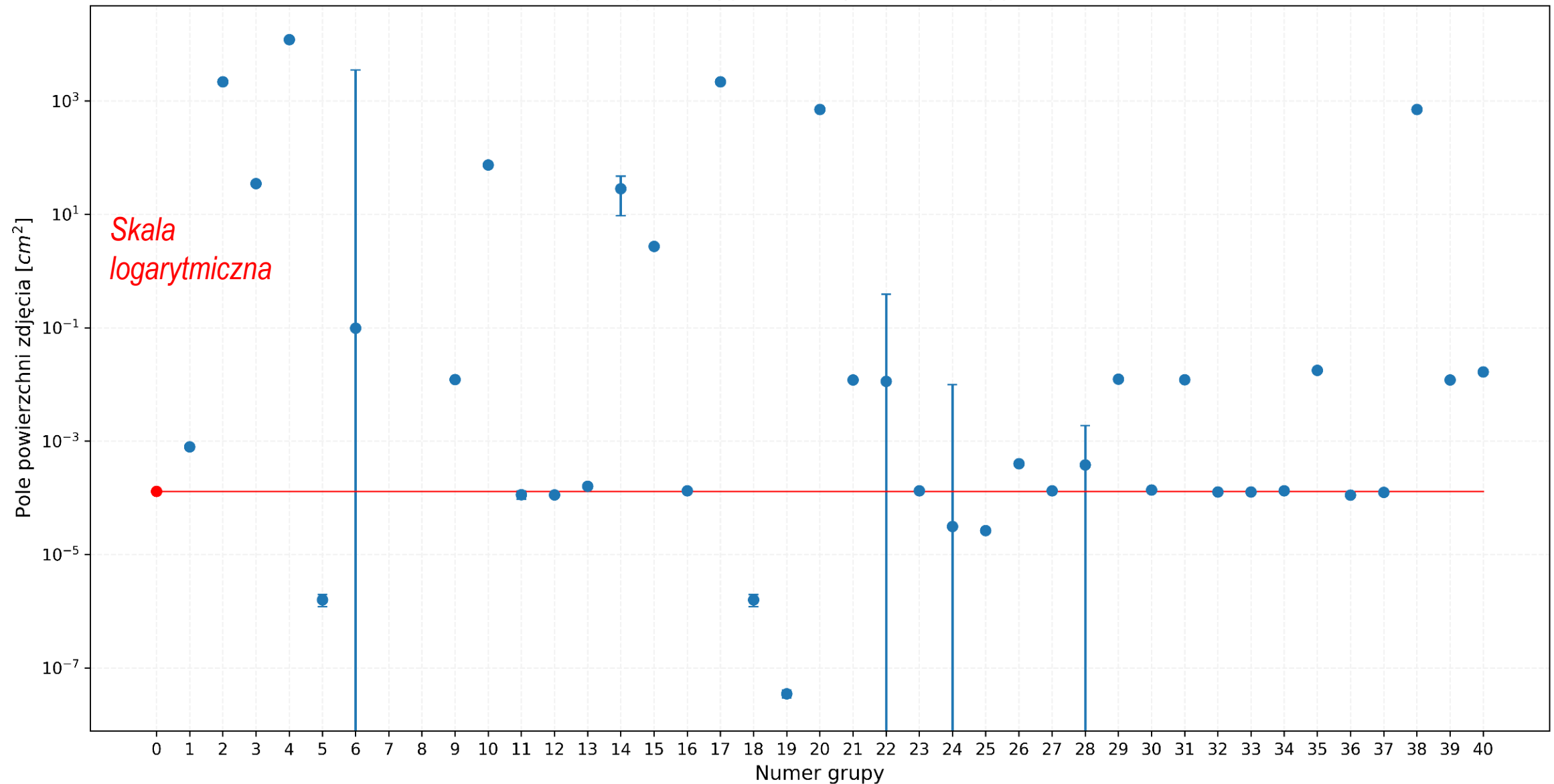
Część 1, Zdjęcie 1, Pole powierzchni zdjęcia



# BENCHMARK WYNIKI

$$S_1 = (13000 \pm 44) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

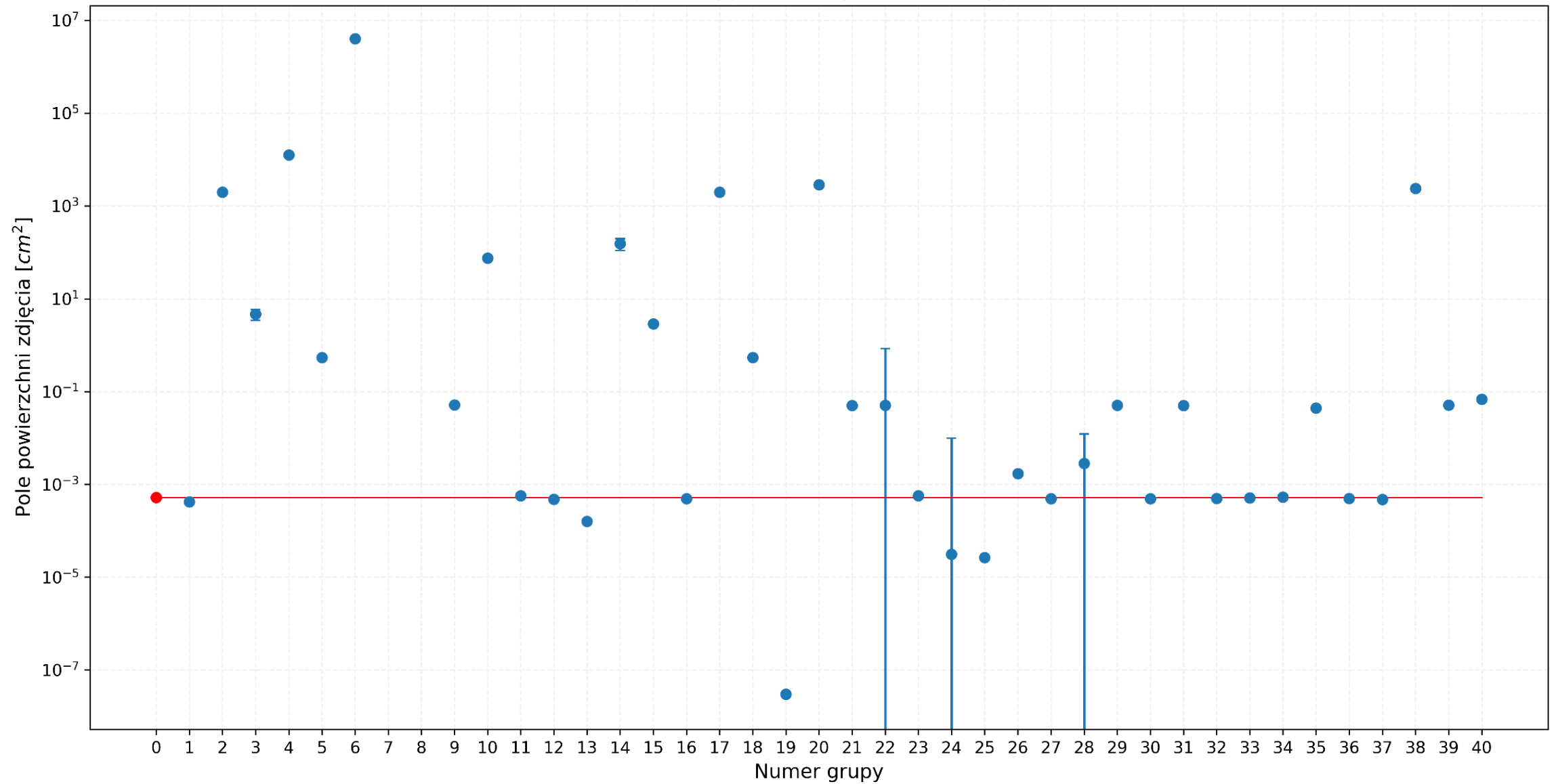
Część 1, Zdjęcie 1, Pole powierzchni zdjęcia



# BENCHMARK WYNIKI

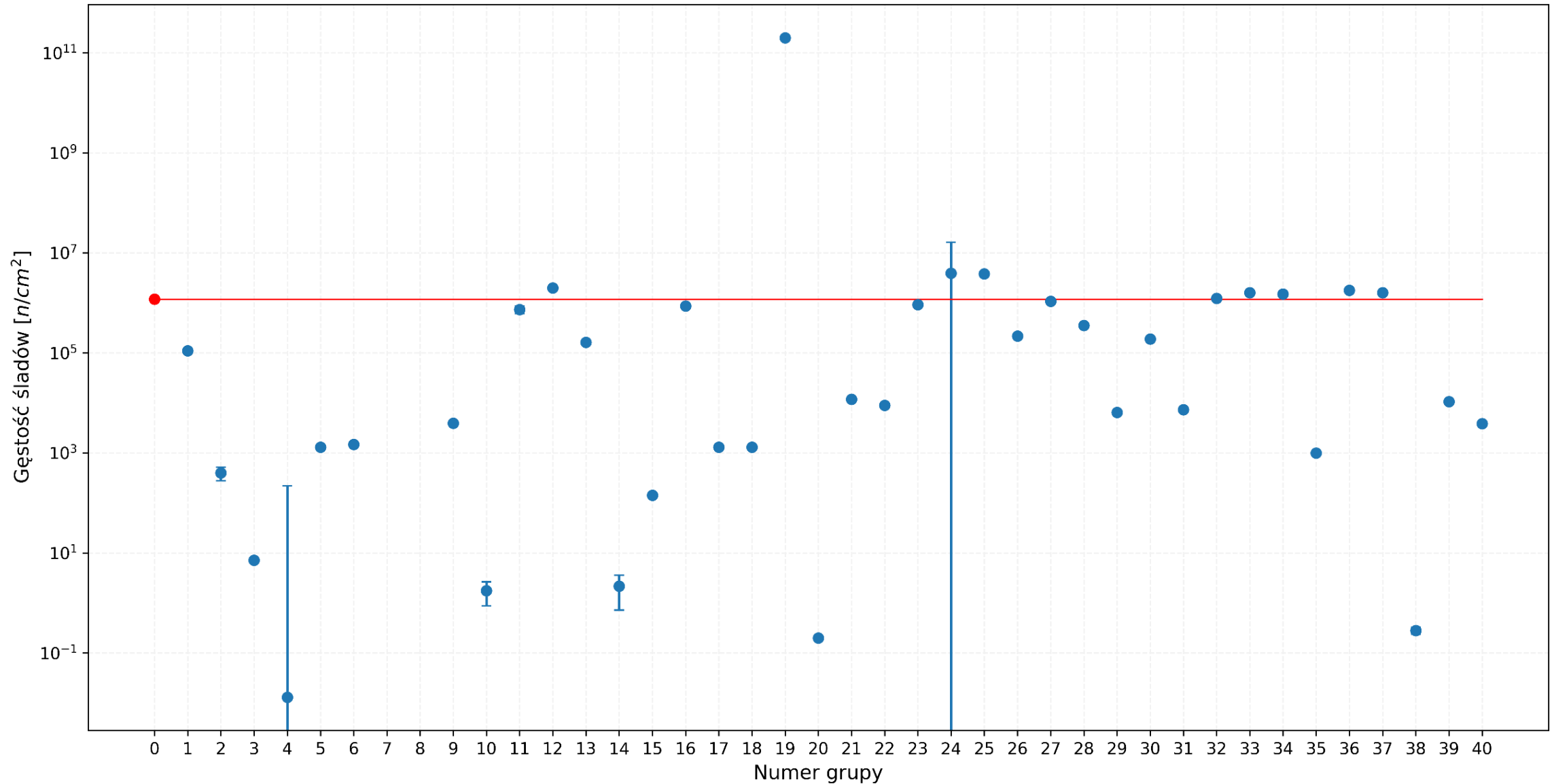
$$S_2 = (52000 \pm 89) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

Część 1, Zdjęcie 2, Pole powierzchni zdjęcia



$$\rho_1 = (1185 \pm 59) \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2$$

