



Wdrożenie metodyki środowiskowych pomiarów depozycji in-situ z wykorzystaniem wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania gamma 2025 r.

Barbara PIOTROWSKA, Krzysztof ISAJENKO,
Olga STAWARZ, Sławomir PRZEŹDZIECKI,

Praca dofinansowana przez Ministerstwo Edukacji i Nauki

Aparatura

AEGIS - dostarczony przez Canberra-Packard Central Europe GmbH w ramach pomocy technicznej Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej - *IAEA TC project RER7014 „Improving Environmental Monitoring and Assessment for Radiation Protection in the Region”*.

Detektor:	HPGe model GX40V:	
wydajność wzgl.	43,5 %	
FWHM:	dla 122 keV:	1,02 keV;
	dla 1332 keV:	1,93 keV;
Napięcie pracy:	- 2500 V;	
Chłodzenie:	elektryczne;	
Czas pełnego schłodzenia:	12 godzin;	
Wbudowana pompa jonowa:	Z biegiem czasu, w wyniku gromadzenia się gazu wewnątrz kriostatu, cząsteczki przedostają się do próżni. Do przywrócenia integralności próżni służy pompa jonowa.	
oprogramowanie:	GENIE-2000.	



Badania pracy układu

Izotop	Okres półrozpadu	Energia [keV]
Am-241	432,6 lat	59,5
Eu-155	4,76 lat	42,8
		86,5
		105,3
Na-22	2,6 lat	511
		1274,5



poziom



pion

Badania

- pomiary przeprowadzano 1 raz w miesiącu;
- wykonano pomiary 3 izotopów gamma promieniotwórczych: Am-241, Na-22 i Eu-155;
- dla źródła sodu Na-22 z europem Eu-155 pomiary wykonywano przy dwóch położeniach: pion i poziom;
- czas jednego pomiaru wynosił 1000 s;
- w każdym miesiącu wykonano pomiar tła o czasie 60 000 s;
- wykonano analizę widm promieniowania gamma badanych źródeł i tła;
- zrobiono wykresy:
 - zmian FWHM w czasie dla każdej energii badanych źródeł i położenia tych źródeł oraz tła;
 - liczby zliczeń w czasie dla każdej energii rejestrowanego izotopu gamma promieniotwórczego;
 - zależności FWHM od energii promieniowania gamma.



