



# Ocena sytuacji radiacyjnej na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego na podstawie badania próbek flory

Seminarium sprawozdawcze za 2020 rok

---

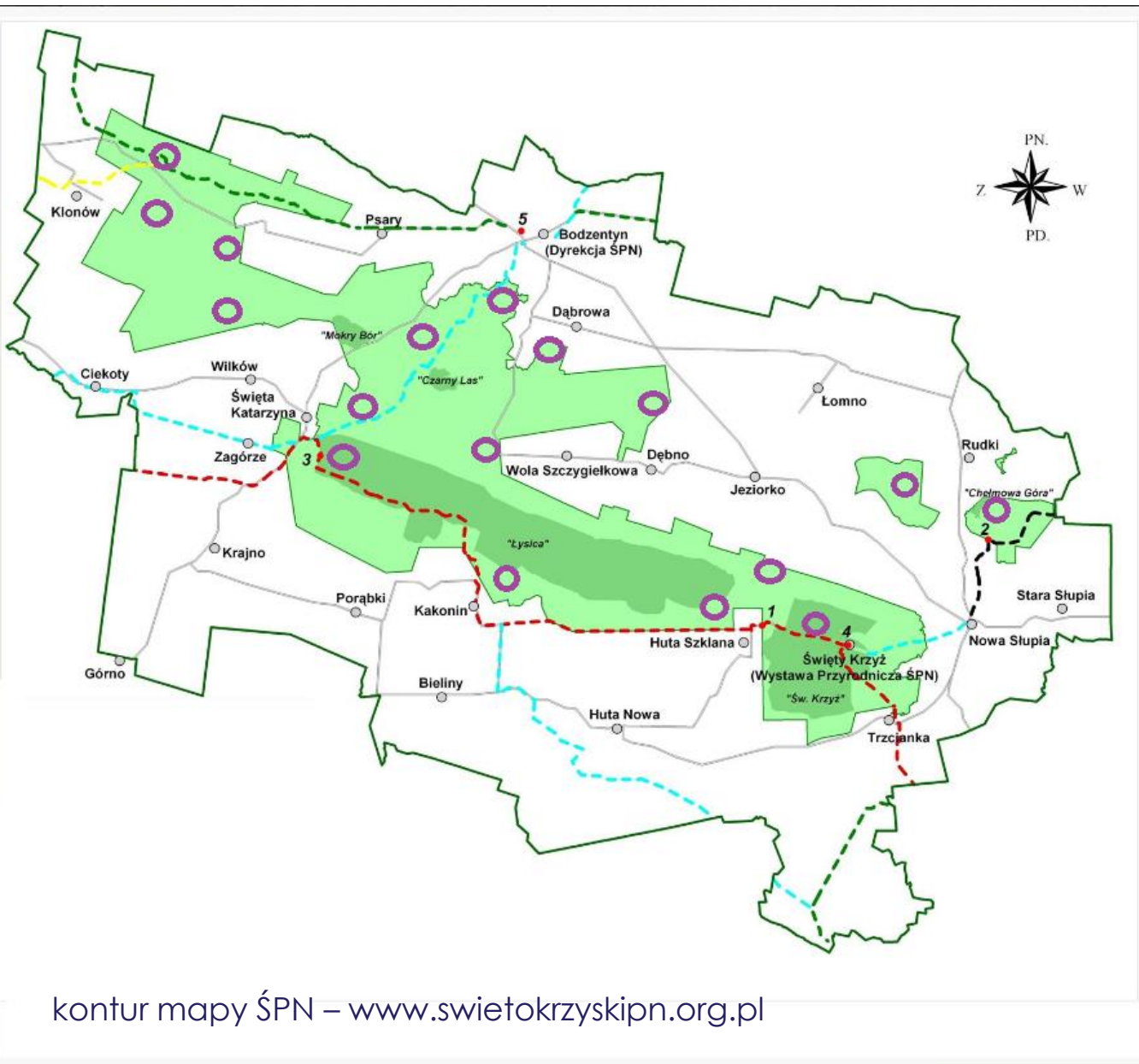
- ✓ mgr Olga Stawarz
- ✓ mgr inż. Krzysztof Isajenko
- ✓ mgr Barbara Piotrowska
- ✓ mgr inż. Karol Wojtkowski
- ✓ Anita Kiełbasińska
- ✓ Marcin Kozdój

## Zadania i cele

- kontynuacja tematów dotyczących oceny sytuacji radiacyjnej w parkach narodowych w Polsce na podstawie badania próbek środowiskowych
- pomiar stężeń radionuklidów naturalnych ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  i  $^{228}\text{Ac}$ ) w próbkach flory pobranych z obszaru ŚPN; porównanie z wynikami otrzymanymi dla próbek gleby pobranych w tych samych punktach w 2019 r.
- pomiar stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w próbkach flory; porównanie z wynikami otrzymanymi dla próbek gleby pobranych w tych samych punktach w 2019 r.; próba określenia, w jakim stopniu  $^{137}\text{Cs}$  przemieszcza się i kumuluje w roślinach
- ocena sytuacji radiacyjnej na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego na podstawie przeprowadzonych badań próbek flory – oszacowanie narażenia pracowników ŚPN, okolicznych mieszkańców i turystów na promieniowanie jonizujące (roczna dawka efektywna)
- porównanie wyników otrzymanych dla ŚPN z wynikami dla innych parków narodowych.