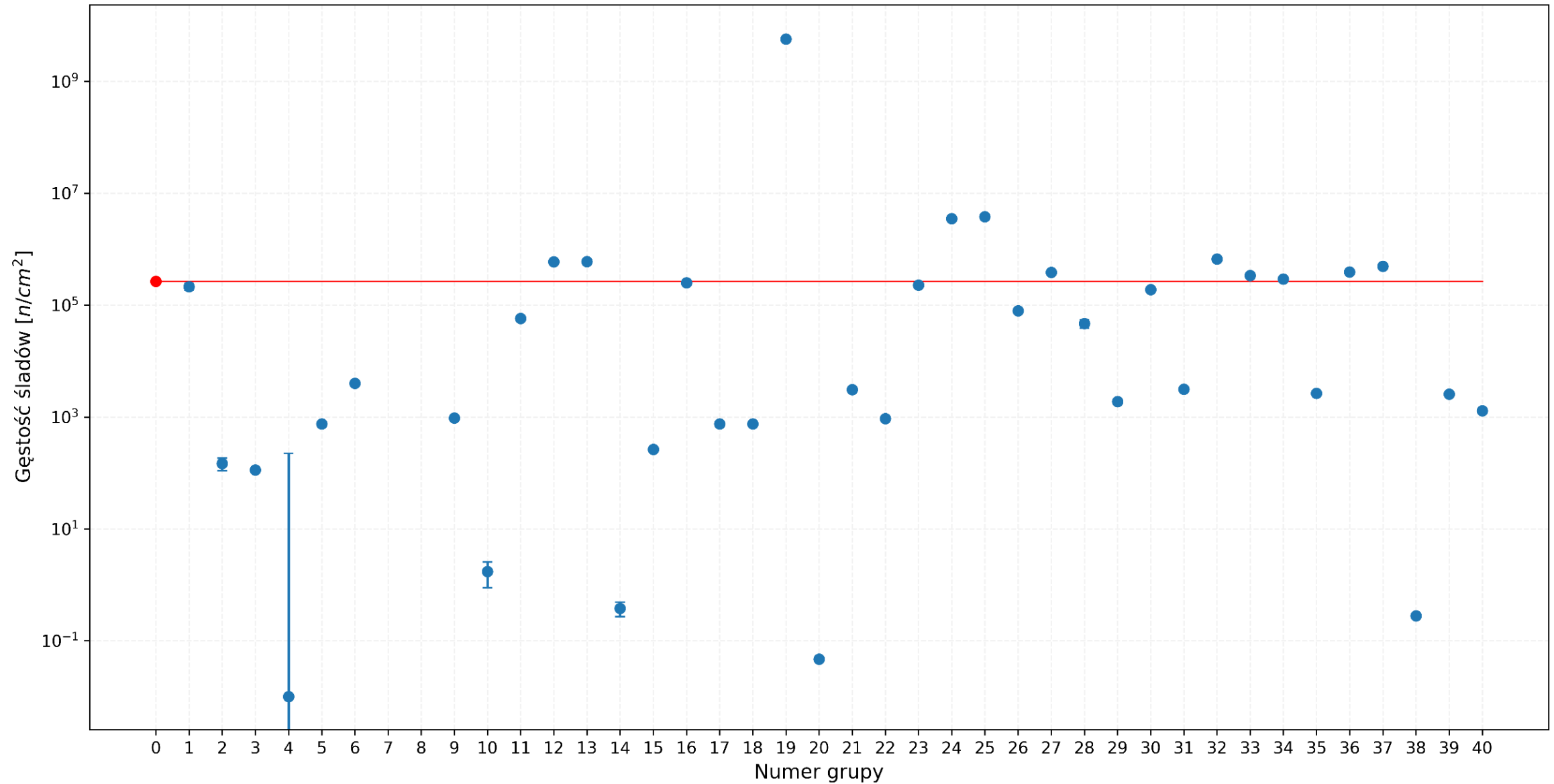
Część 1, Zdjęcie 1, Gęstość śladów



# BENCHMARK WYNIKI

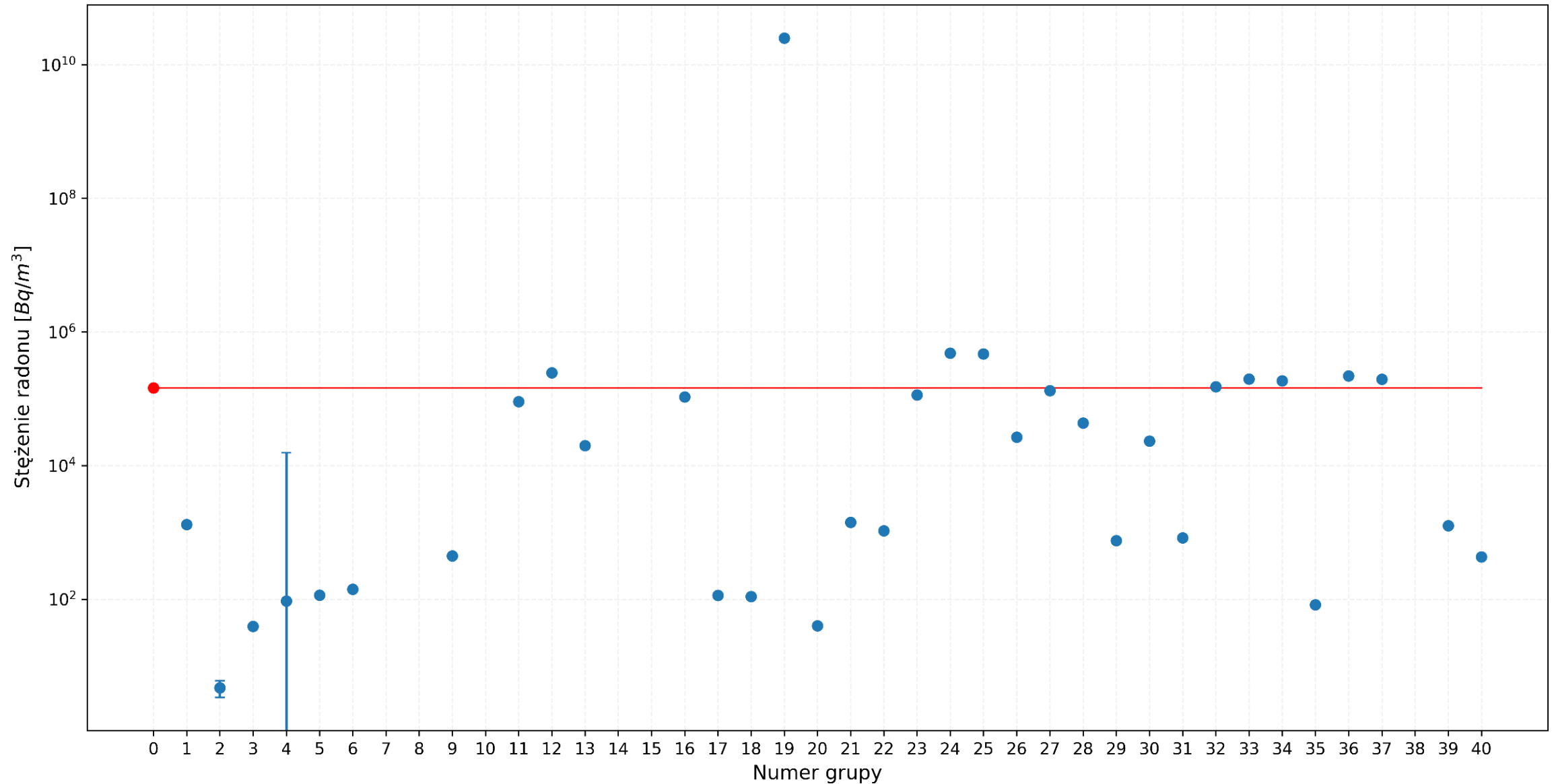
$$\rho_2 = (265 \pm 13) \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2$$

Część 1, Zdjęcie 2, Gęstość śladów



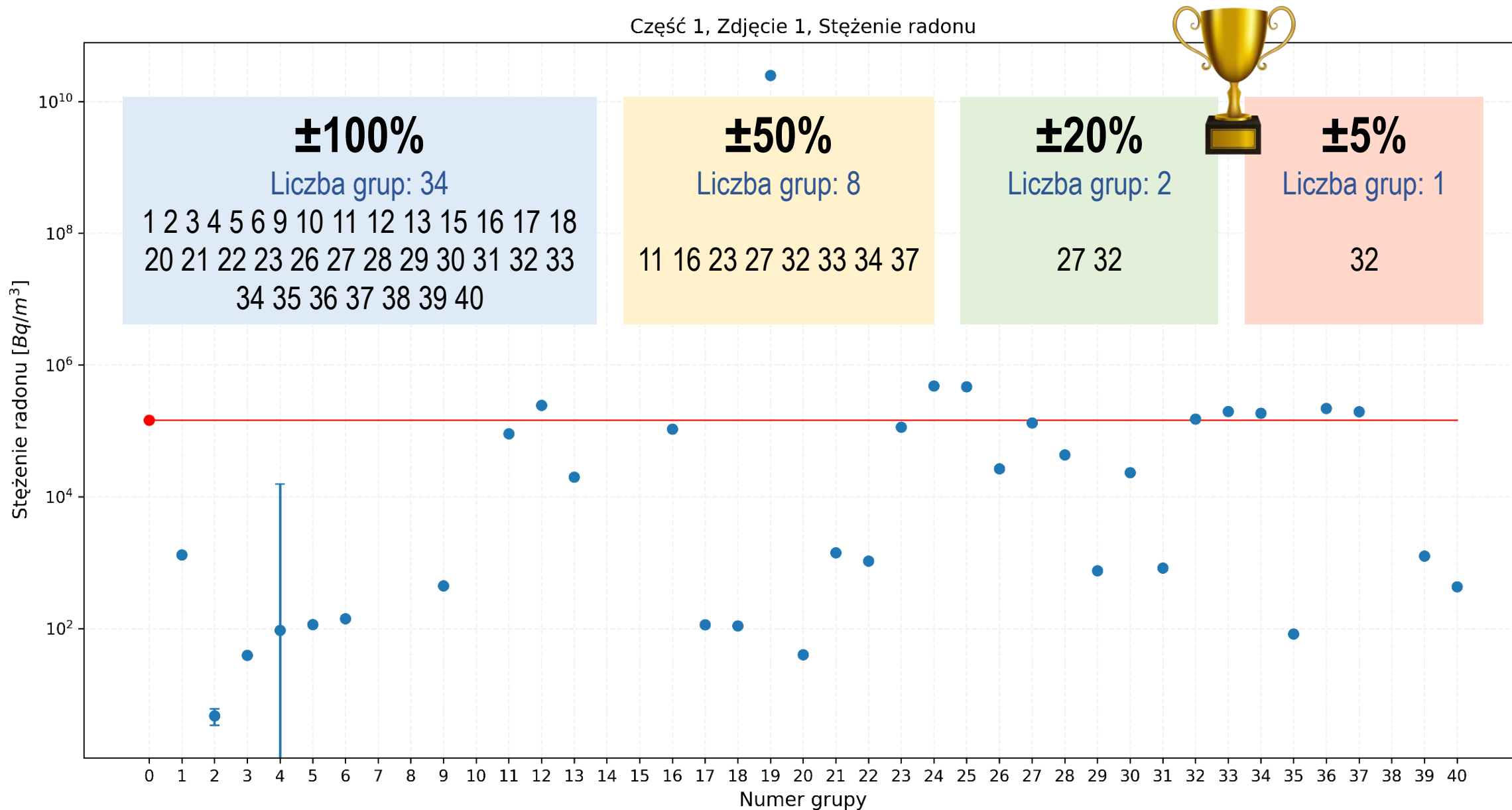
Stężenie radonu  $_1 = (145905 \pm 146) \text{ Bq/m}^3$