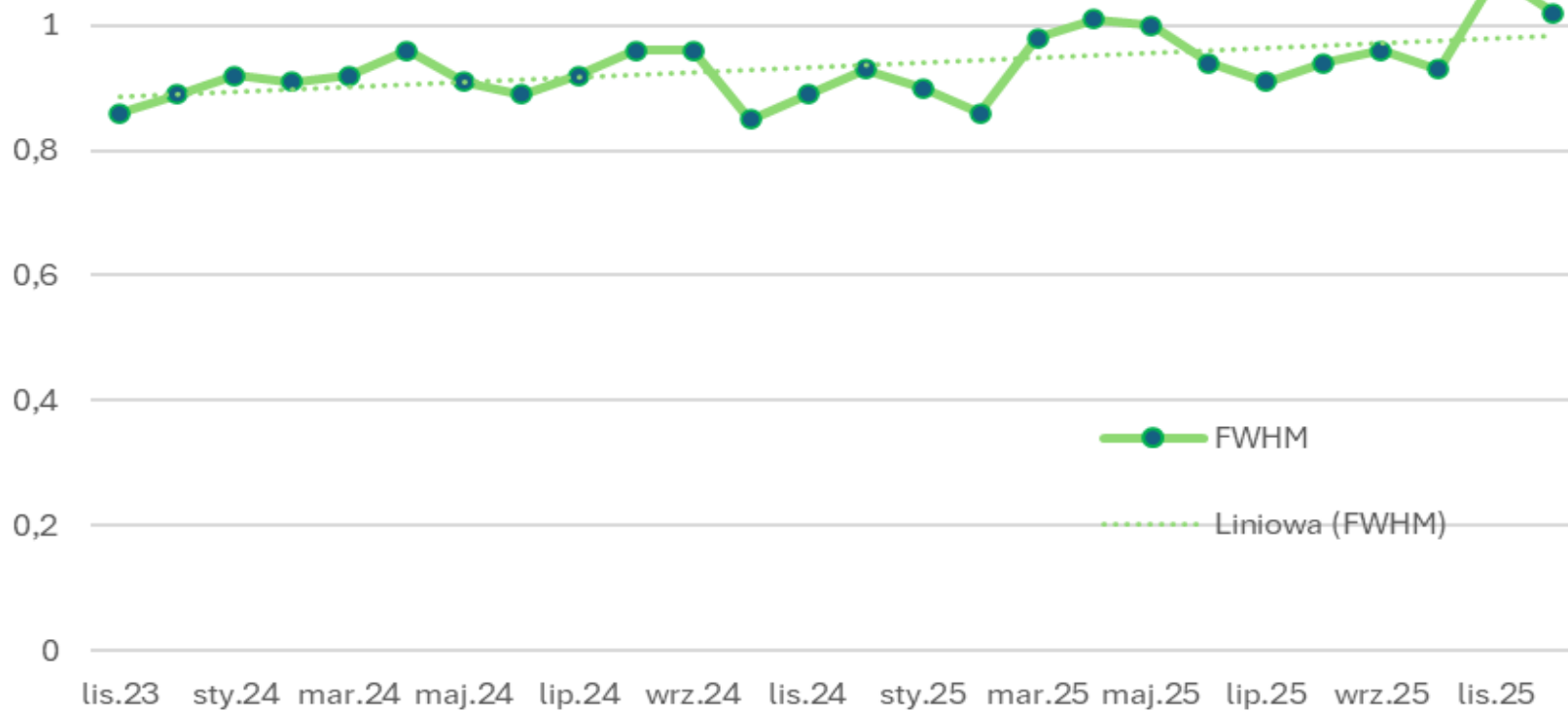
Przykład wykonanych badań

Pomiary źródła

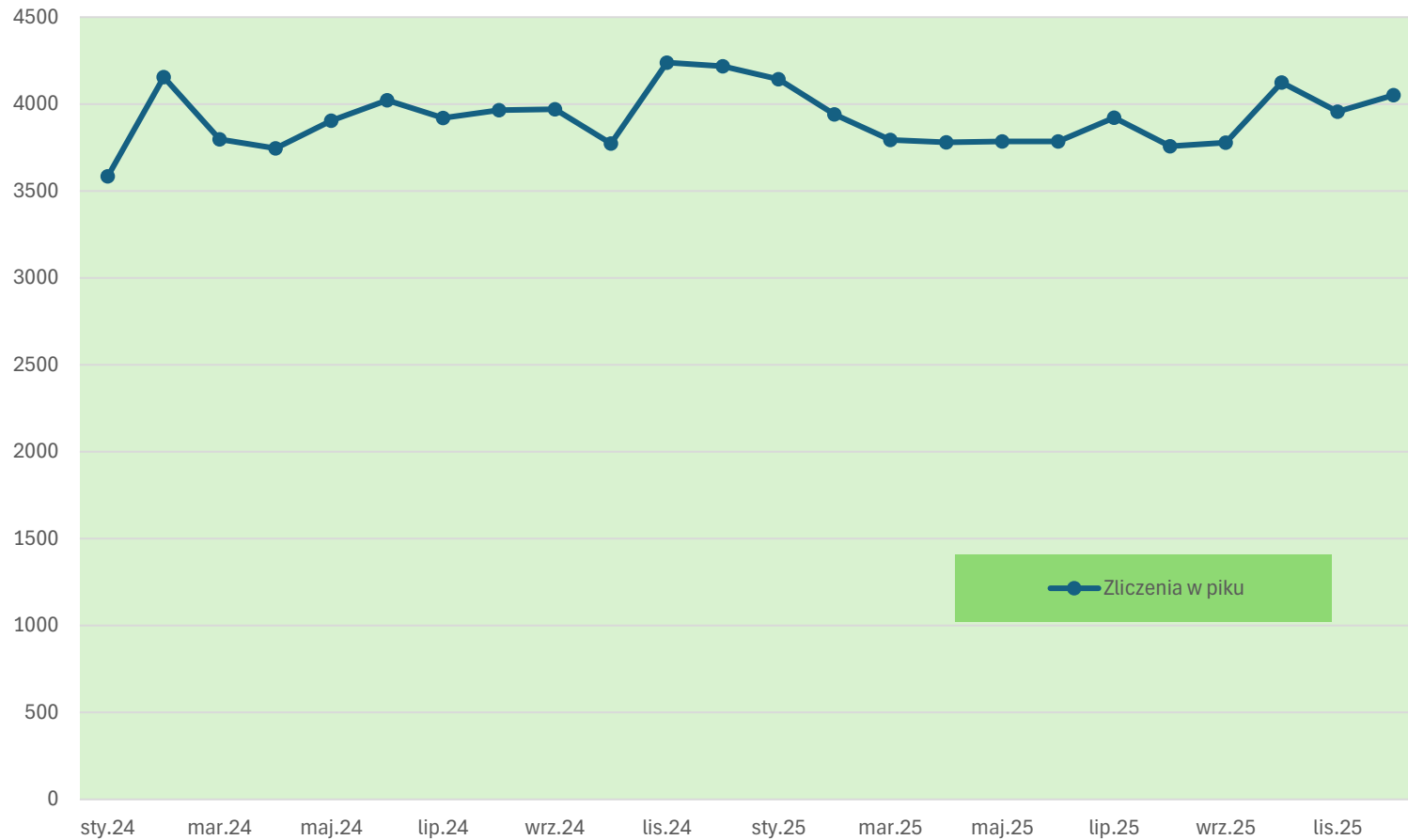
Am-241 (E=59,5 keV)

Data pomiaru	Czas pomiaru	FWHM	Zliczenia w piku	Niepewność
23.01.2025	1000	0,90	4143	93
19.02.2025	1000	0,86	3941	88
21.03.2025	1000	0,98	3793	95
15.04.2025	1000	1,01	3780	93
16.05.2025	1000	1,00	3785	90
18.06.2025	1000	0,94	3786	70
18.07.2025	1000	0,91	3921	91
21.08.2025	1000	0,94	3758	90
24.09.2025	1000	0,96	3778	93
17.10.2025	1000	0,93	4124	91
14.11.2025	1000	1,08	3956	92
15.12.2025	1000	1,02	4052	90
2024	Śr.	0,91	3952	
2025	Śr.	0,96	3901	