**Finansowanie** – Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego





kontur mapy ŚPN – [www.swietokrzyskipn.org.pl](http://www.swietokrzyskipn.org.pl)

**Mapa punktów poboru próbek flory z terenu Świętokrzyskiego Parku Narodowego (21 punktów – jak dla poboru próbek gleby w 2019 r.).**

**Metodyka** – próbki zostały pobrane za pomocą nożyc do trawy, zapakowane do worków 60 l i opisane (miejsce i data poboru)

## Przygotowanie próbek do pomiaru

- wysypanie próbek na specjalną siatkę w celu ich wysuszenia (temp. > temp. pokojowa)
- identyfikacja próbki (opis miejsca poboru + data poboru)
- rozdrobnienie próbek w młynie
- wyznaczenie masy całkowitej dla każdej próbki
- przesypanie próbek do pojemników pomiarowych (poj. Marinelli,  $V \approx 0,5 \text{ dm}^3$ )
- ważenie próbek – wyznaczenie masy suchej (114 g – 164 g)
- stopniowe dolewanie wody destylowanej w celu osiągnięcia masy próbki netto  $\approx 500 \text{ g}$  (gęstość wody -  $1 \text{ g/cm}^3$ ) i zastosowania odpowiedniej geometrii pomiaru
- szczelne zamknięcie pojemników pomiarowych
- opisanie pojemników pomiarowych (numer i nazwa punktu poboru, typ próbki, data poboru, masa całkowita, masa sucha i masa próbki).

## Pomiar próbek i opracowanie wyników

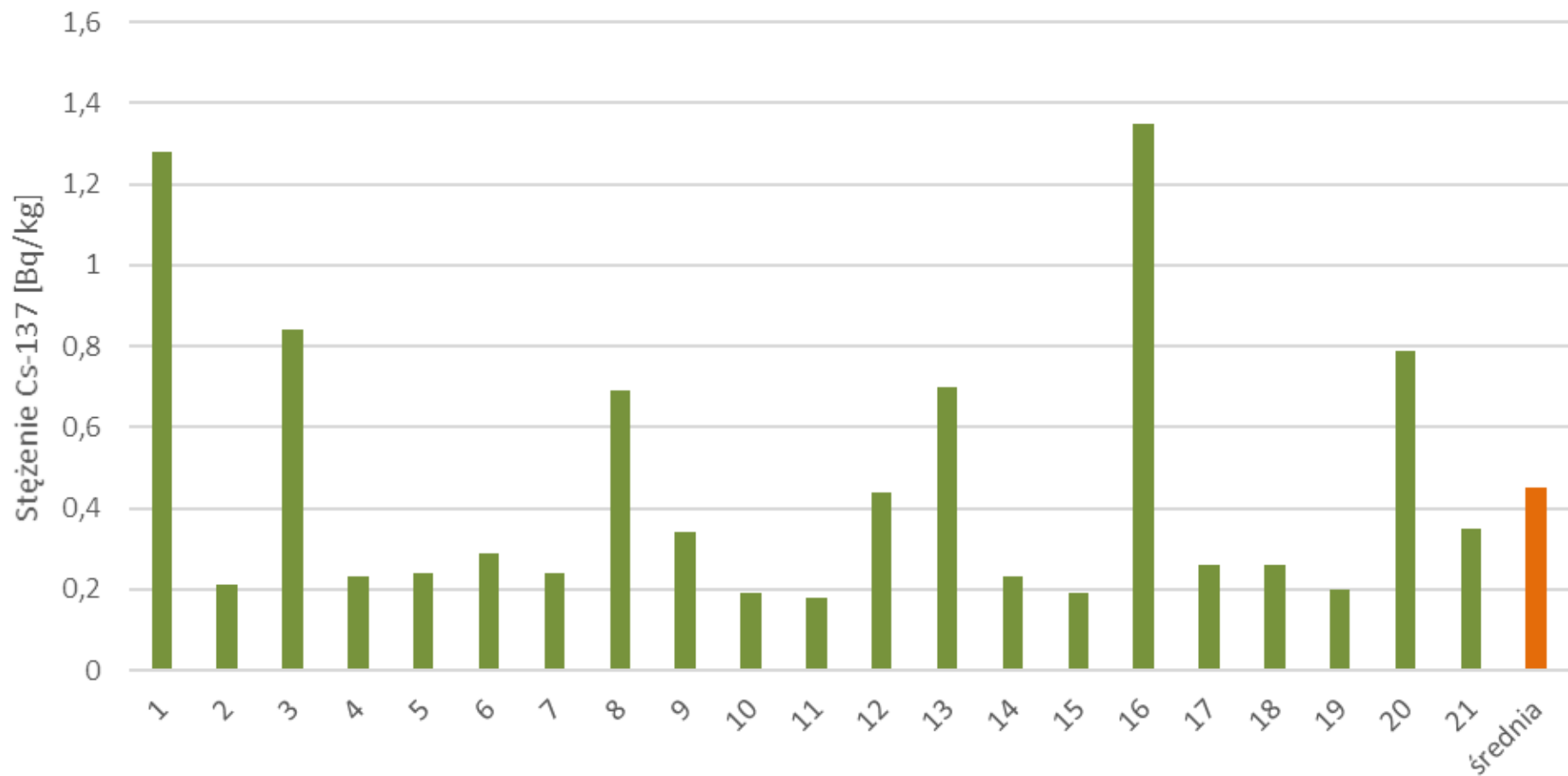
- wykonanie pomiarów spektrometrycznych próbek gleby za pomocą detektora koaksjalnego HPGe o wydajności 25%, rozdzielczości 1,8 keV dla II linii  $^{60}\text{Co}$  ( $E = 1332 \text{ keV}$ ) i  $U_p = 4000 \text{ V}$
- czas pomiaru: 80 000 s
- opracowanie wyników pomiarów próbek flory (Genie2000): stężenie, niepewność i LLD dla  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  i  $^{228}\text{Ac}$
- oszacowanie rocznej dawki efektywnej.