Część 1, Zdjęcie 1, Stężenie radonu



Stężenie radonu  $_1 = (145905 \pm 146) \text{ Bq/m}^3$

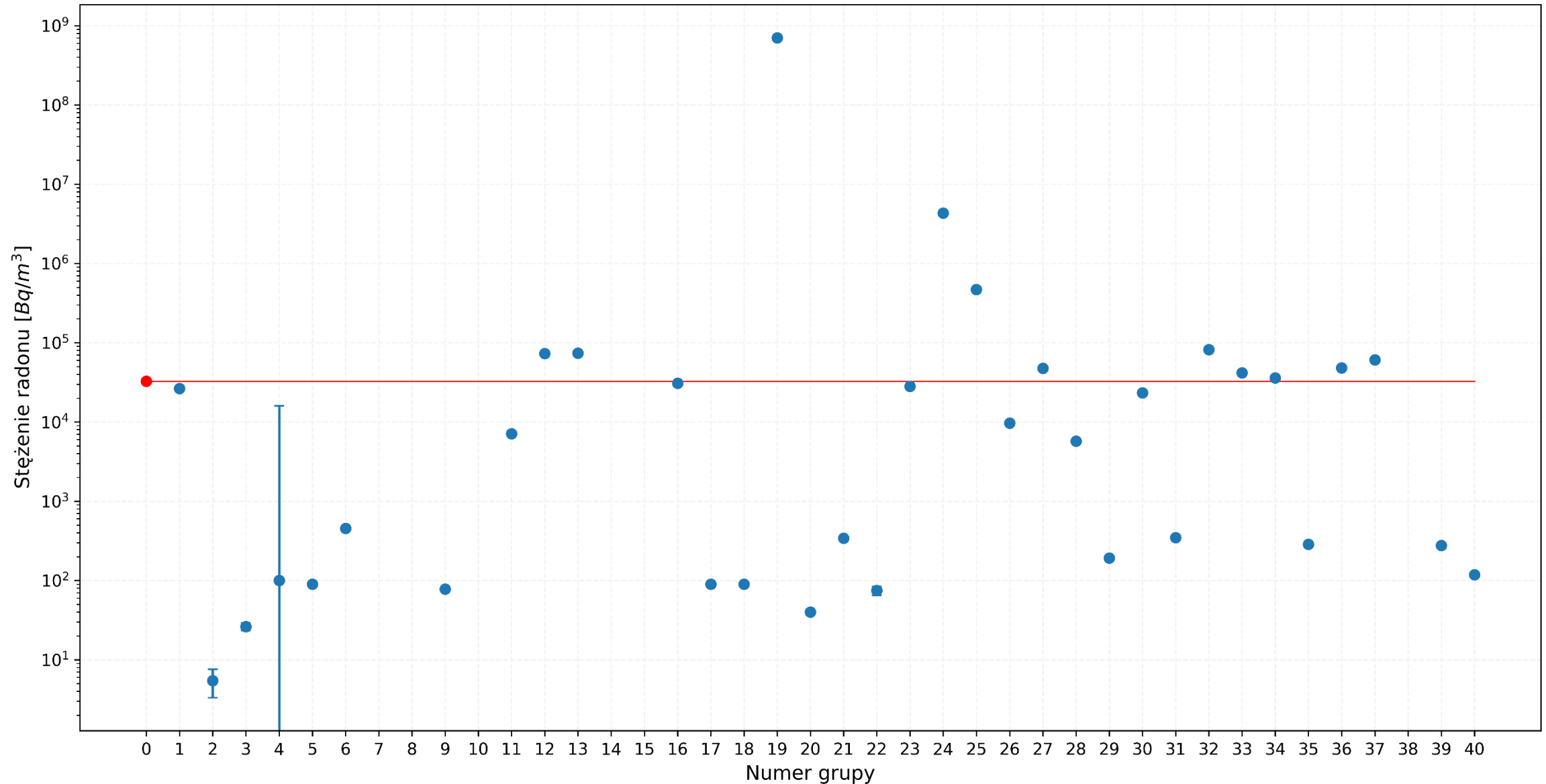
Część 1, Zdjęcie 1, Stężenie radonu





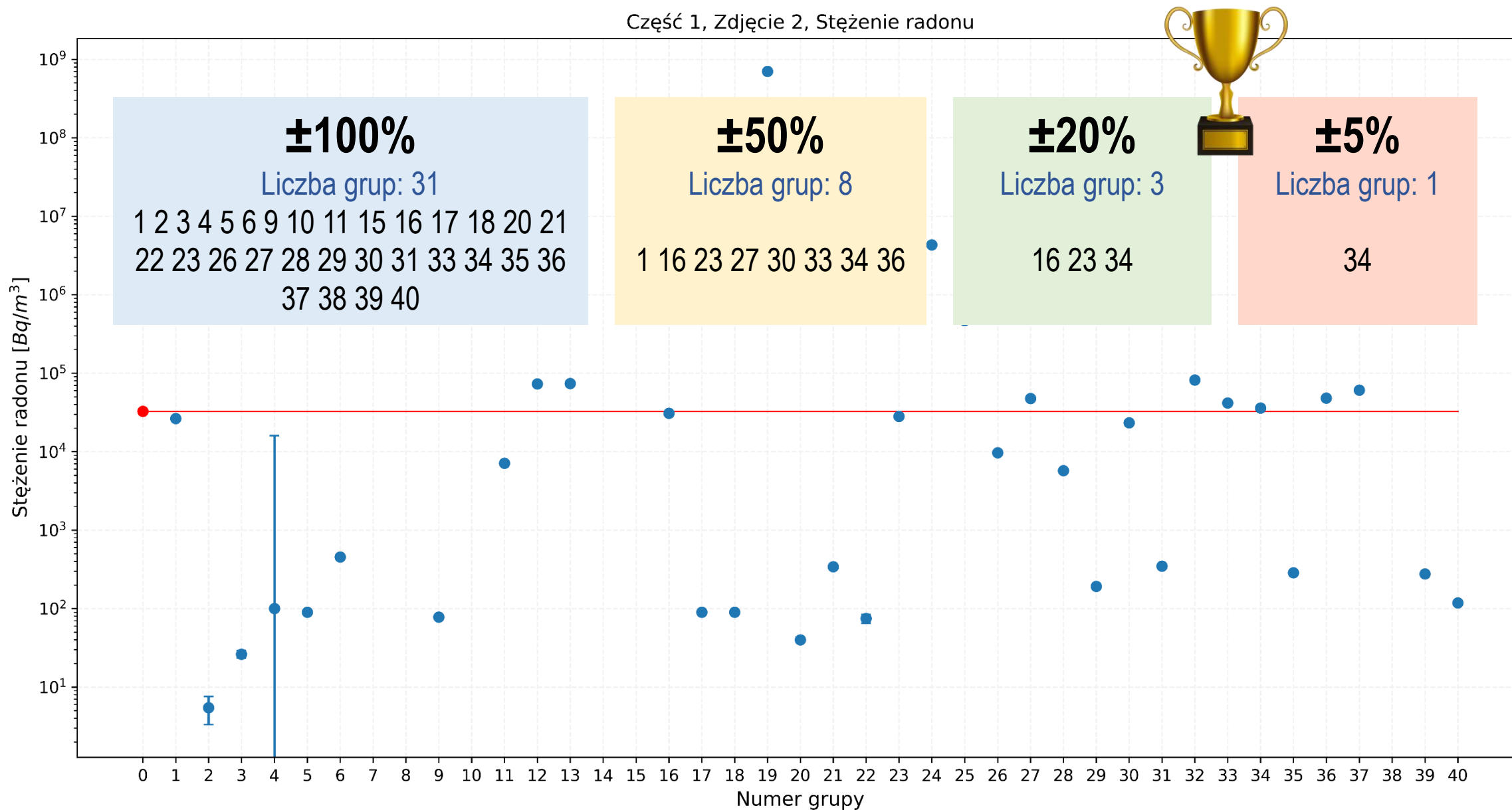
Stężenie radonu  $_2 = (32655 \pm 33) \text{ Bq/m}^3$

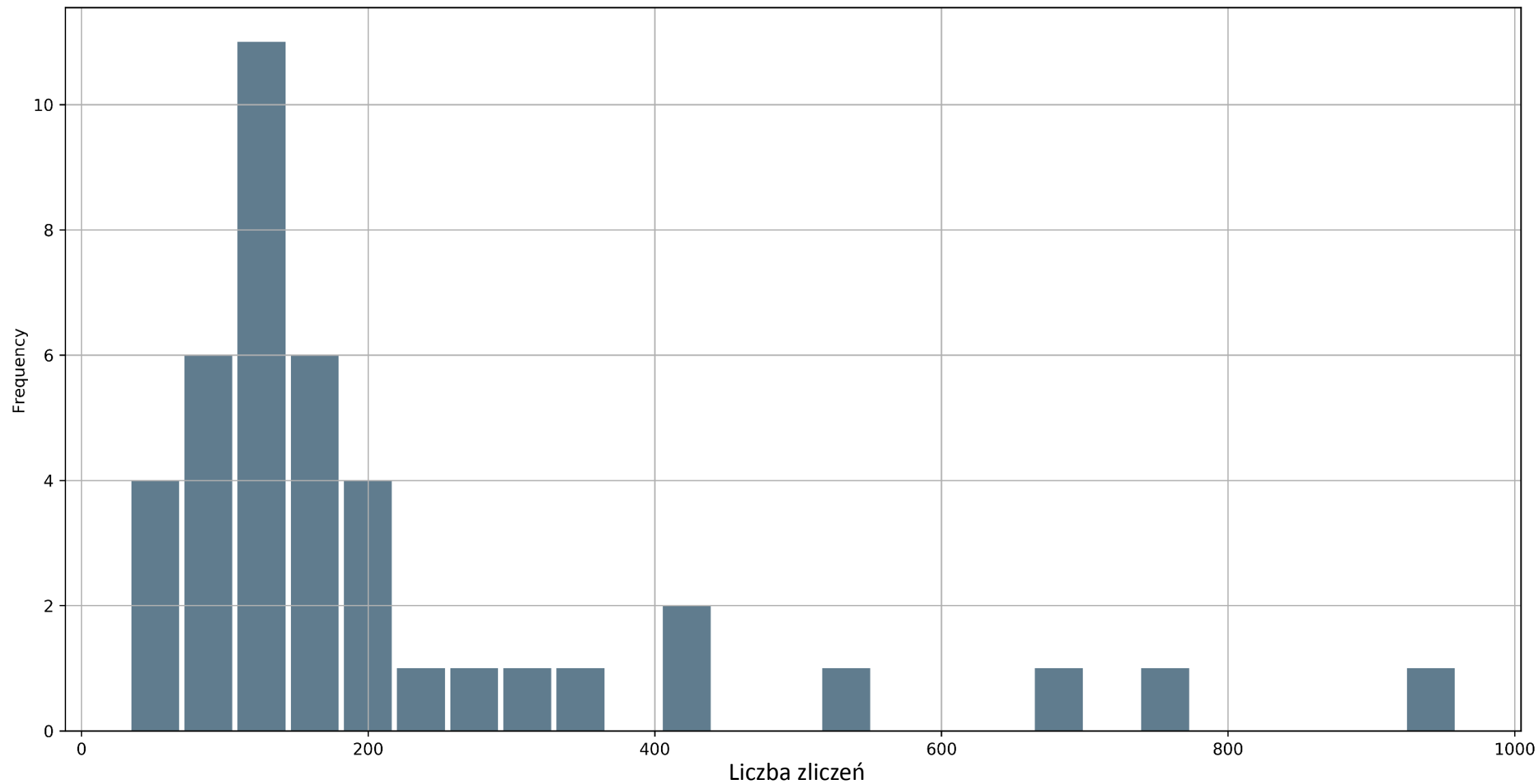
Część 1, Zdjęcie 2, Stężenie radonu



Stężenie radonu  $_2 = (32655 \pm 33) \text{ Bq/m}^3$

Część 1, Zdjęcie 2, Stężenie radonu





ŚREDNIA ARYTMETYCZNA

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

ŚREDNIA WAŻONA

$$\overline{x_w} = \frac{x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + \dots + x_N \cdot w_N}{w_1 + w_2 + \dots + w_N}$$

Średnią ważoną stosujemy, gdy poszczególne wartości – w naszym przypadku – *wyniki obliczeń* mają przyporządkowane wagi – *niepewności*.

$$n_2 = 138 \pm 7$$

$$S_2 = (52000 \pm 89) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

$$\text{Stężenie radonu}_2 = (32655 \pm 33) \text{ Bq/m}^3$$

**$\pm 100\%$**

$$\text{avg\_}n_2 = 306$$

$$\text{avg\_}S_2 = 3731253 \text{ cm}^2$$

$$(-40 \pm 3) \text{ Bq/m}^3$$

**$\pm 50\%$**

$$\text{avg\_}n_2 = 144$$

$$\text{avg\_}S_2 = 44298 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

$$(40009 \pm 40) \text{ Bq/m}^3$$

**$\pm 20\%$**

$$\text{avg\_}n_2 = 138$$

$$\text{avg\_}S_2 = 52153 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

$$(32559 \pm 33) \text{ Bq/m}^3$$

# Część 2

## Krzywa kalibracyjna

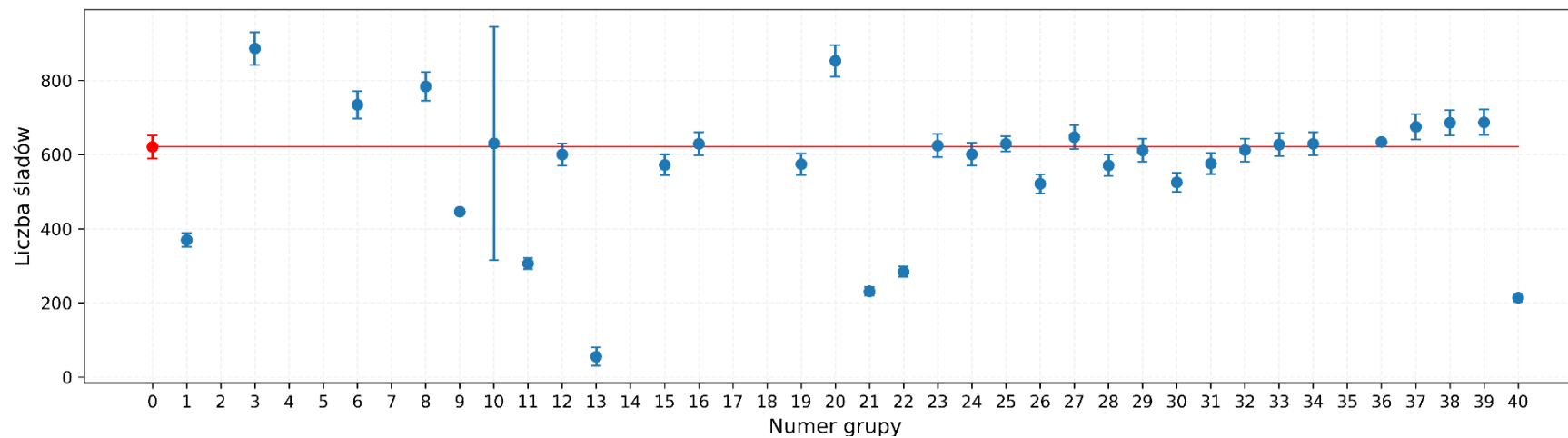
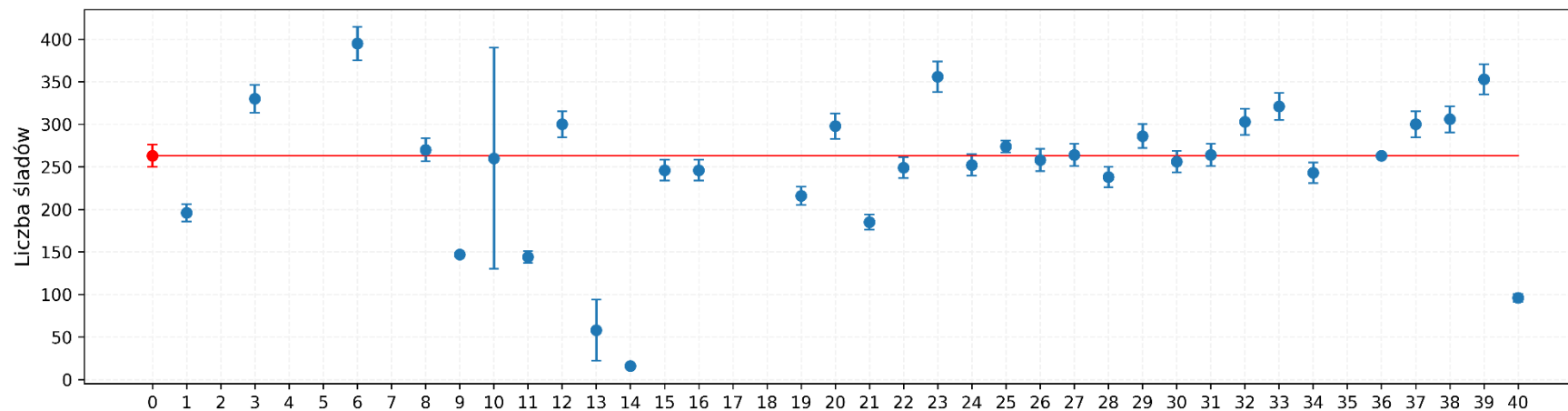
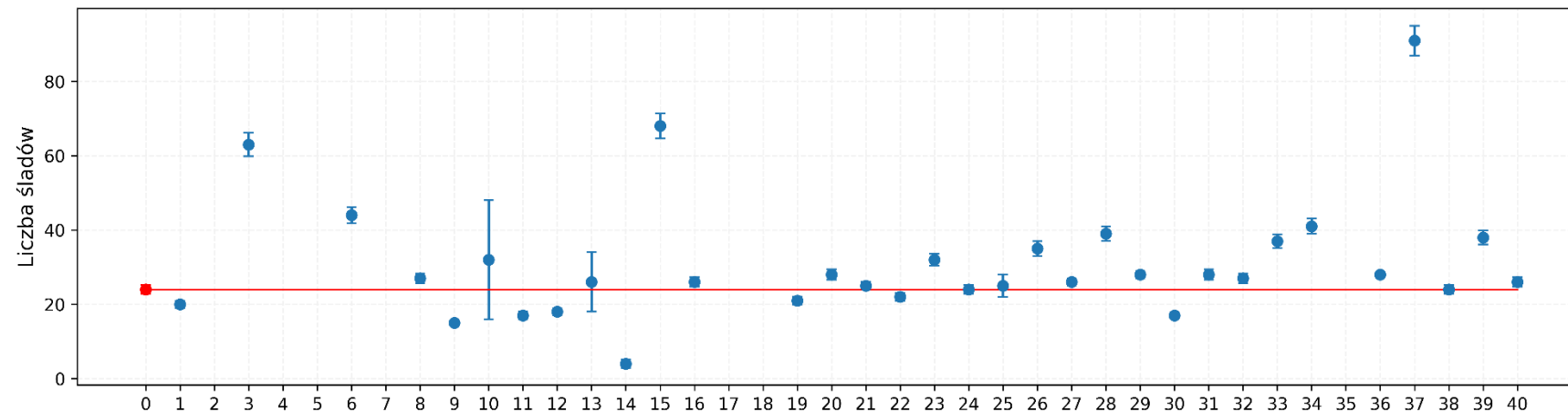
# BENCHMARK WYNIKI