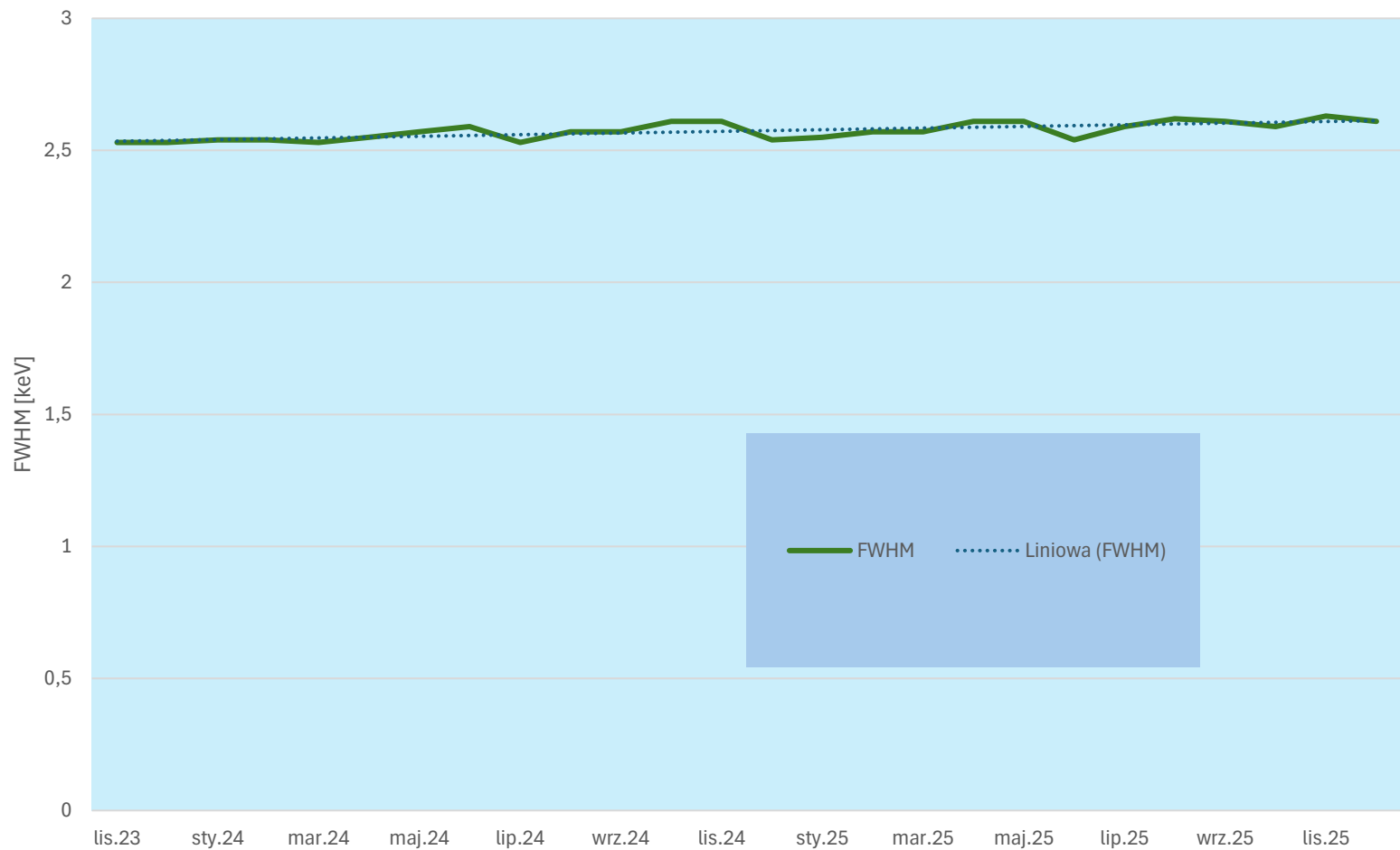
Am-241, E=59,5 keV



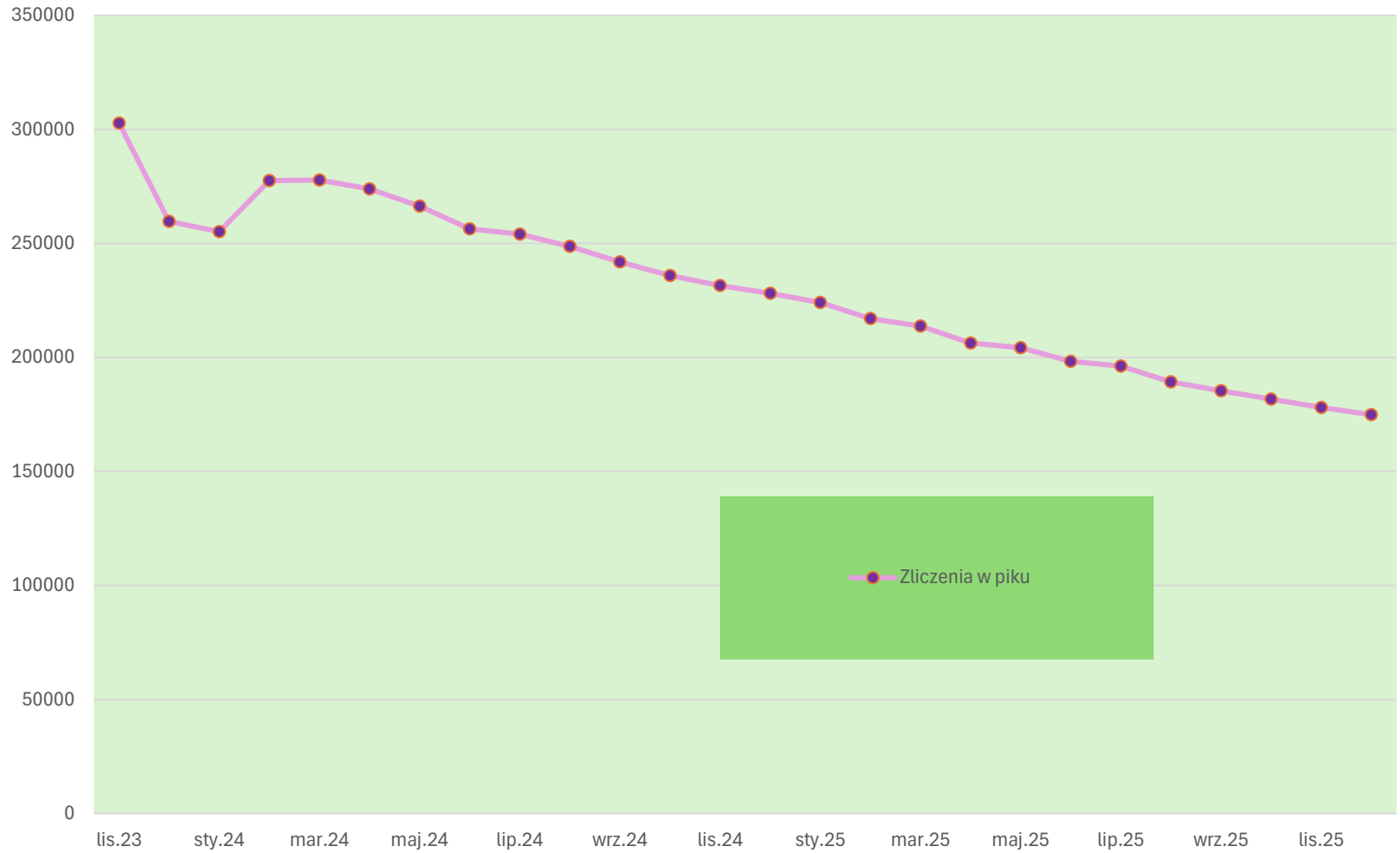