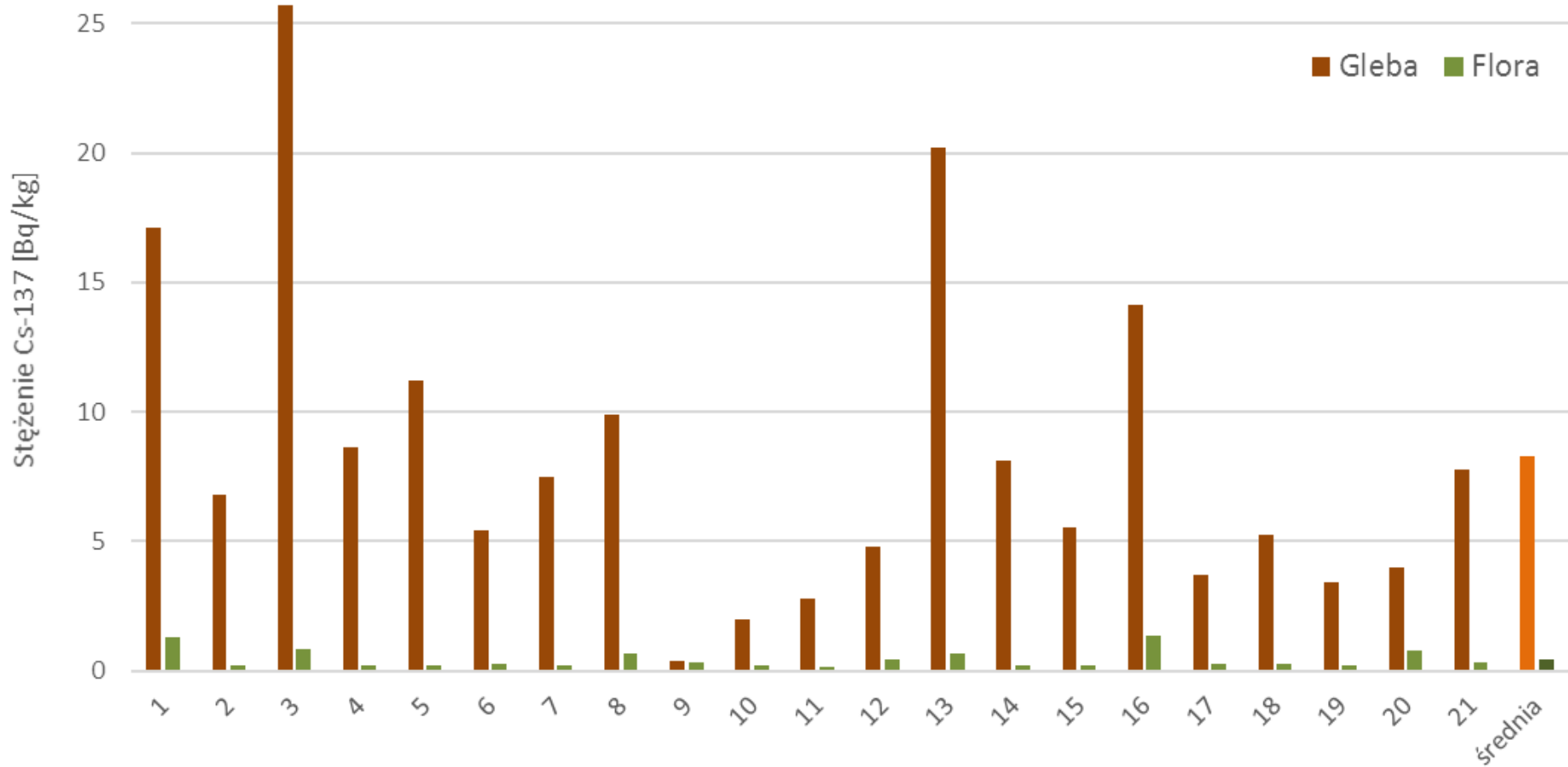


Nr pkt.	Miejsce poboru próbki	Stężenie $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]
1.	Chełmowa Góra	$1,28 \pm 0,14$
2.	Chełmowa Góra - Leśniczówka	$< 0,21$
3.	Dąbrowa - Serwis	$0,84 \pm 0,16$
4.	Święty Krzyż - Jałowa Łąka	$0,23 \pm 0,11$
5.	Święty Krzyż - szczyt	$0,24 \pm 0,11$
6.	Huta Szklana	$< 0,29$
7.	Dalianka	$< 0,24$
8.	Kakonin	$0,69 \pm 0,14$
9.	Święta Katarzyna (szlak na Łysicę)	$< 0,34$
10.	Święta Katarzyna (szlak do Bodzentyna)	$0,19 \pm 0,10$

Nr pkt.	Miejsce poboru próbki	Stężenie $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]
11.	Św. Katarzyna --> Bodzentyn - Łąki Miłości	< 0,18
12.	Miejska Góra	0,44 ± 0,12
13.	Czarna Woda	0,70 ± 0,15
14.	Hucisko	< 0,23
15.	Berdyszów	0,19 ± 0,10
16.	Wojciechów	1,35 ± 0,14
17.	Psary - Kąty	0,26 ± 0,12
18.	Bukowa Góra	0,26 ± 0,11
19.	Psary (d. Centrum Usług Satelitarnych)	< 0,20
20.	Wilków	0,79 ± 0,14
21.	Wola Szczygiełkowa	0,35 ± 0,12