Liczba śladów

$$n_{kal_1} = 24,0 \pm 1,2$$

$$n_{kal_2} = 263 \pm 13$$

$$n_{kal_3} = 621 \pm 31$$



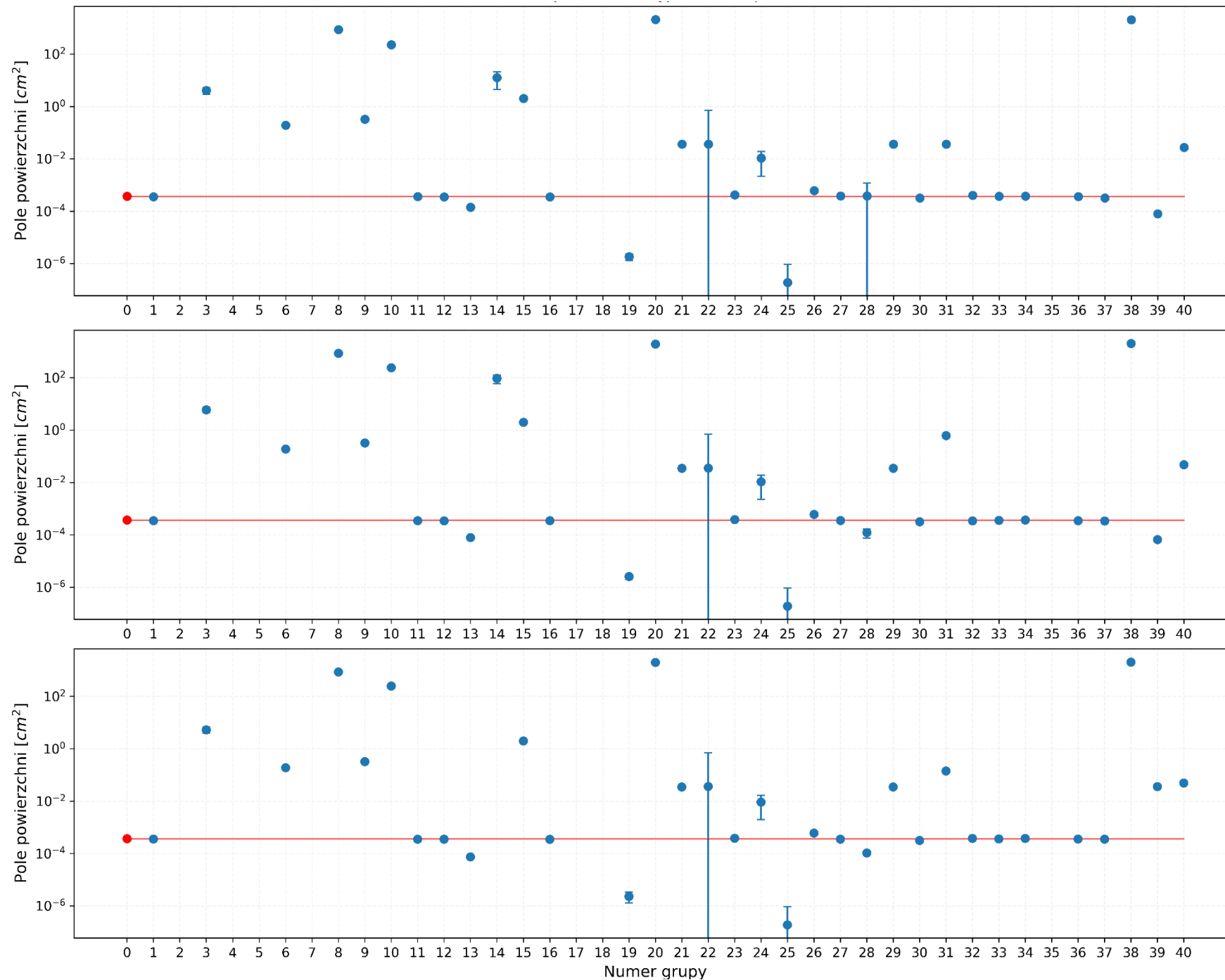
# BENCHMARK WYNIKI

## Pole powierzchni zdjęcia

$$S_{\text{kal}_1} = (36769 \pm 75) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{kal}_2} = (36769 \pm 75) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{kal}_3} = (36769 \pm 75) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$





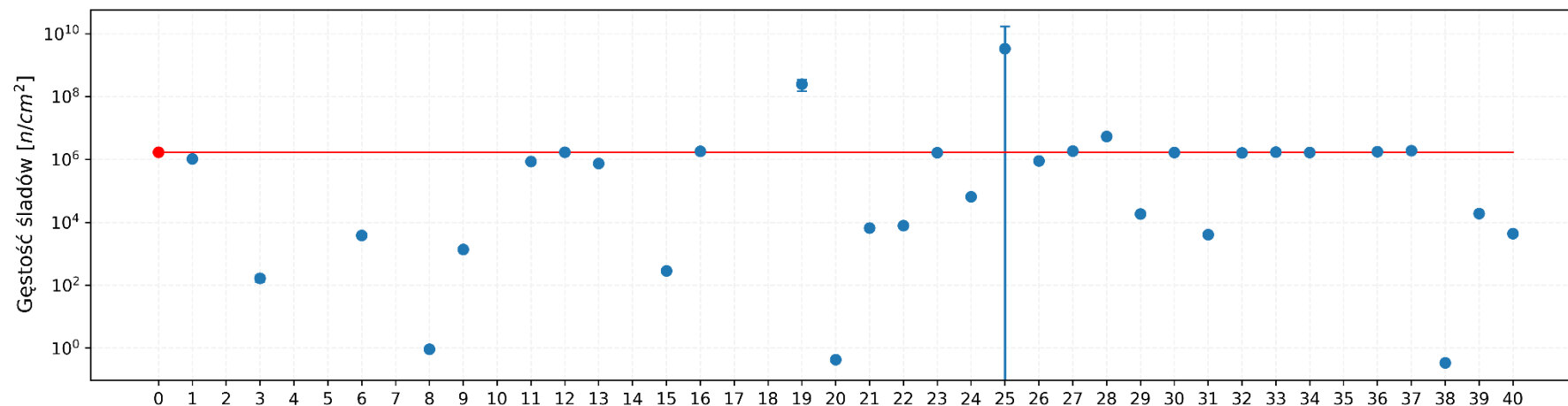
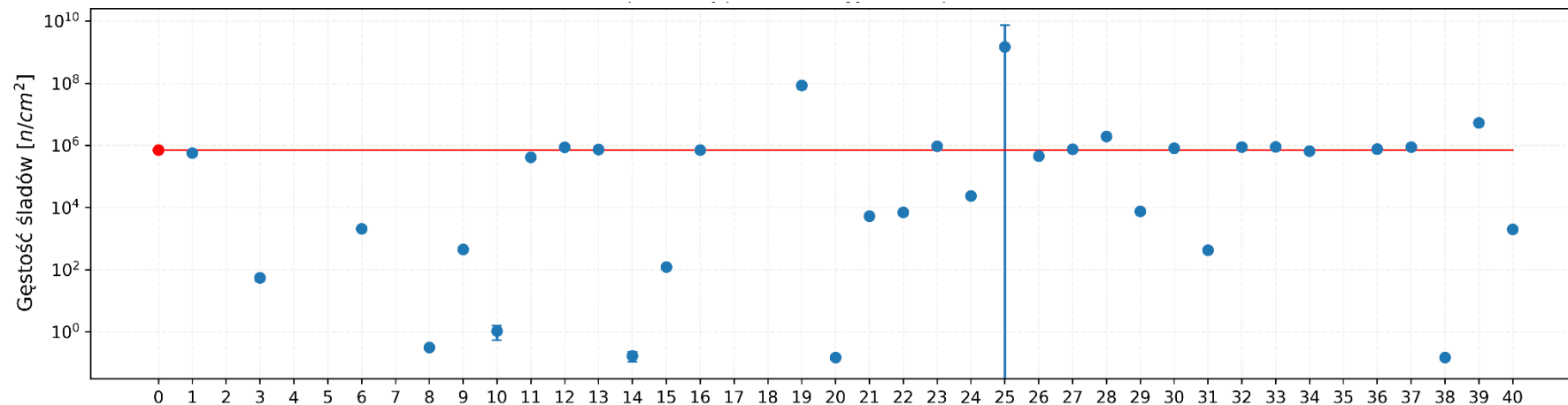
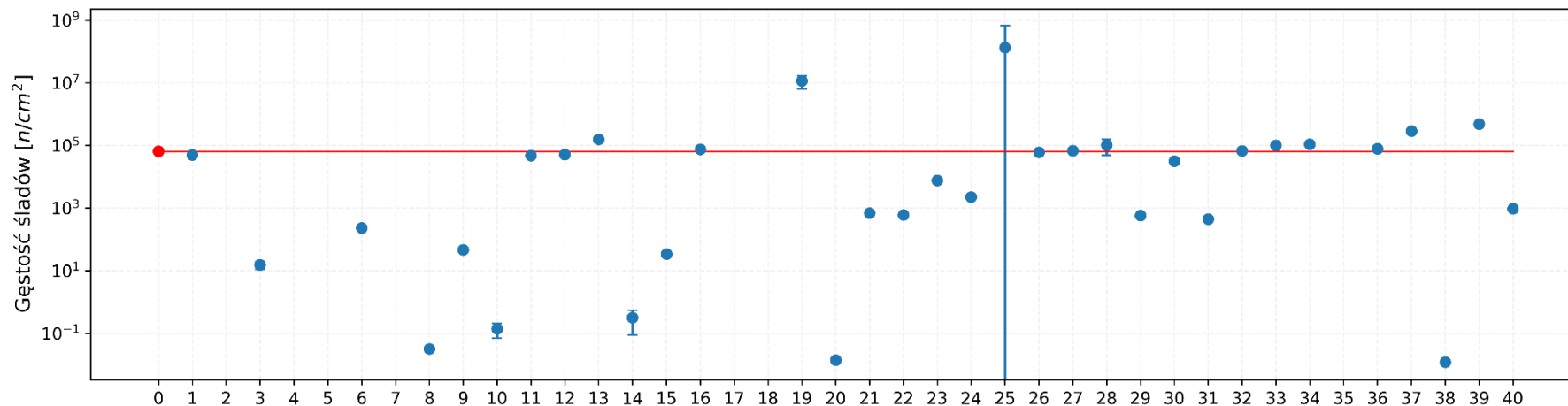
# BENCHMARK WYNIKI

## Gęstość śladów

$$\rho_{\text{kal}_1} = (65,3 \pm 3,3) \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2$$

$$\rho_{\text{kal}_2} = (715 \pm 36) \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2$$

$$\rho_{\text{kal}_3} = (1685 \pm 85) \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2$$



# BENCHMARK WYNIKI

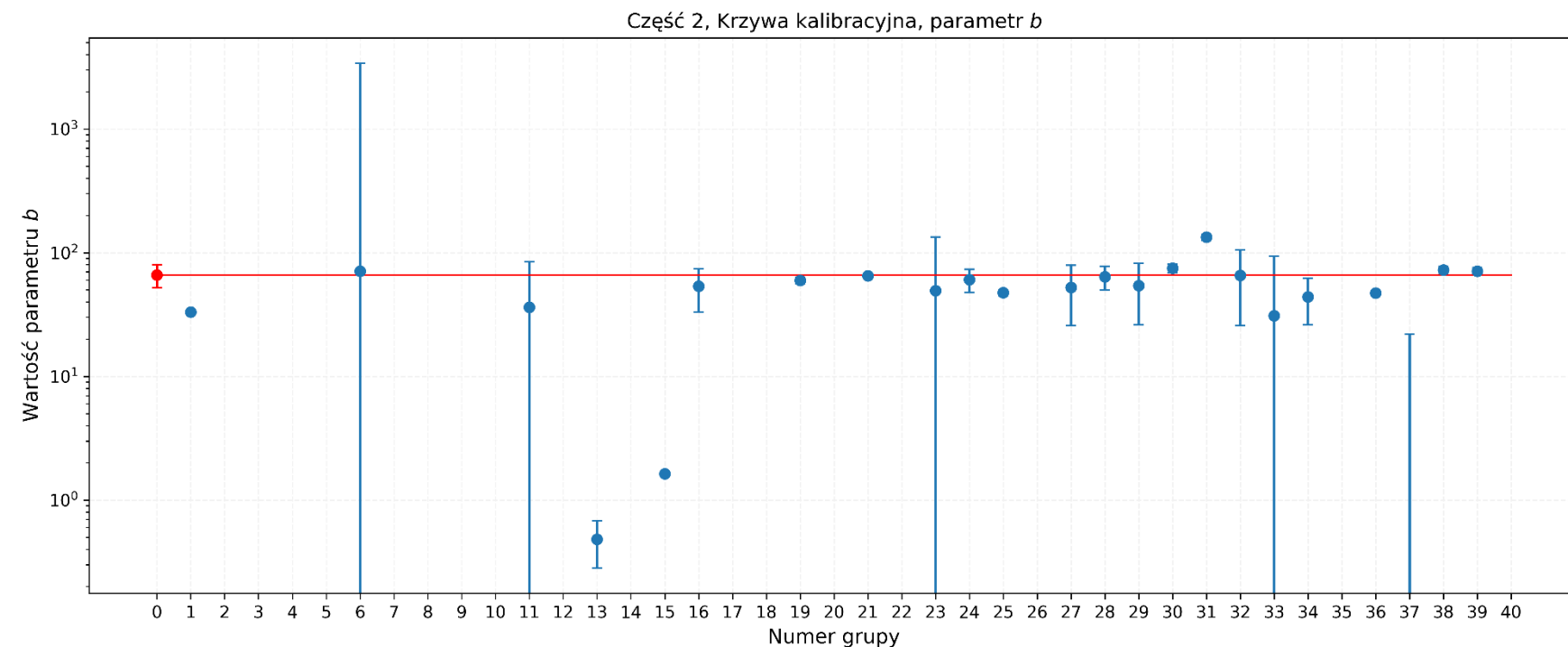
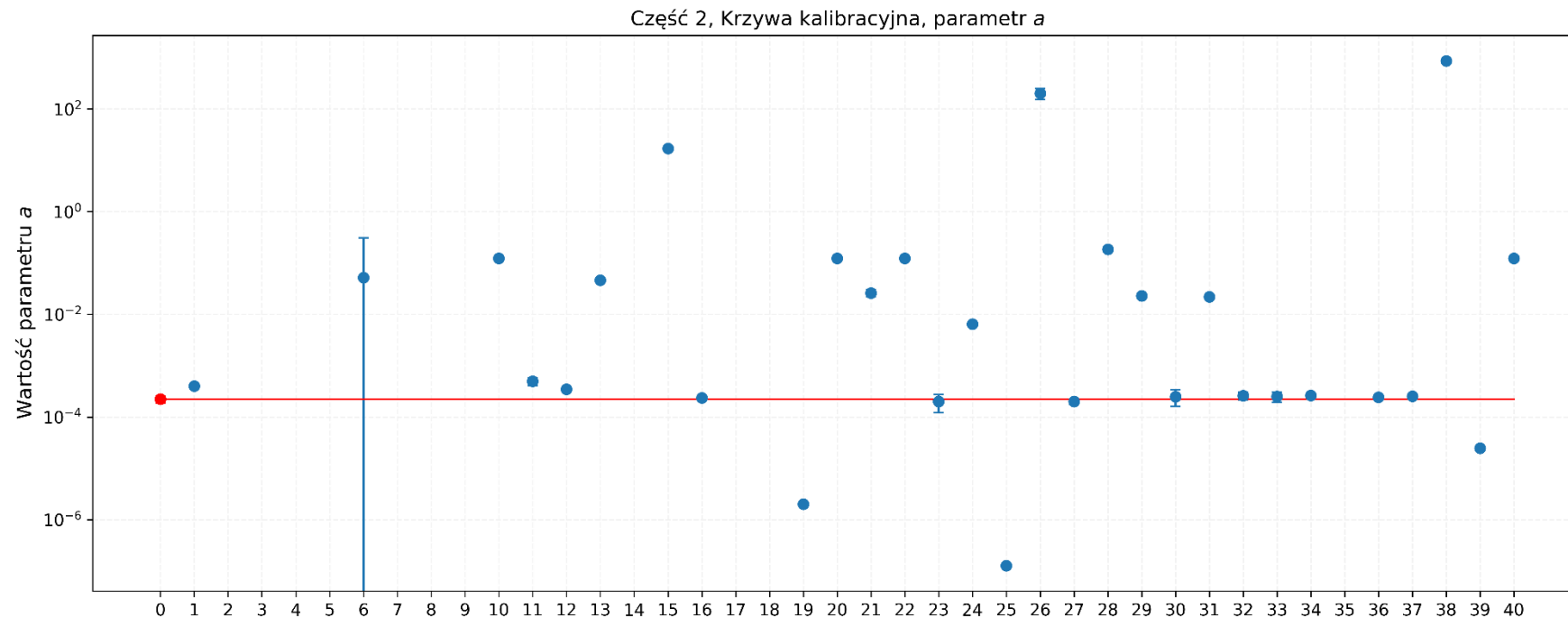
## Parametry krzywej kalibracyjnej