Am-241, E=59,5 keV



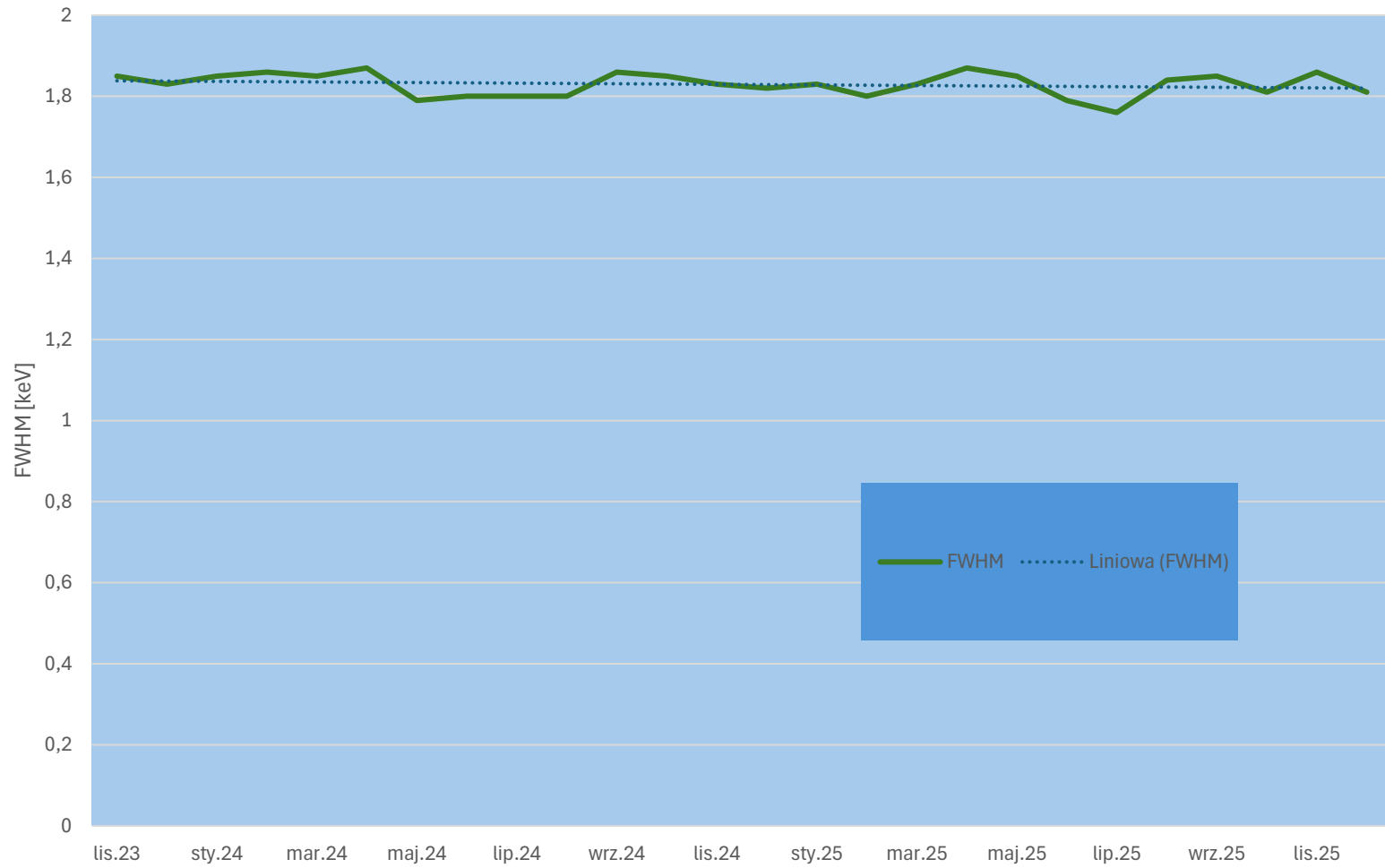