## Stężenie $^{137}\text{Cs}$ w próbkach flory ze ŚPN



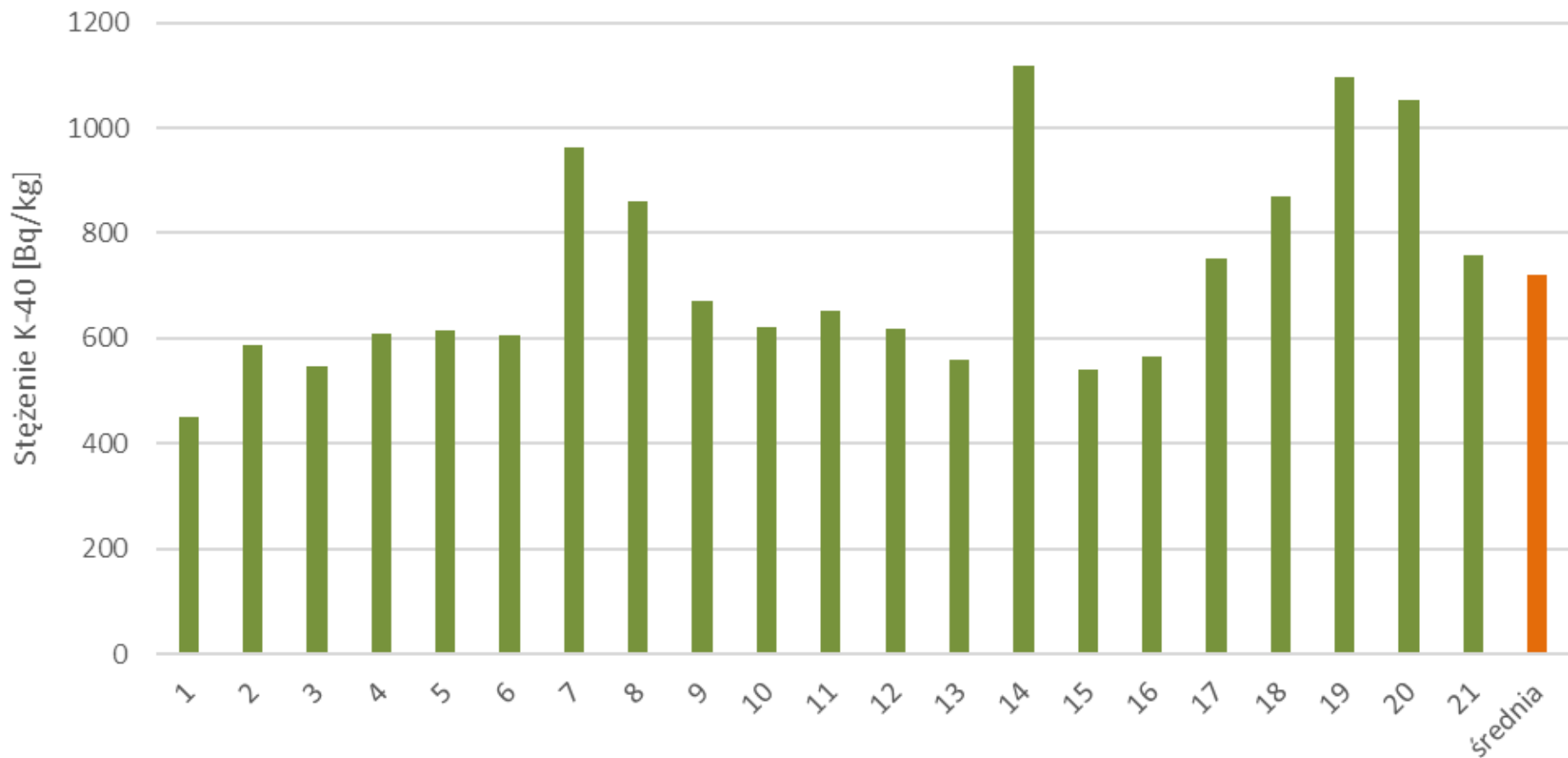


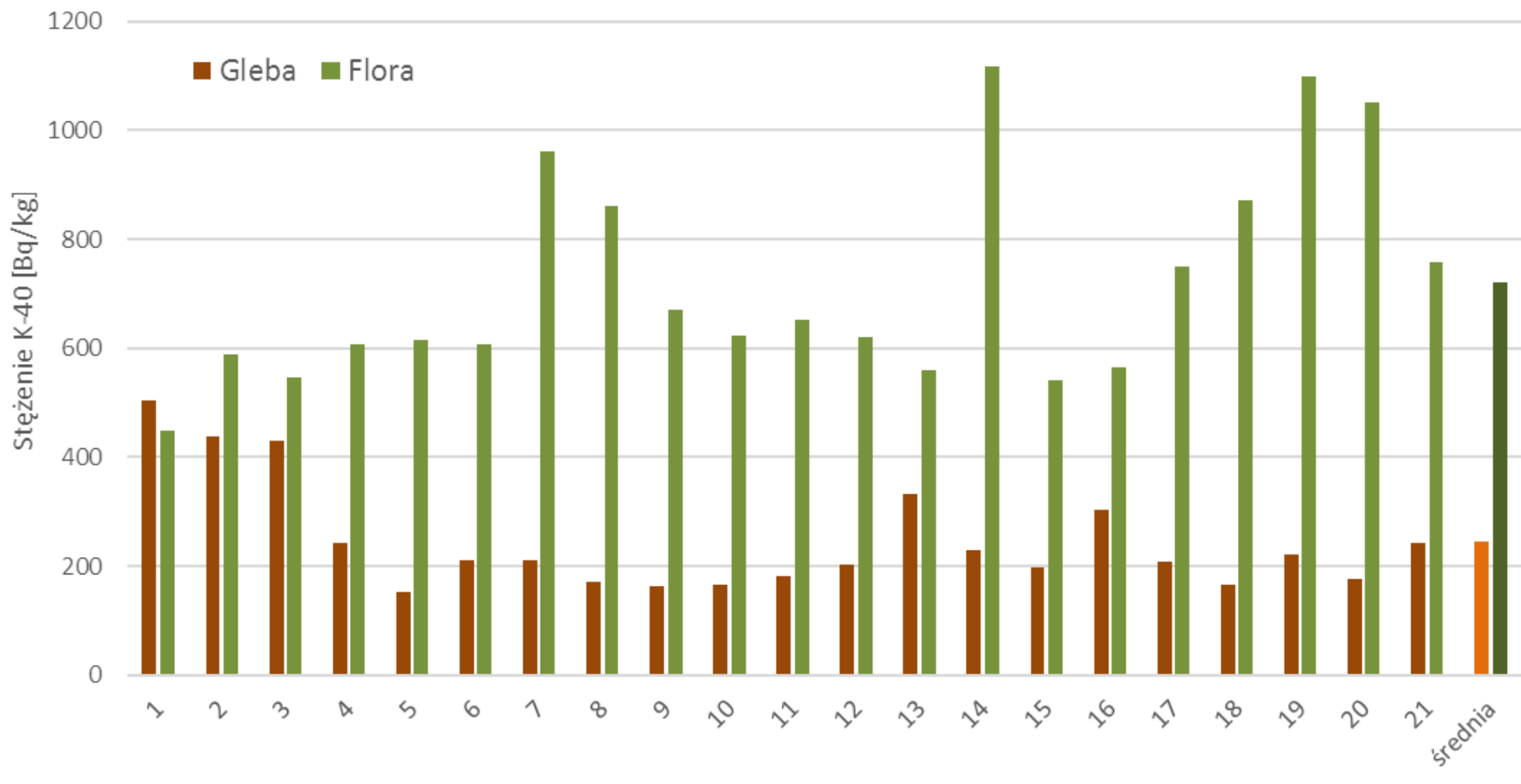


Nr pkt.	Stężenie $^{40}\text{K}$ [Bq/kg]	Stężenie $^{226}\text{Ra}$ [Bq/kg]	Stężenie $^{228}\text{Ac}$ [Bq/kg]
1.	$449 \pm 27$	$< 2,4$	$< 0,8$
2.	$588 \pm 24$	$< 3,7$	$< 1,2$
3.	$547 \pm 23$	$< 4,4$	$1,6 \pm 0,5$
4.	$608 \pm 24$	$< 3,5$	$1,2 \pm 0,5$
5.	$615 \pm 25$	$< 3,9$	$1,3 \pm 0,6$
6.	$606 \pm 24$	$< 3,5$	$1,3 \pm 0,5$
7.	$962 \pm 38$	$< 3,6$	$1,0 \pm 0,5$
8.	$861 \pm 34$	$< 3,9$	$< 0,8$