$$a = (223 \pm 35) \cdot 10^{-6}$$

$$b = 66 \pm 14$$

$$a \text{ [(Bq} \cdot 10^{-4})/\text{m]}$$

$$b \text{ [Bq/m}^3\text{]}$$



# BENCHMARK WYNIKI

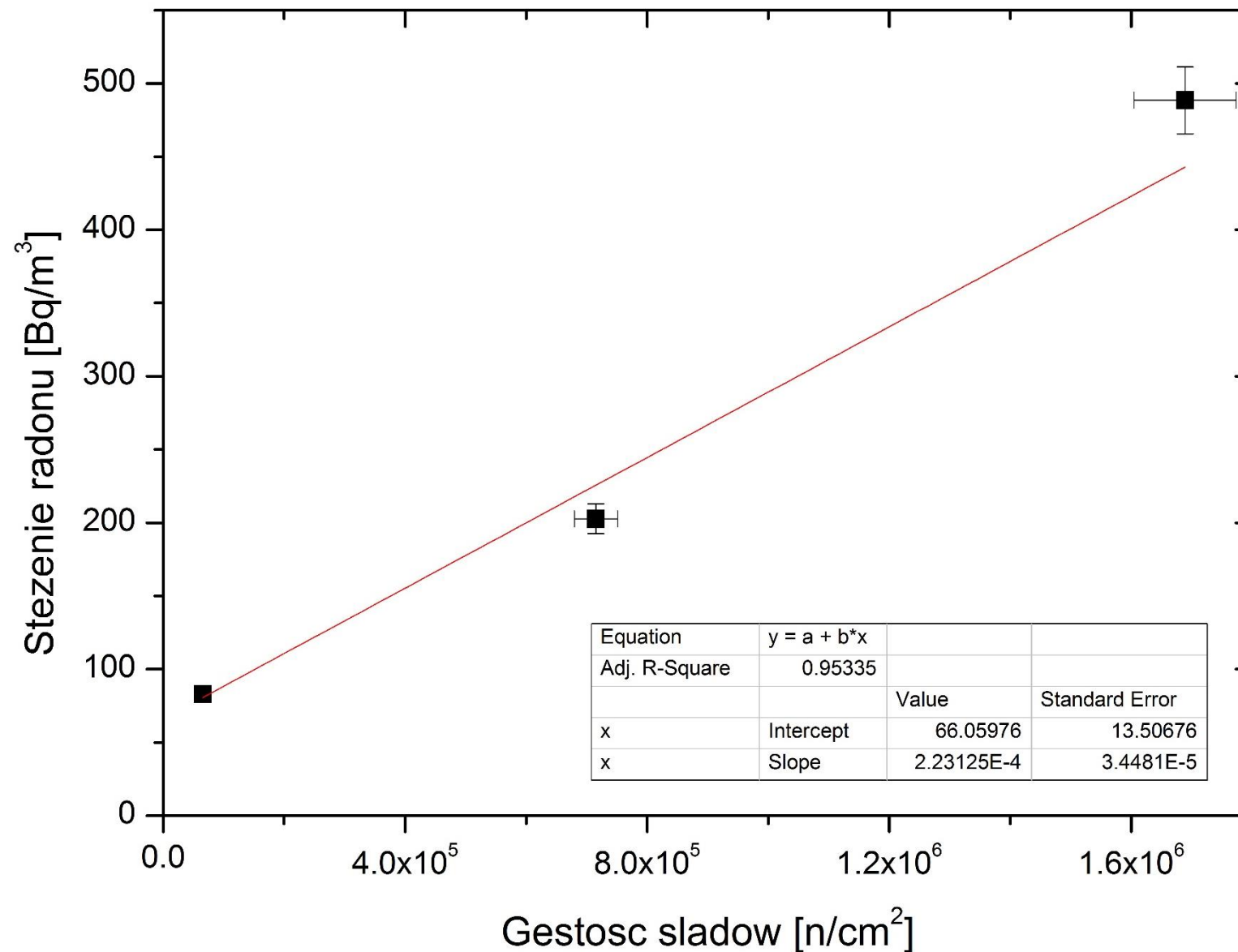
Parametry krzywej  
kalibracyjnej

$$a = (223 \pm 35) \cdot 10^{-6}$$

$$b = 66 \pm 14$$

$a$  [(Bq·10<sup>-4</sup>)/m]

$b$  [Bq/m<sup>3</sup>]



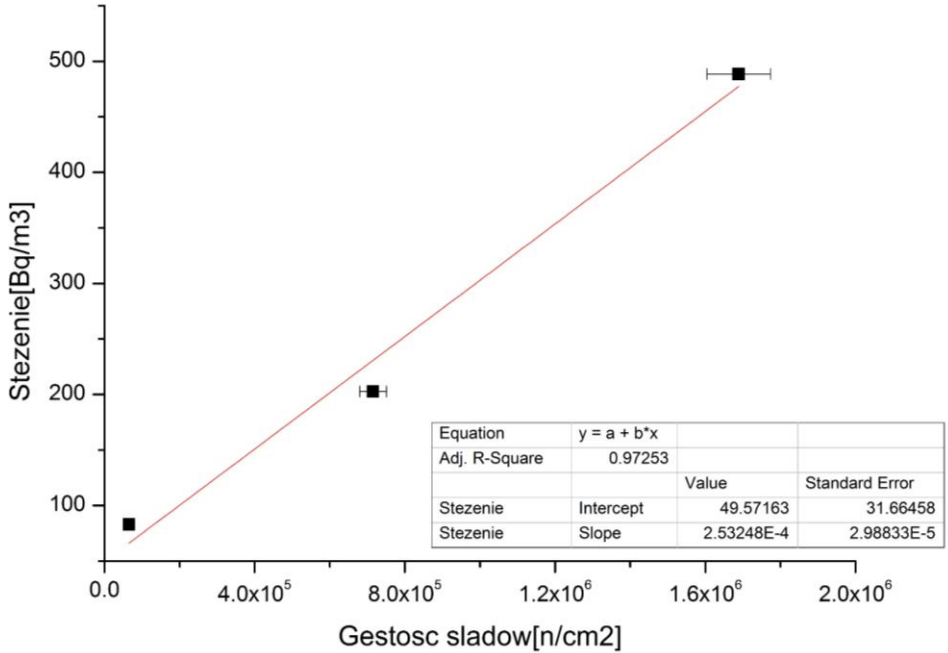
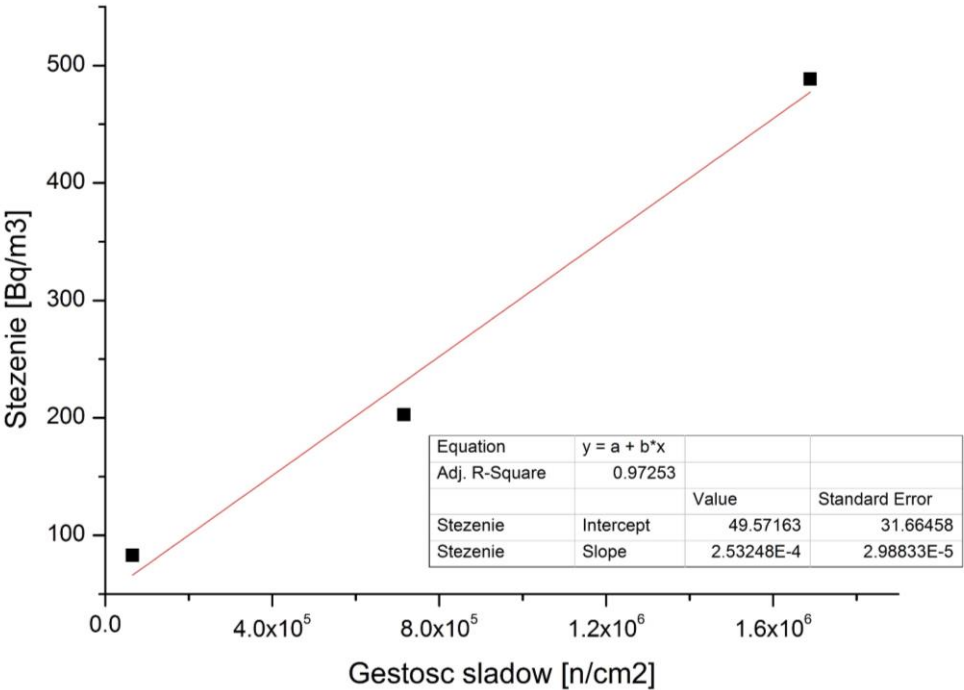
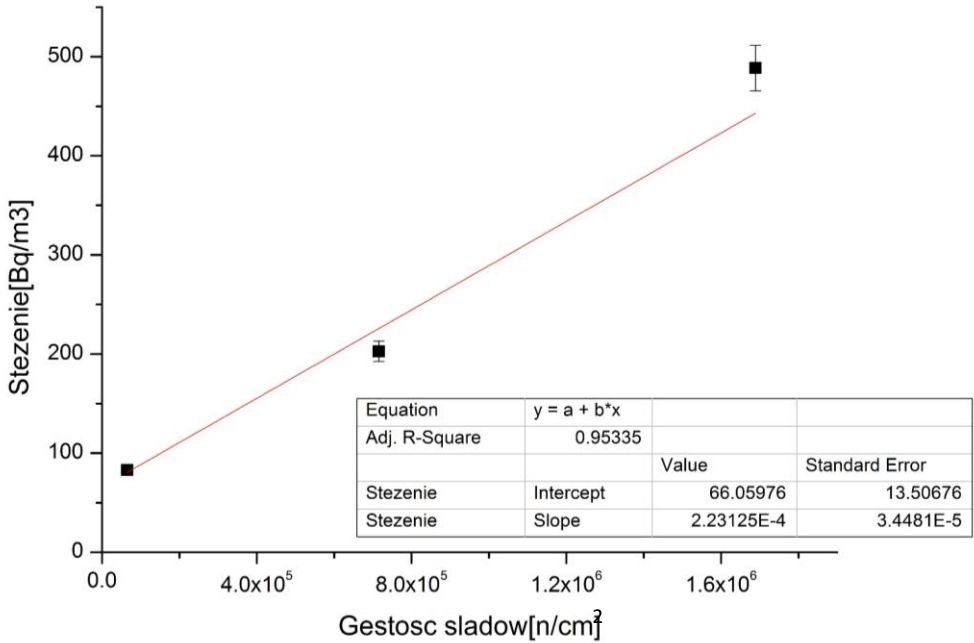
BENCHMARK  
WYNIKI