Na-22, E=511 keV PION



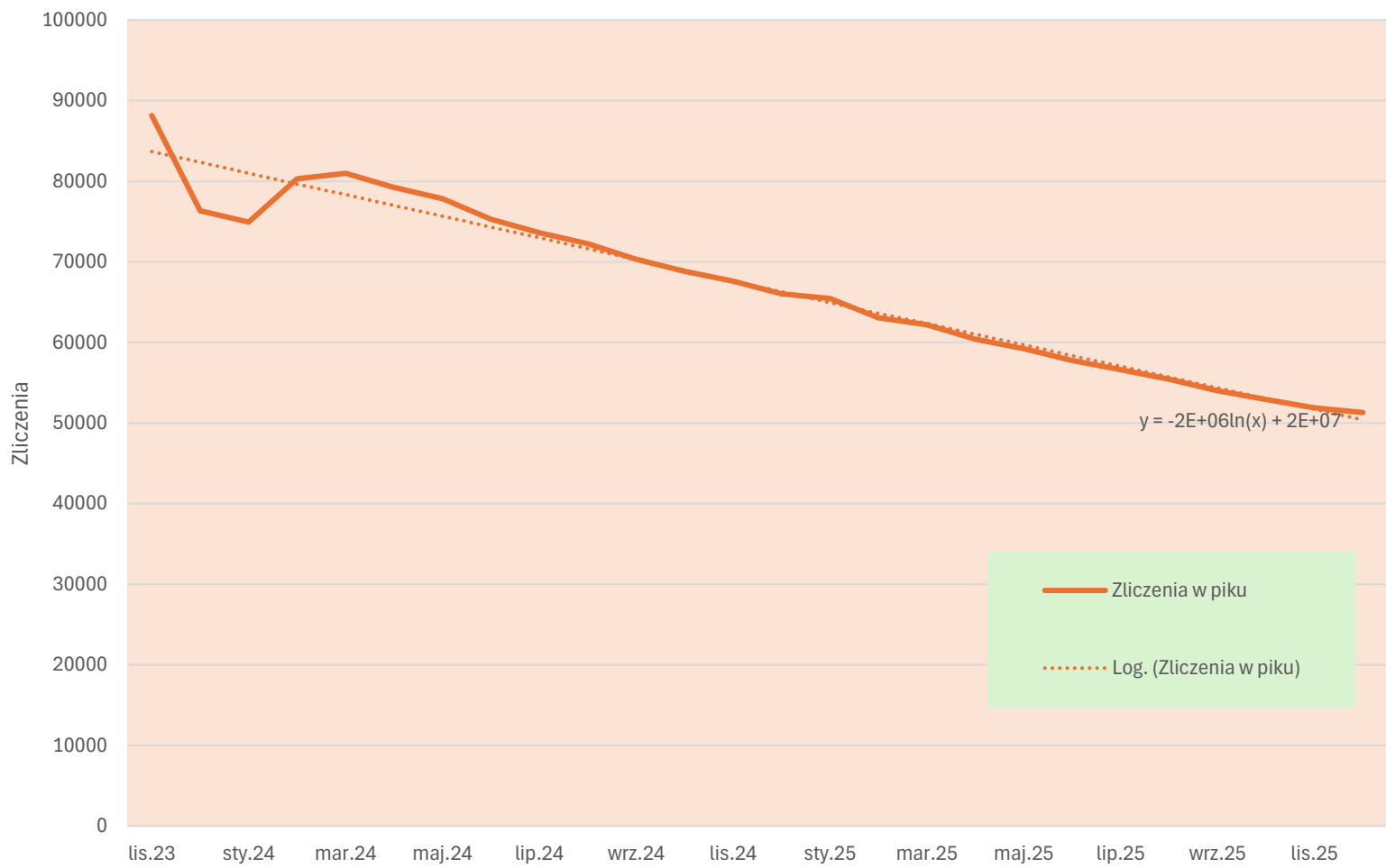
Na-22, E=511 keV PION