9.	$671 \pm 27$	$< 4,0$	$1,8 \pm 0,5$
10.	$622 \pm 25$	$< 3,0$	$2,5 \pm 0,5$

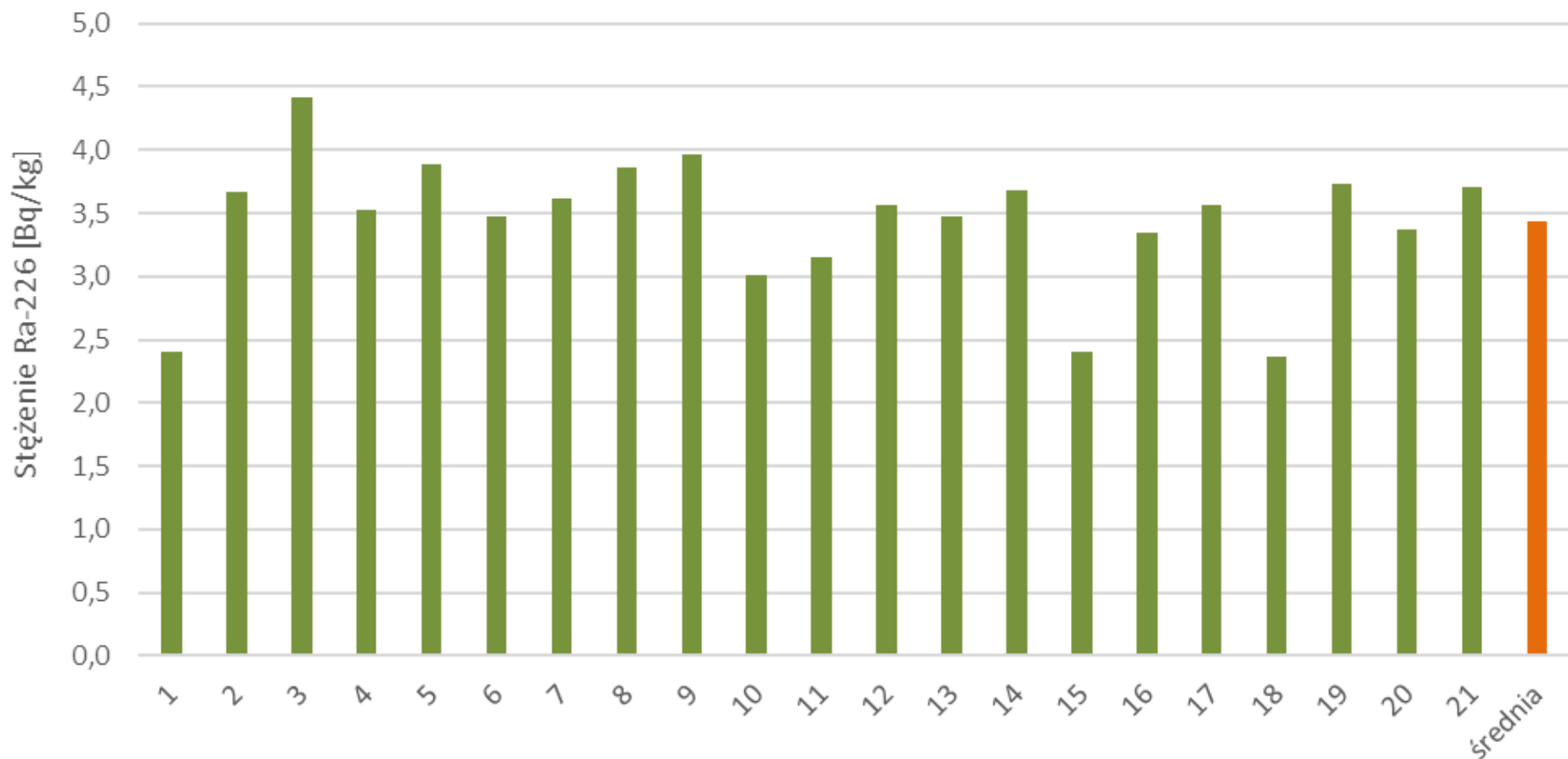
Nr pkt.	Stężenie $^{40}\text{K}$ [Bq/kg]	Stężenie $^{226}\text{Ra}$ [Bq/kg]	Stężenie $^{228}\text{Ac}$ [Bq/kg]
11.	651 ± 26	< 3,2	< 0,8
12.	619 ± 25	< 3,6	1,6 ± 0,5
13.	559 ± 23	< 3,5	1,1 ± 0,6
14.	1118 ± 44	< 3,7	< 1,4
15.	541 ± 22	< 2,4	1,0 ± 0,4
16.	565 ± 33	3,3 ± 1,6	0,6 ± 0,4
17.	751 ± 30	3,6 ± 1,8	< 0,7
18.	871 ± 51	< 2,4	< 0,9
19.	1098 ± 43	< 3,7	1,5 ± 0,6
20.	1052 ± 41	< 3,4	< 1,0
21.	757 ± 30	< 3,7	2,1 ± 0,6