Parametry krzywej  
kalibracyjnej

$a = (223 \pm 35) \cdot 10^{-6}$

$b = 66 \pm 14$

$a \text{ [(Bq} \cdot 10^{-4})/\text{m]}$   
 $b \text{ [Bq/m}^3\text{]}$



# BENCHMARK WYNIKI

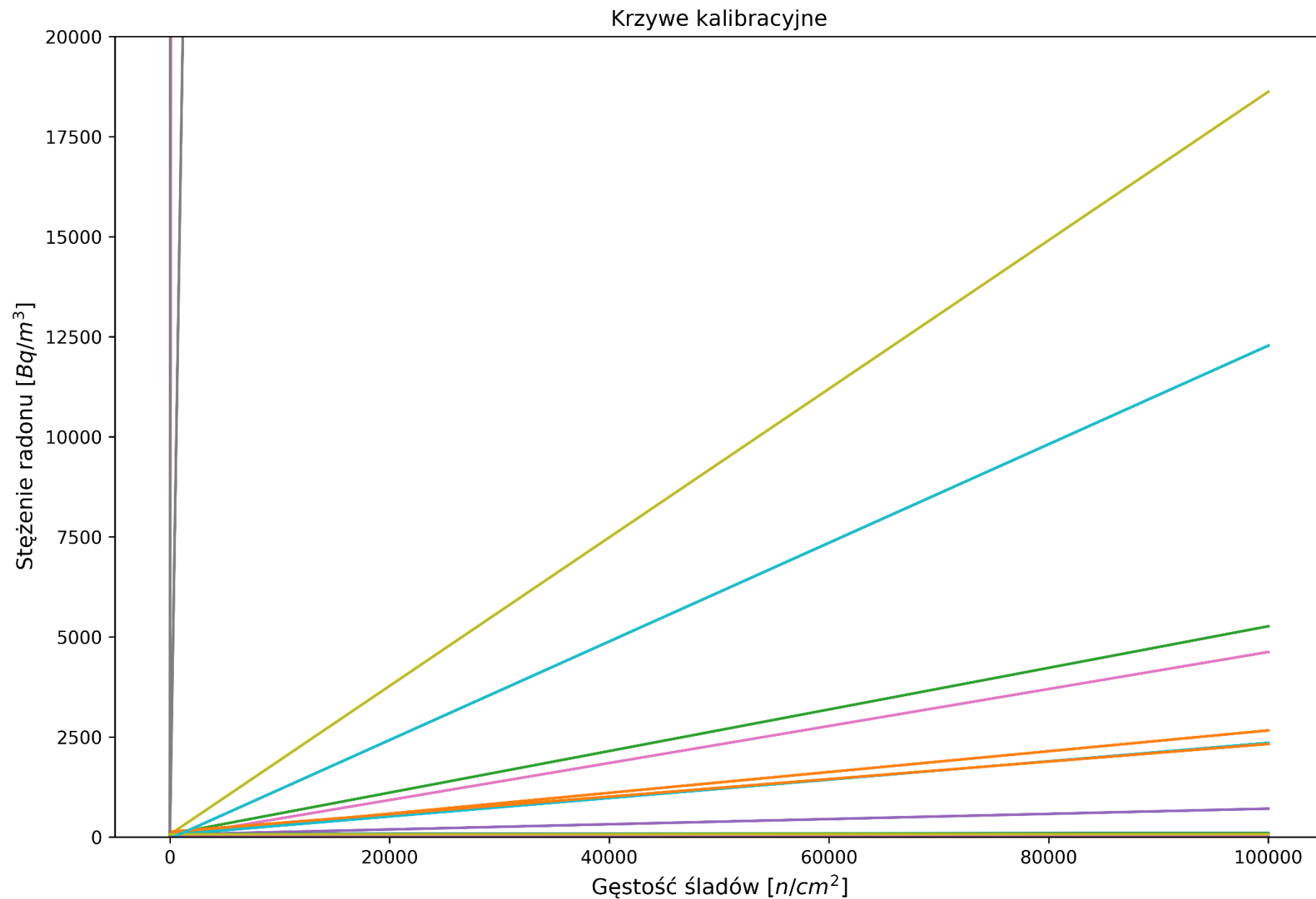
## Parametry krzywej kalibracyjnej

$$a = (223 \pm 35) \cdot 10^{-6}$$

$$b = 66 \pm 14$$

$$a \text{ [(Bq} \cdot 10^{-4})/\text{m}]$$

$$b \text{ [Bq/m}^3\text{]}$$

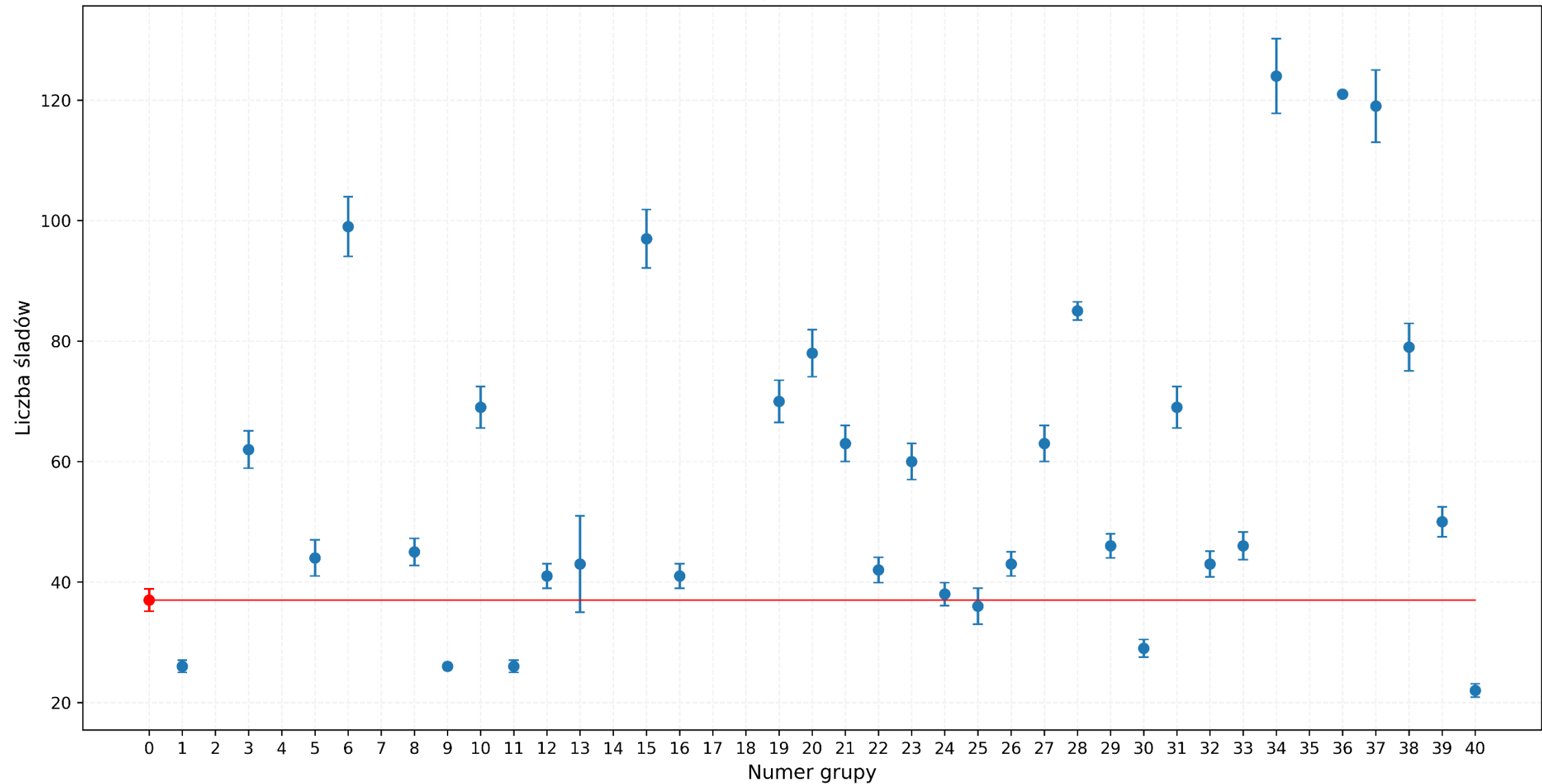


## Część 2

# Stężenie radonu – zdjęcie 3 i 4

$$n_3 = 37 \pm 2$$

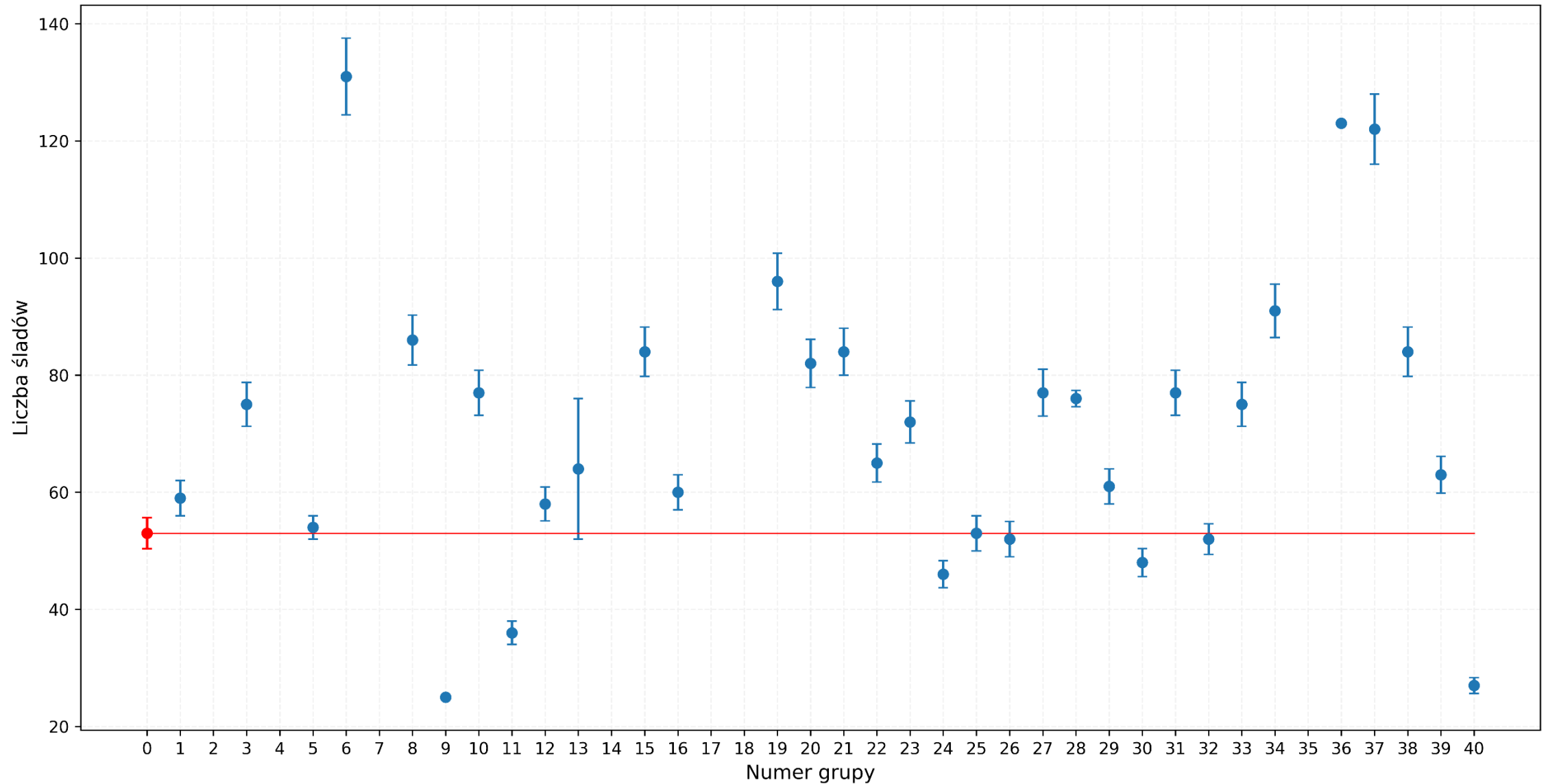
Część 2, Zdjęcie 3, Liczba śladów



# BENCHMARK WYNIKI

$$n_4 = 53 \pm 3$$

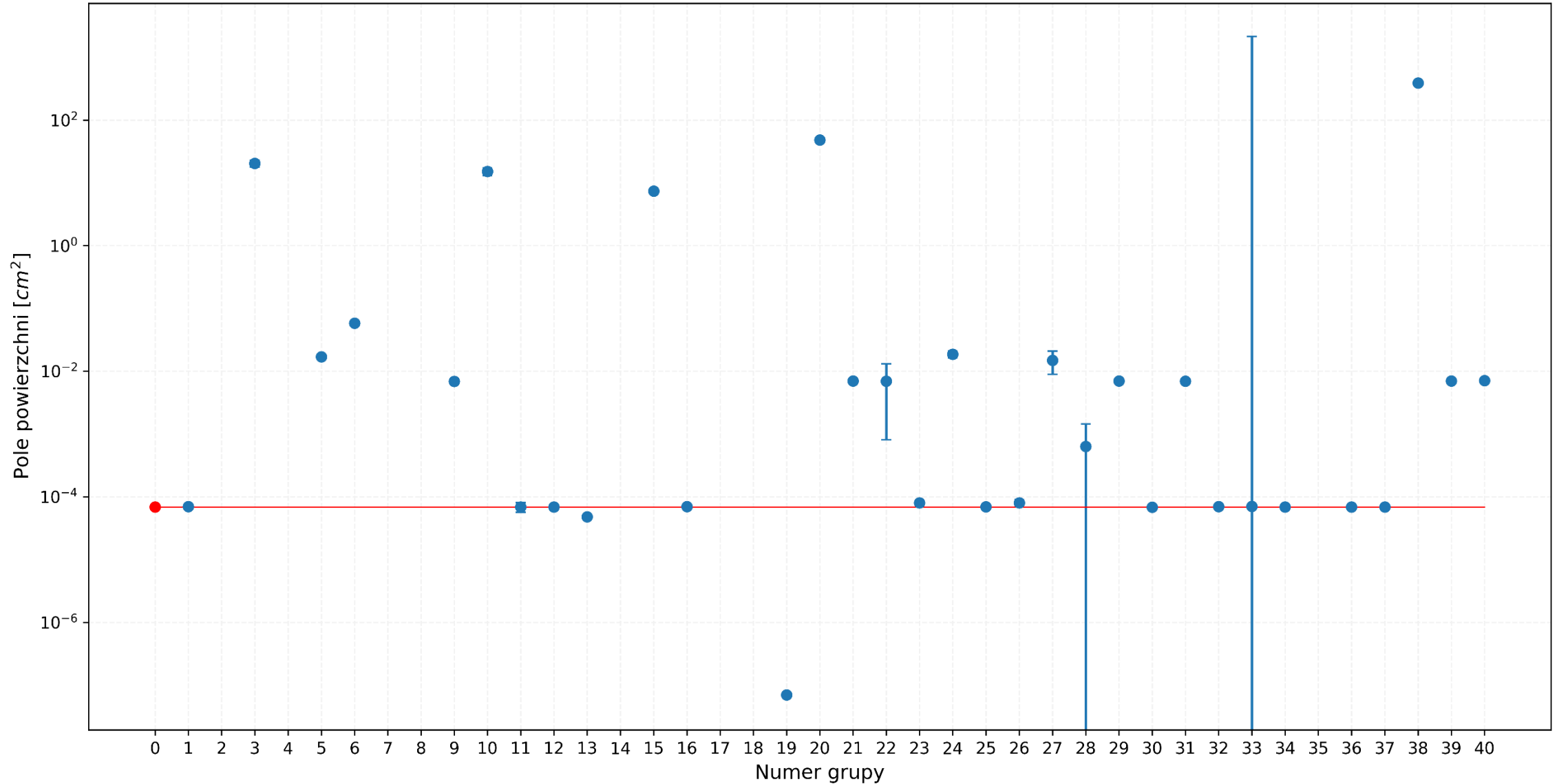