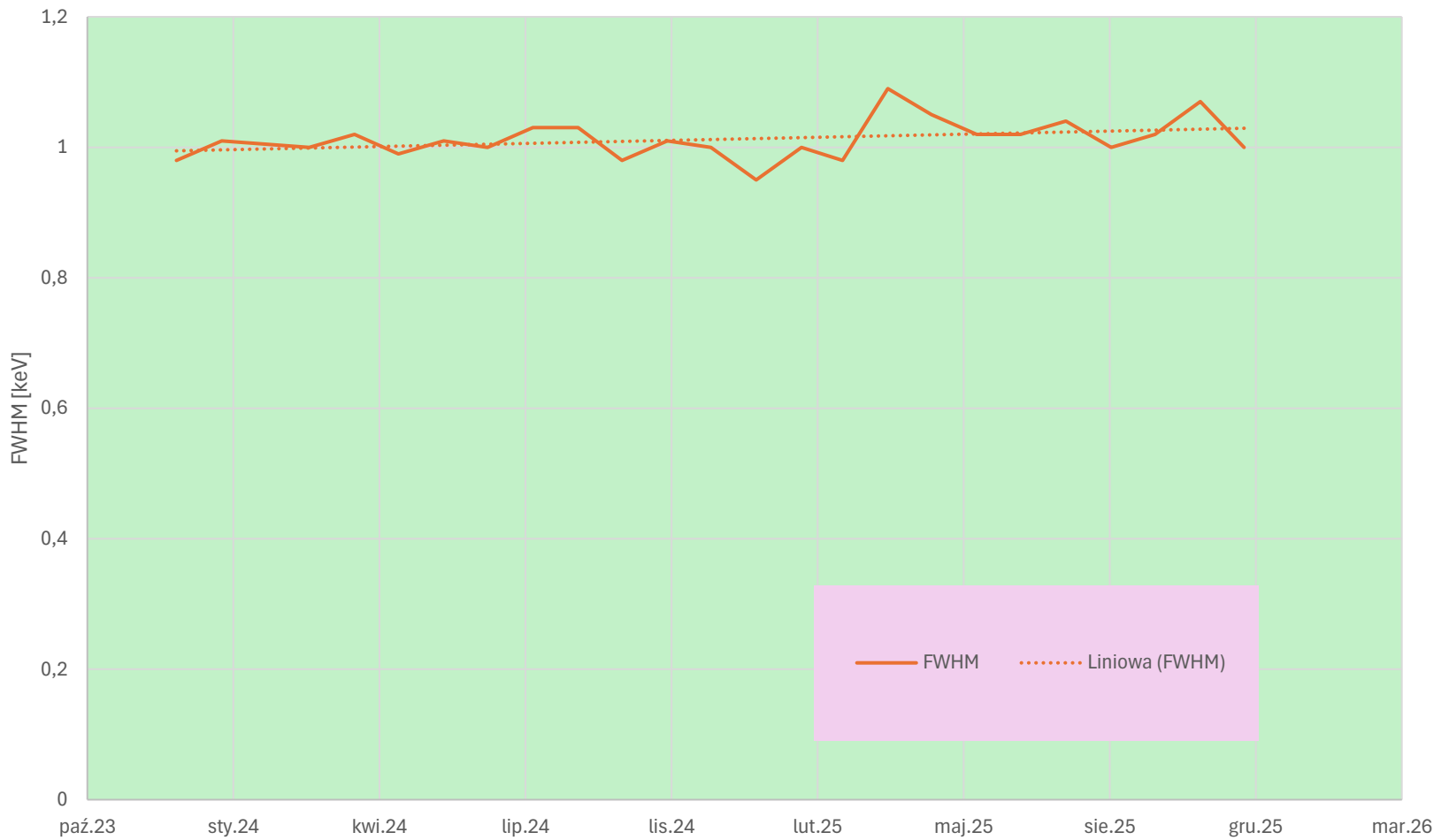
Na-22, E=1274,5 keV PION



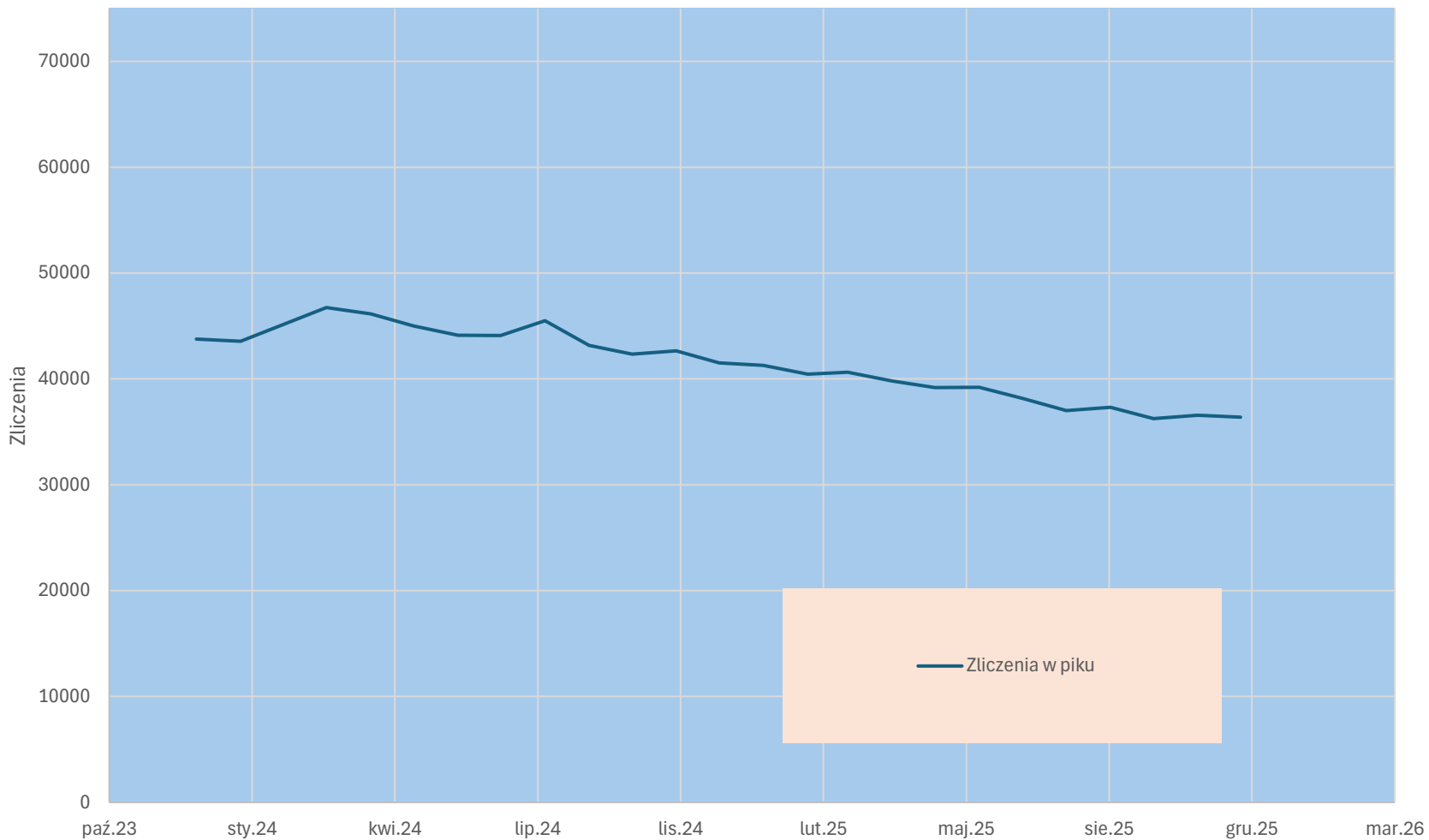