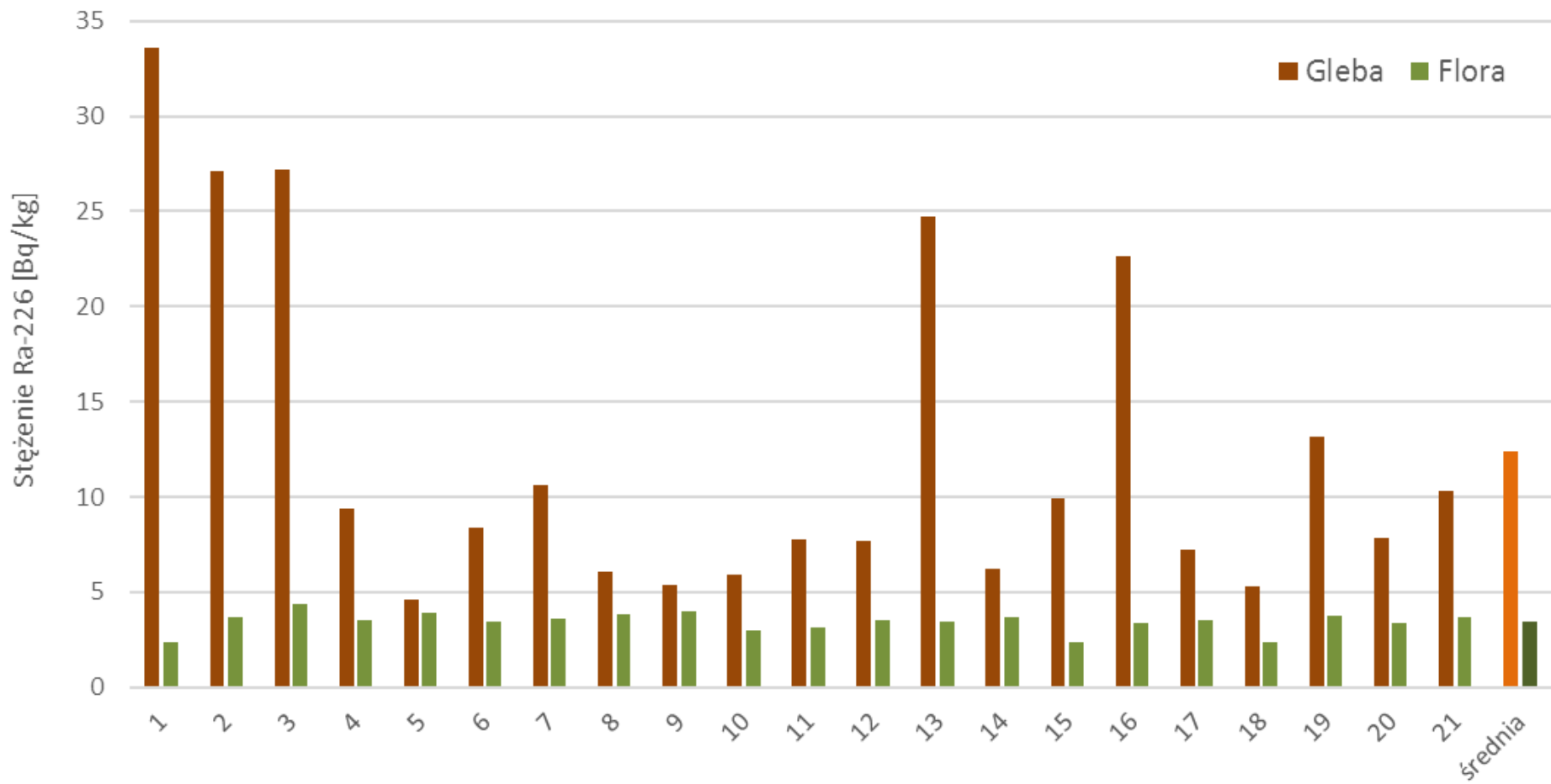
## Stężenie $^{40}\text{K}$ w próbkach flory ze ŚPN