Część 2, Zdjęcie 4, Liczba śladów





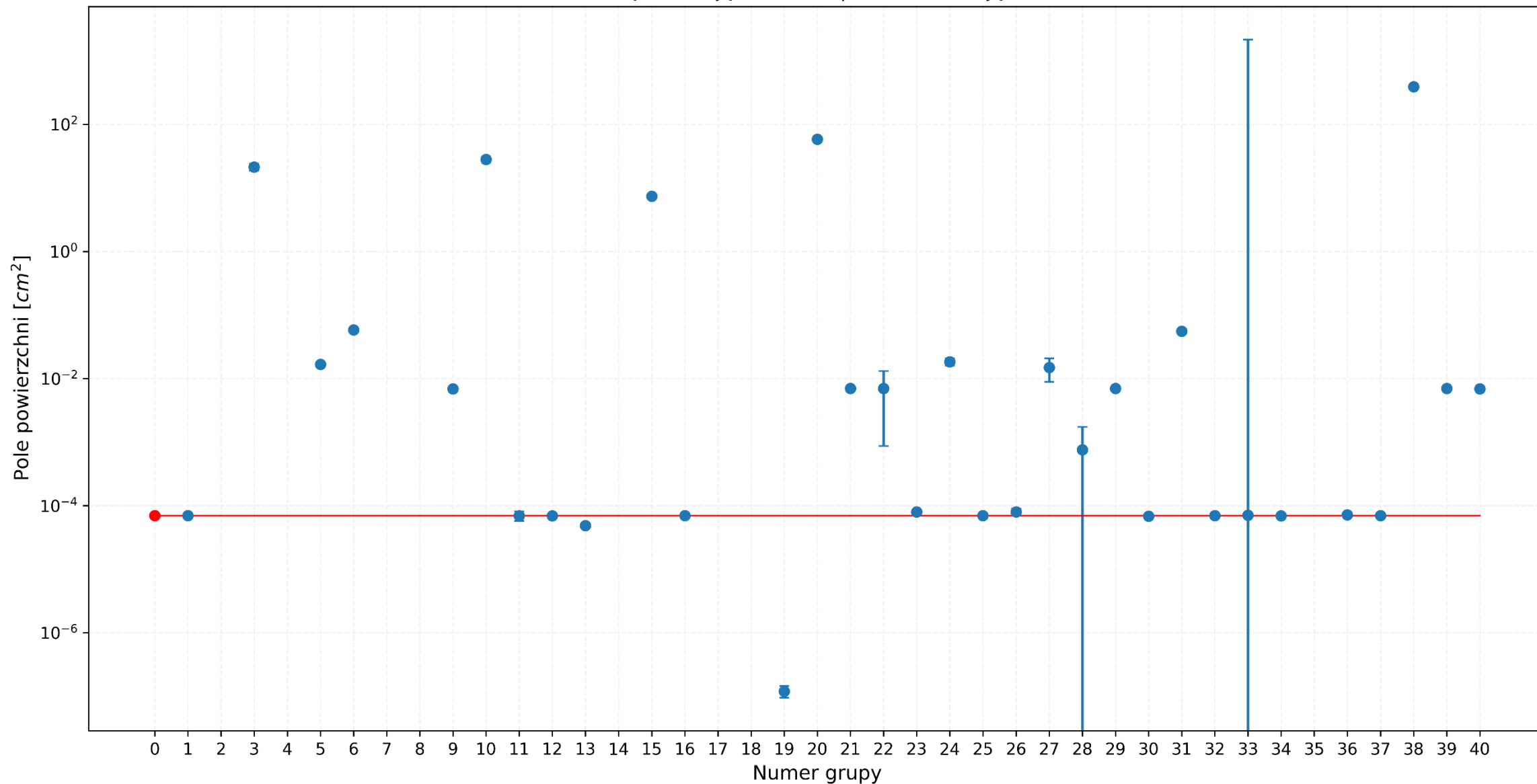
$$S_3 = (6880 \pm 27) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

Część 2, Zdjęcie 3, Pole powierzchni zdjęcia



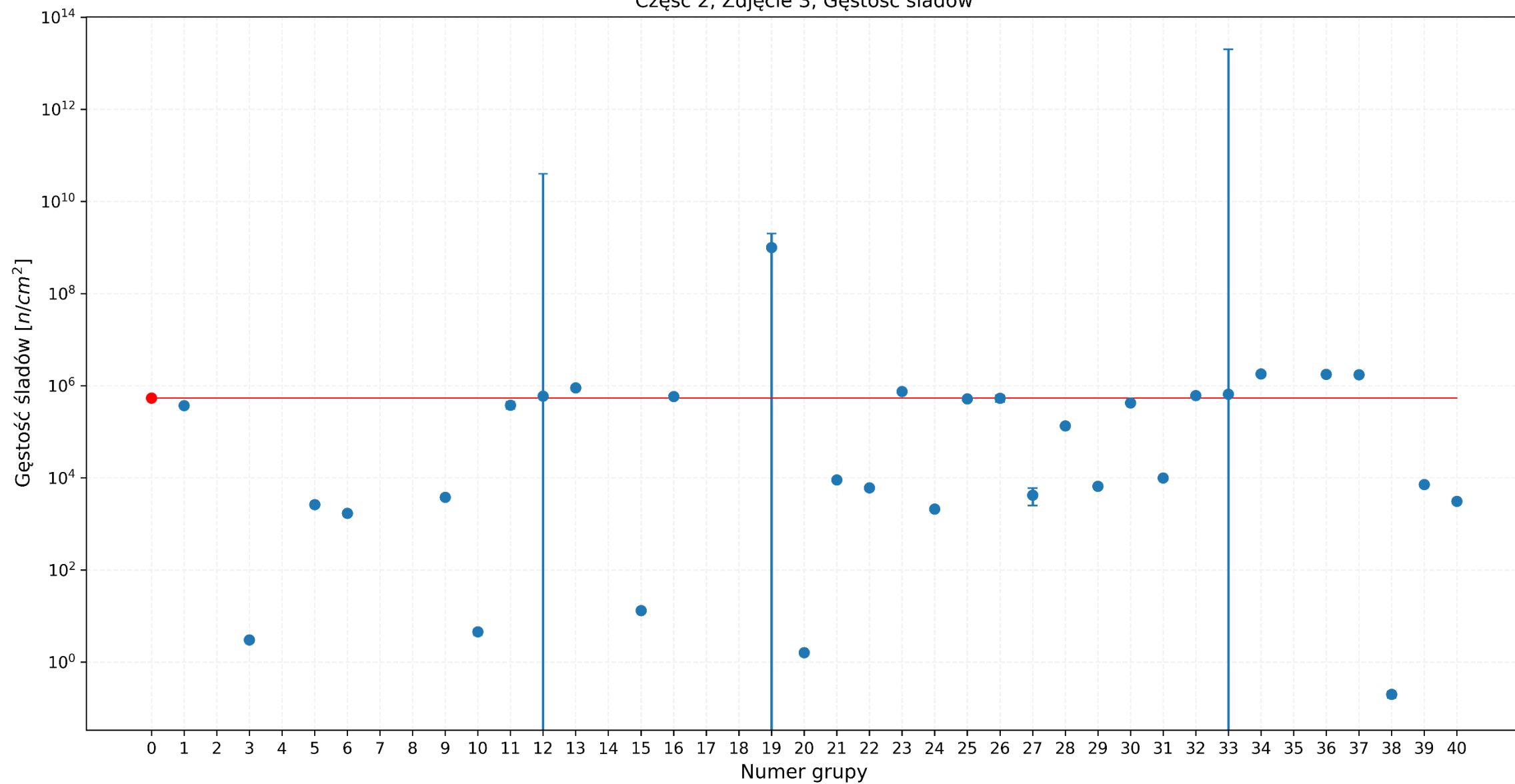
$$S_4 = (7000 \pm 27) \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

Część 2, Zdjęcie 4, Pole powierzchni zdjęcia



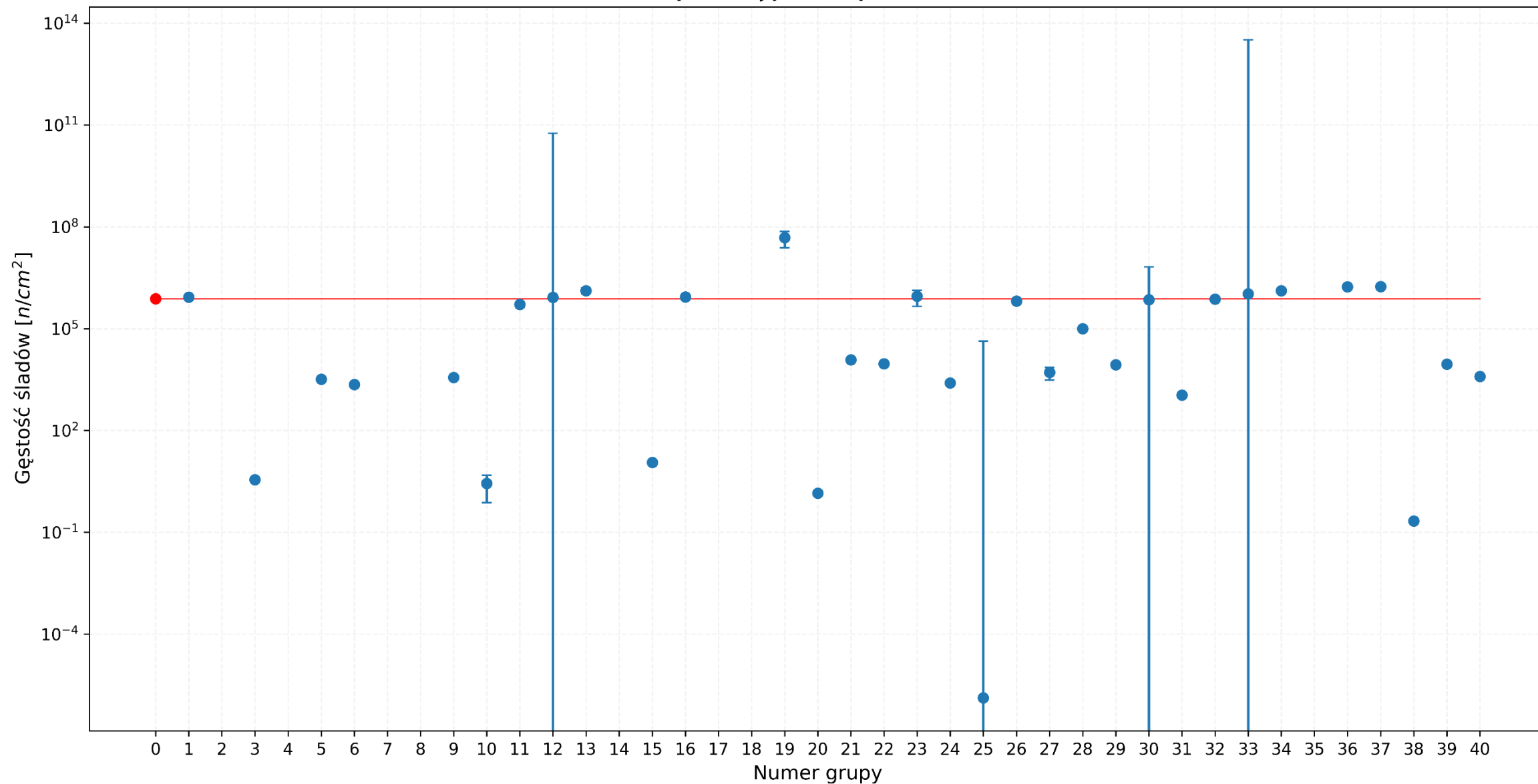
$$\rho_3 = (538 \pm 27) \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2$$

Część 2, Zdjęcie 3, Gęstość śladów



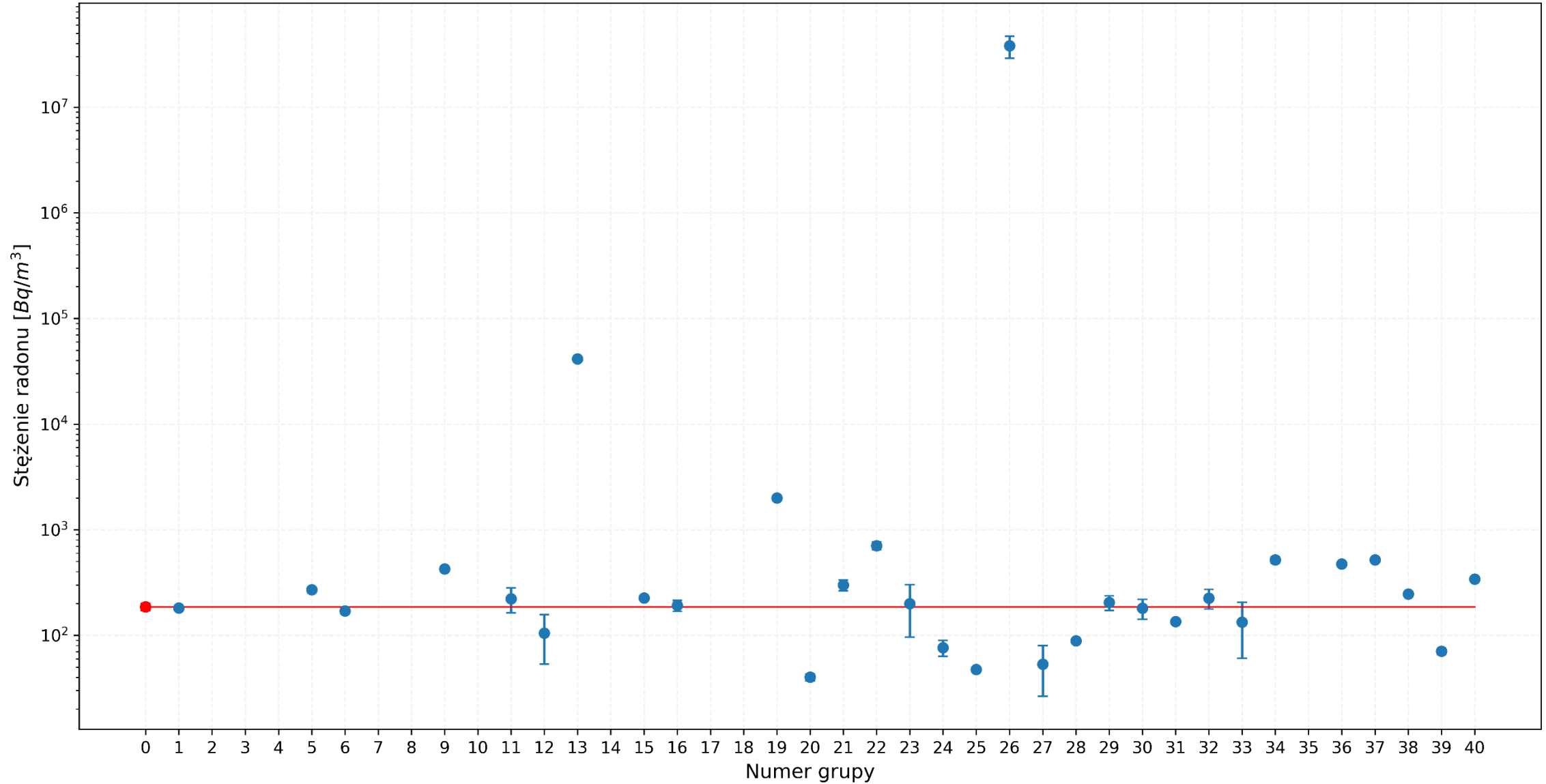
$$\rho_4 = (757 \pm 38) \cdot 10^3 \text{ n/cm}^2$$