Na-22, E=1274,5 keV PION



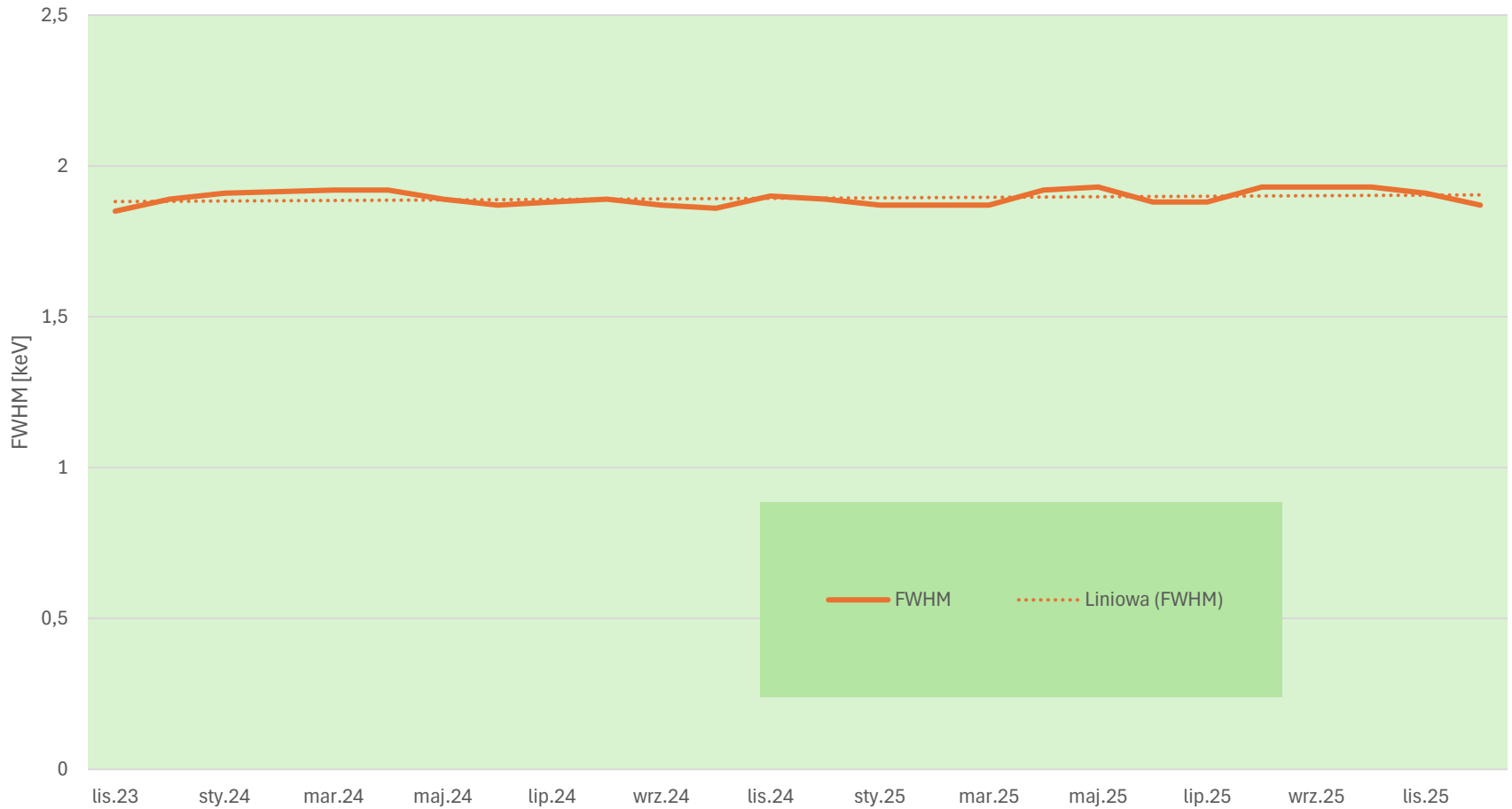