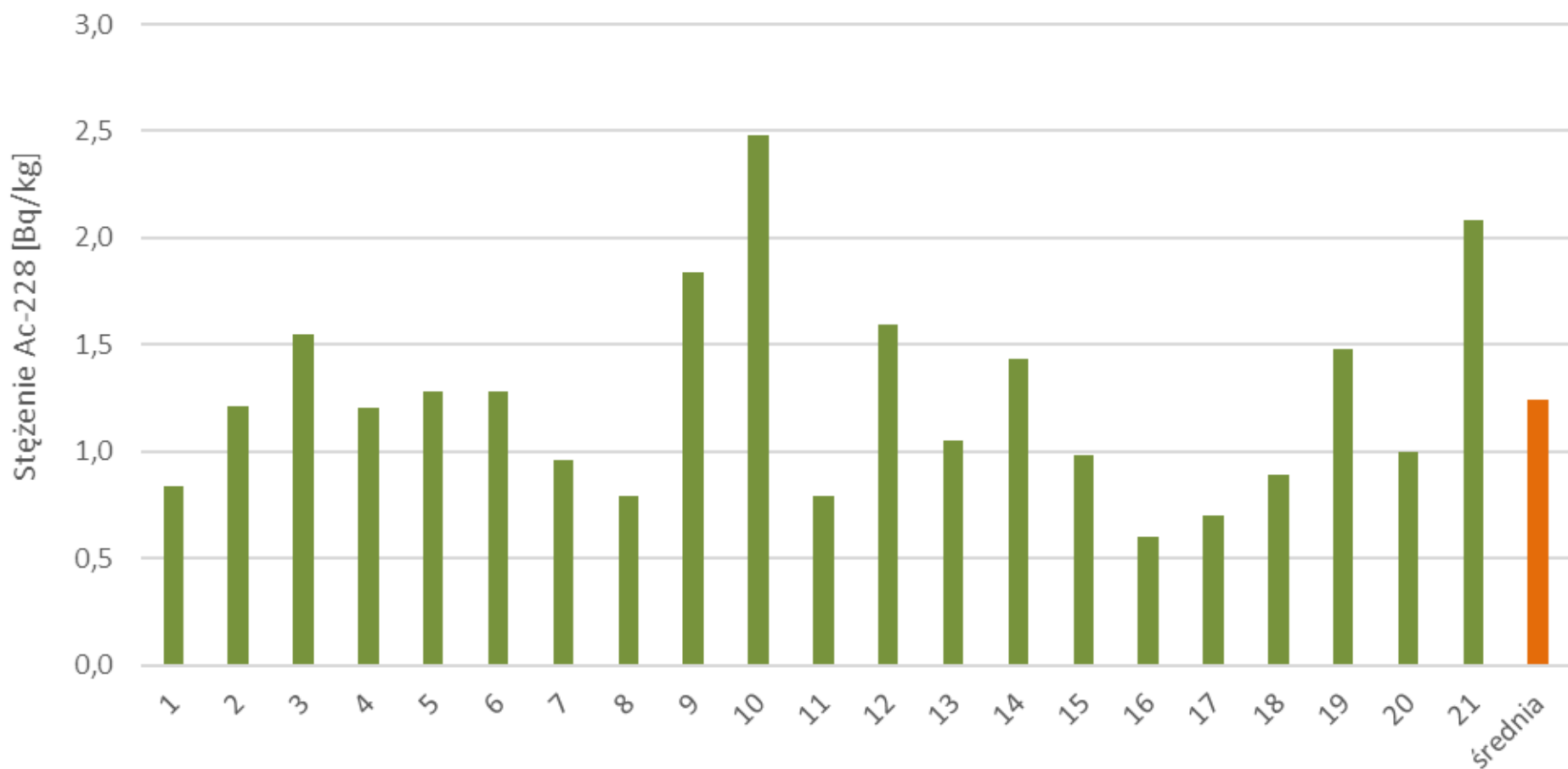


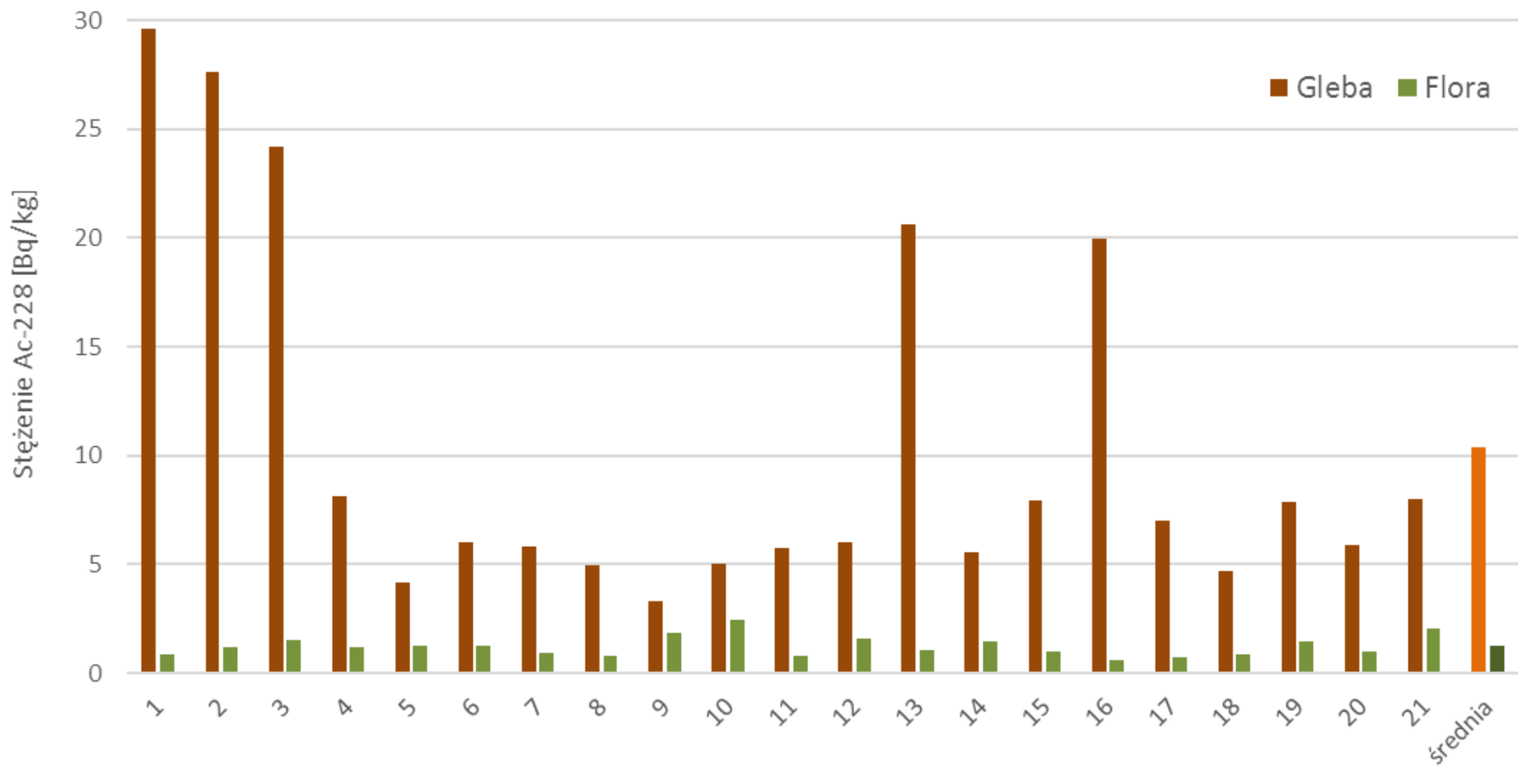
## Stężenie $^{226}\text{Ra}$ w próbkach flory ze ŚPN