Część 2, Zdjęcie 4, Gęstość śladów



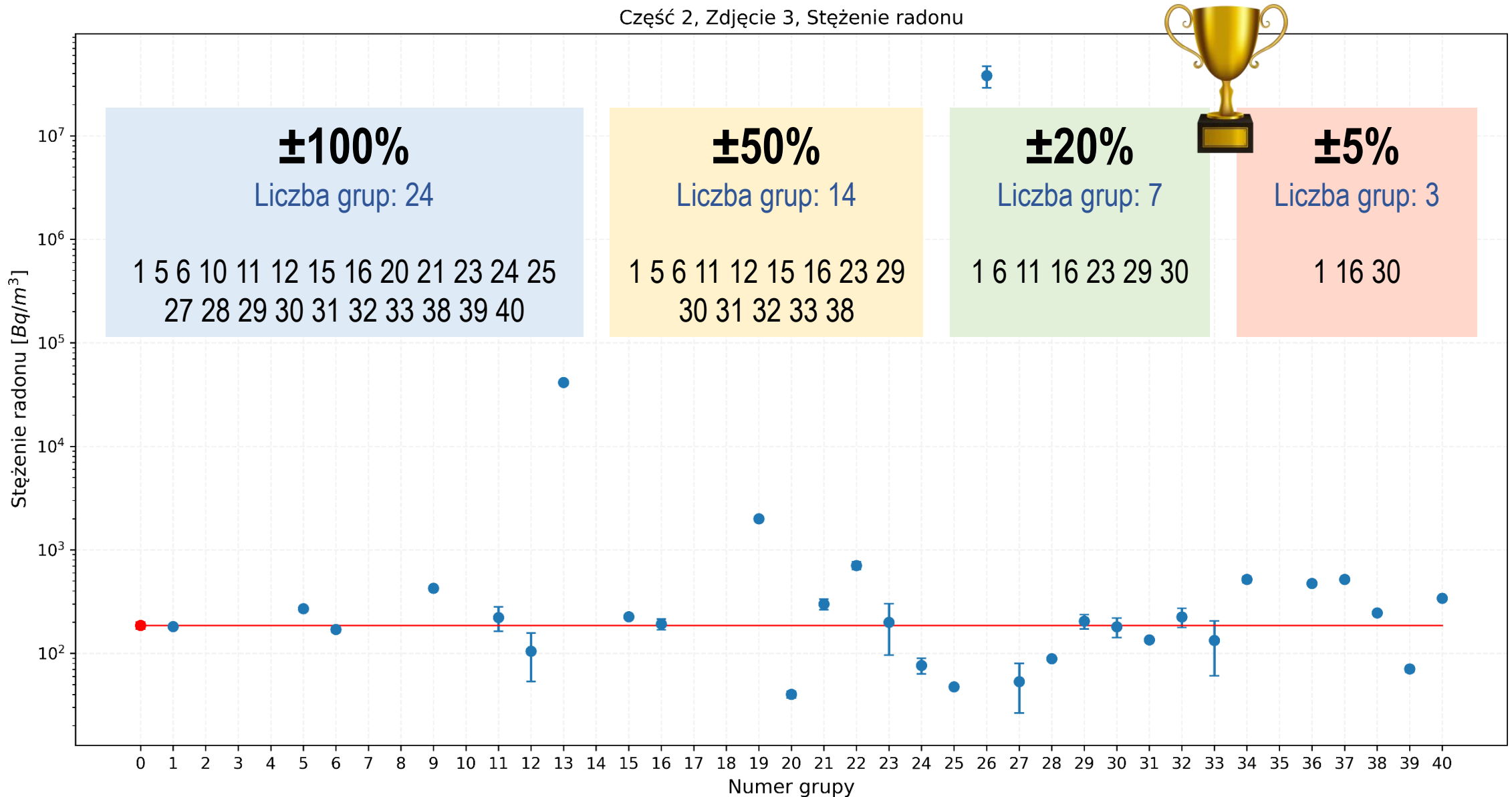
Stężenie radonu  $_3 = (186 \pm 14) \text{ Bq/m}^3$

Część 2, Zdjęcie 3, Stężenie radonu



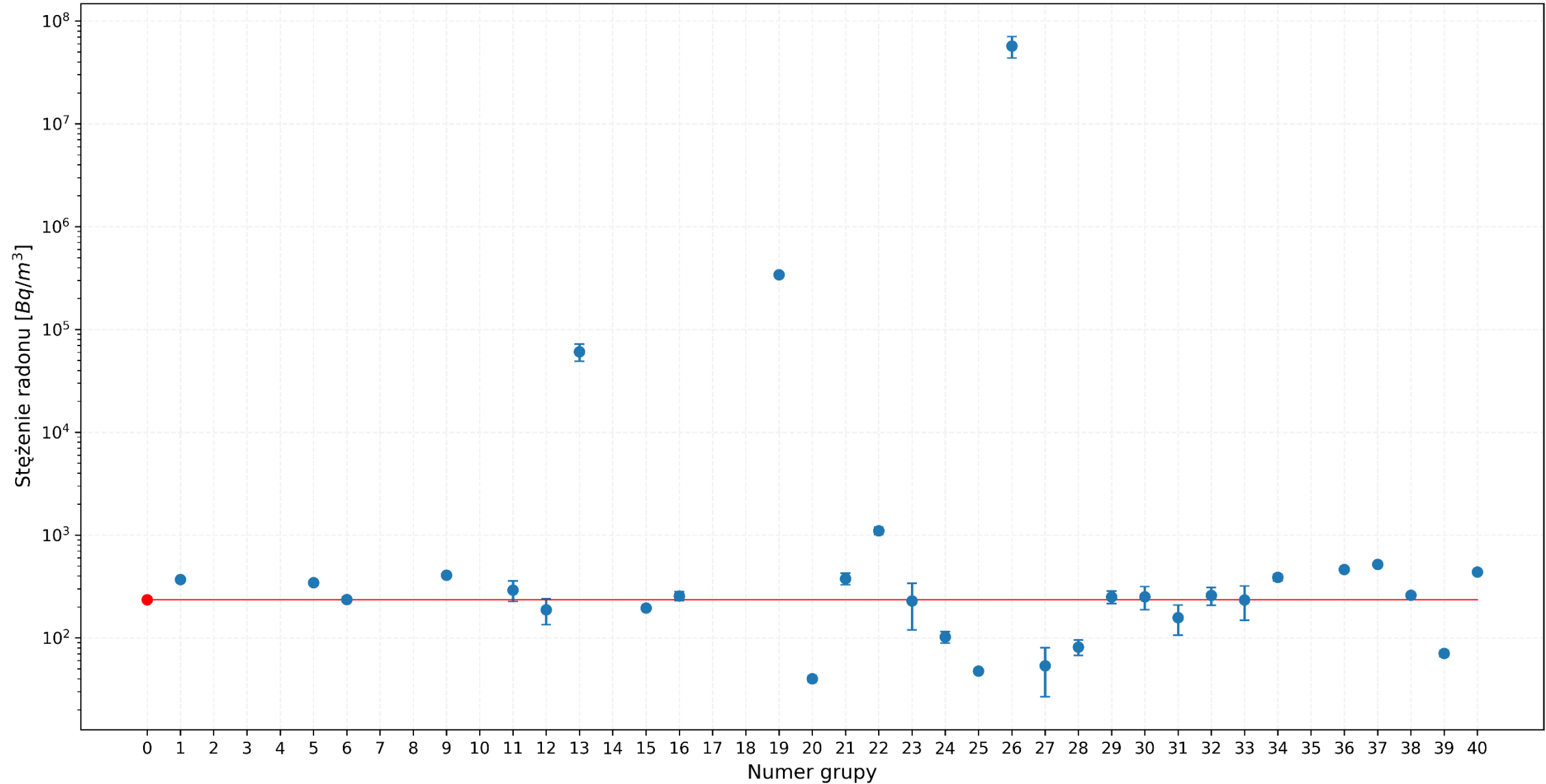
Stężenie radonu  $_3 = (186 \pm 14) \text{ Bq/m}^3$

Część 2, Zdjęcie 3, Stężenie radonu



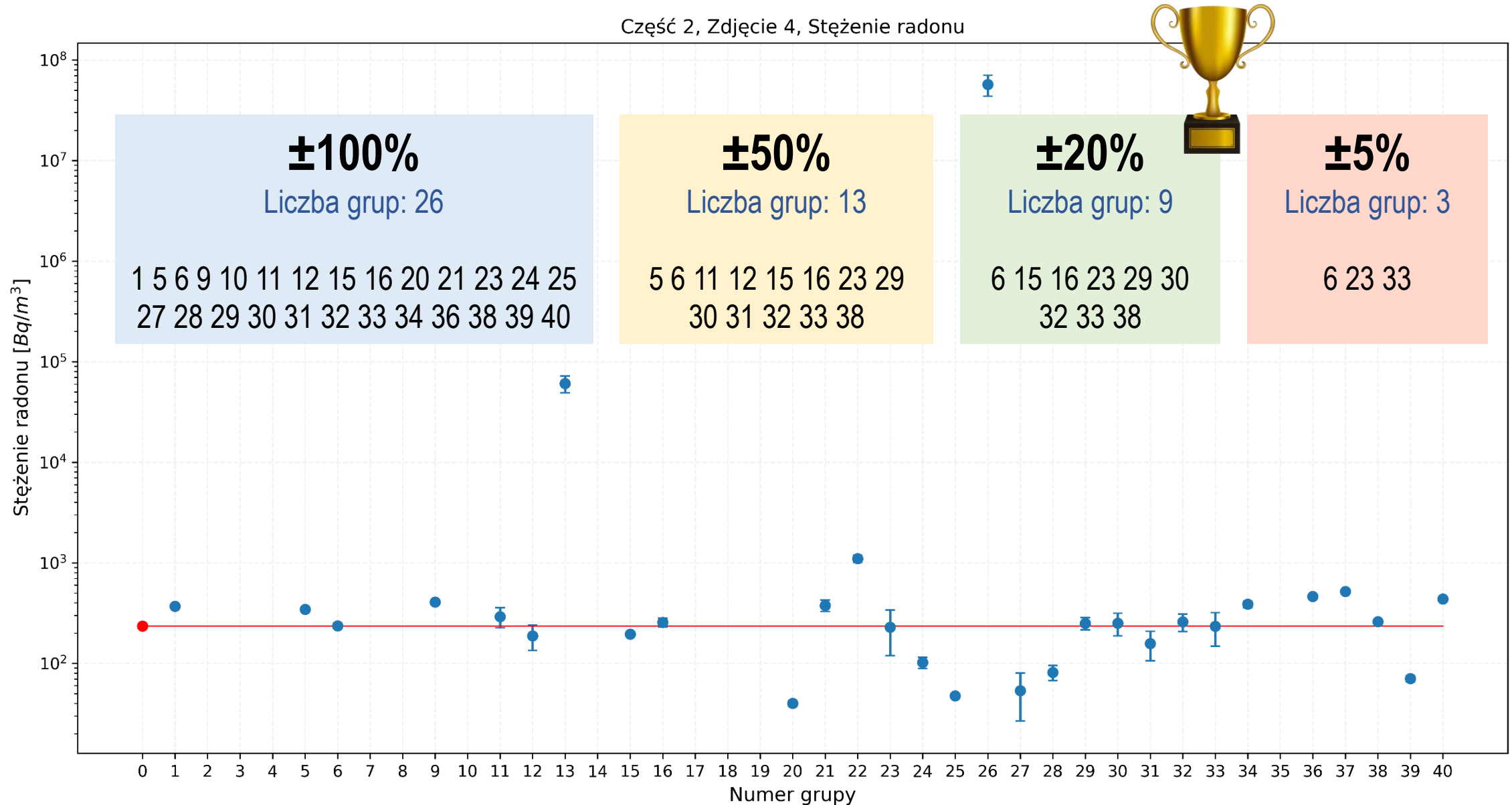
Stężenie radonu  $_4 = (235 \pm 14) \text{ Bq/m}^3$

Część 2, Zdjęcie 4, Stężenie radonu



Stężenie radonu  $_4 = (235 \pm 14) \text{ Bq/m}^3$

Część 2, Zdjęcie 4, Stężenie radonu





# SZKOLNA RADONOWA MAPA POLSKI ZAKOŃCZENIE



Każda szkoła biorąca udział w projekcie otrzyma:

- Dyplom za udział,
- Certyfikat pomiaru stężenia radonu wydany przez Radonova.
- Na stronie internetowej projektu opublikujemy:
  - Dzisiejszą prezentację wyników pomiarów,
  - Wyniki pomiaru radonu we wszystkich szkołach w postaci pliku Excel,
  - Wyniki ankiety dotyczącej pomiaru w postaci pliku Excel,
  - Scenariusz lekcji wraz z instrukcją analizy danych i wykonania własnej mapy.

- Każda grupa uczniów, która nadesłała wyniki przynajmniej jednej części benchmarku otrzyma dyplom za udział,
- Nauczyciele, których uczniowie wzięli udział w benchmarku otrzymają nagrodę książkową,
- Uczniowie – 52 osoby(!), których wyniki mieściły się w granicach  $\pm 20\%$  naszych wyników otrzymają dodatkowe upominki/nagrody.

- Na stronie internetowej projektu opublikujemy:
  - Dzisiejszą prezentację wyników benchmarku,
  - Wszystkie pliki Excel z wynikami poszczególnych grup (dane osobowe zostaną usunięte) do własnej analizy.



# Szkolna Radonowa Mapa Polski



Dziękujemy za  
udział w projekcie!