## Stężenie $^{228}\text{Ac}$ w próbkach flory ze ŚPN







Lokalizacja	$^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]	$^{40}\text{K}$ [Bq/kg]	$^{226}\text{Ra}$ [Bq/kg]	$^{228}\text{Ac}$ [Bq/kg]
Świątokrzyski Park Narodowy	<b><math>0,45 \pm 0,08</math></b> <b>(&lt;0,18 – 1,35)</b>	<b><math>720 \pm 43</math></b> <b>(449 – 1118)</b>	<b><math>3,4 \pm 0,1</math></b> <b>(&lt;2,4 – &lt;4,4)</b>	<b><math>1,2 \pm 0,1</math></b> <b>(&lt;0,6 – 2,5)</b>
Kampinoski Park Narodowy	$4,63 \pm 0,91$ (<0,53 – 22,27)	$353 \pm 16$ (188 – 535)	$5,7 \pm 0,2$ (< 4,1 – 8,0)	$2,4 \pm 0,2$ (< 1,3 – 7,3)
Poleski Park Narodowy	$2,81 \pm 3,57$ (<0,21 – 16,00)	$404 \pm 183$ (117 - 847)	$1,9 \pm 2,1$ (max. 5,5)	$1,1 \pm 1,4$ (max. 5,9)
Gleba ŚPN	$8,31 \pm 1,38$ (0,41 – 25,71)	$245 \pm 22$ (152 – 503)	$12,4 \pm 1,9$ (4,6 – 33,6)	$10,4 \pm 1,8$ (3,3 – 29,6)

Pobór próbek flory: KPN - 2018 r., PPN – 2019 r.;

Pobór próbek gleby: ŚPN – 2019 r.



## Podsumowanie

Wartość średnia stężenia cezu  $^{137}\text{Cs}$  w próbkach flory pobranych na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego wynosi  **$0,45 \pm 0,08 \text{ Bq/kg}$** .

Jest ona niższa niż wartości średnie dla próbek gleby ze ŚPN, a także dla próbek flory pobranych z Kampinoskiego i Poleskiego Parku Narodowego. Oszacowano, że niewielka ilość  $^{137}\text{Cs}$  przenika z gleby do roślin.

Najniższą wartość stężenia  $^{137}\text{Cs}$  ( $<0,18 \text{ Bq/kg}$ ) określono dla punktu nr 11 (Św. Katarzyna – Bodzentyn - Łąki Miłości), zaś najwyższą ( $1,35 \pm 0,14 \text{ Bq/kg}$ ) dla punktu nr 16 (Wojciechów).

Wartość średnia stężenia  $^{40}\text{K}$  w próbkach flory jest wyższa niż dla pozostałych PN oraz próbek gleby ze ŚPN. Najniższą wartość stężenia  $^{40}\text{K}$  ( $449 \pm 27 \text{ Bq/kg}$ ) określono dla punktu nr 1 (Chełmowa Góra), a najwyższą ( $1118 \pm 44 \text{ Bq/kg}$ ) dla punktu nr 14 (Hucisko).

Wartości średnie stężeń  $^{226}\text{Ra}$  i  $^{228}\text{Ac}$  w próbkach flory ze ŚPN są na niskim poziomie, zbliżonym do wartości średnich dla Kampinoskiego i Poleskiego Parku Narodowego oraz niższe niż dla próbek gleby z terenu ŚPN. Większość wyników pomiarów próbek flory ze ŚPN jest poniżej dolnej granicy detekcji.

## Podsumowanie (c.d.)

Maksymalna roczna dawka efektywna oszacowana na podstawie wyników pomiarów stężeń radionuklidów naturalnych w próbkach flory ze ŚPN wynosi **0,44 mSv** (pkt. nr 14 - Hucisko i 19 - Psary d. CUS), co stanowi ok. 19 % tła naturalnego. Dodając maksymalną roczną dawkę oszacowaną dla gleby (0,49 mSv) otrzymujemy **0,93 mSv**, czyli ok. 39 % tła naturalnego. Z punktu widzenia ochrony radiologicznej ŚPN jest terenem bezpiecznym dla turystów, okolicznych mieszkańców i pracowników ŚPN.

W 2021 r. planowany jest pobór próbek gleby w Ojcowskim Parku Narodowym i pobór próbek flory w Narwiańskim Parku Narodowym (w punktach poboru gleby z 2019 r.) oraz pomiary stężeń radionuklidów sztucznych i naturalnych metodą spektrometrii gamma.

Składam serdeczne podziękowania dla Pana Jana Sobieraja i Pana Pawła Szczepaniaka z Dyrekcji Świętokrzyskiego Parku Narodowego w Bodzentynie za pomoc w uzyskaniu zezwolenia na pobór próbek roślin z terenu ŚPN i wsparcie w realizacji projektu.