Eu-155, E=105,3 keV POZIOM



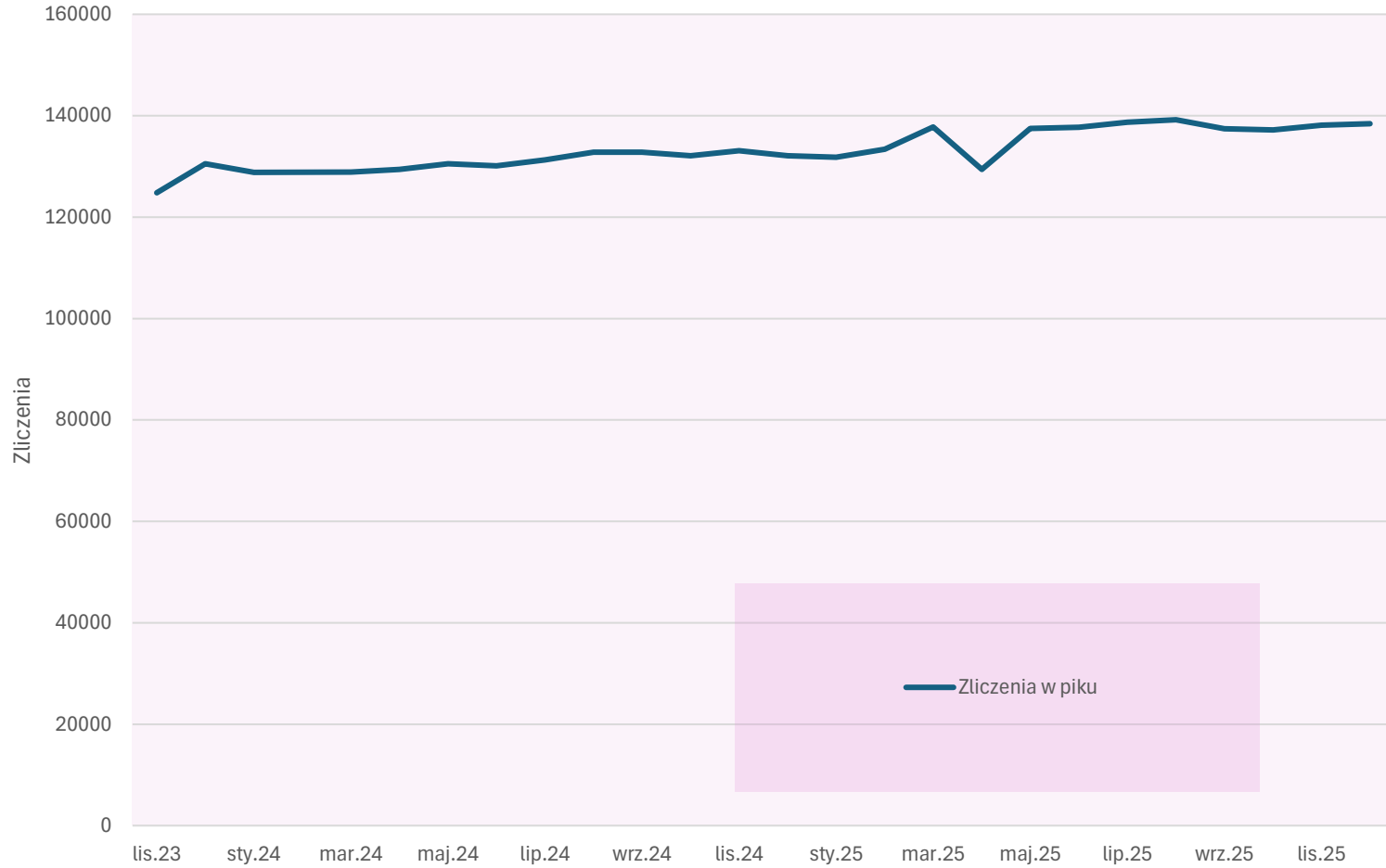
Eu-155, E=105,3 keV POZIOM



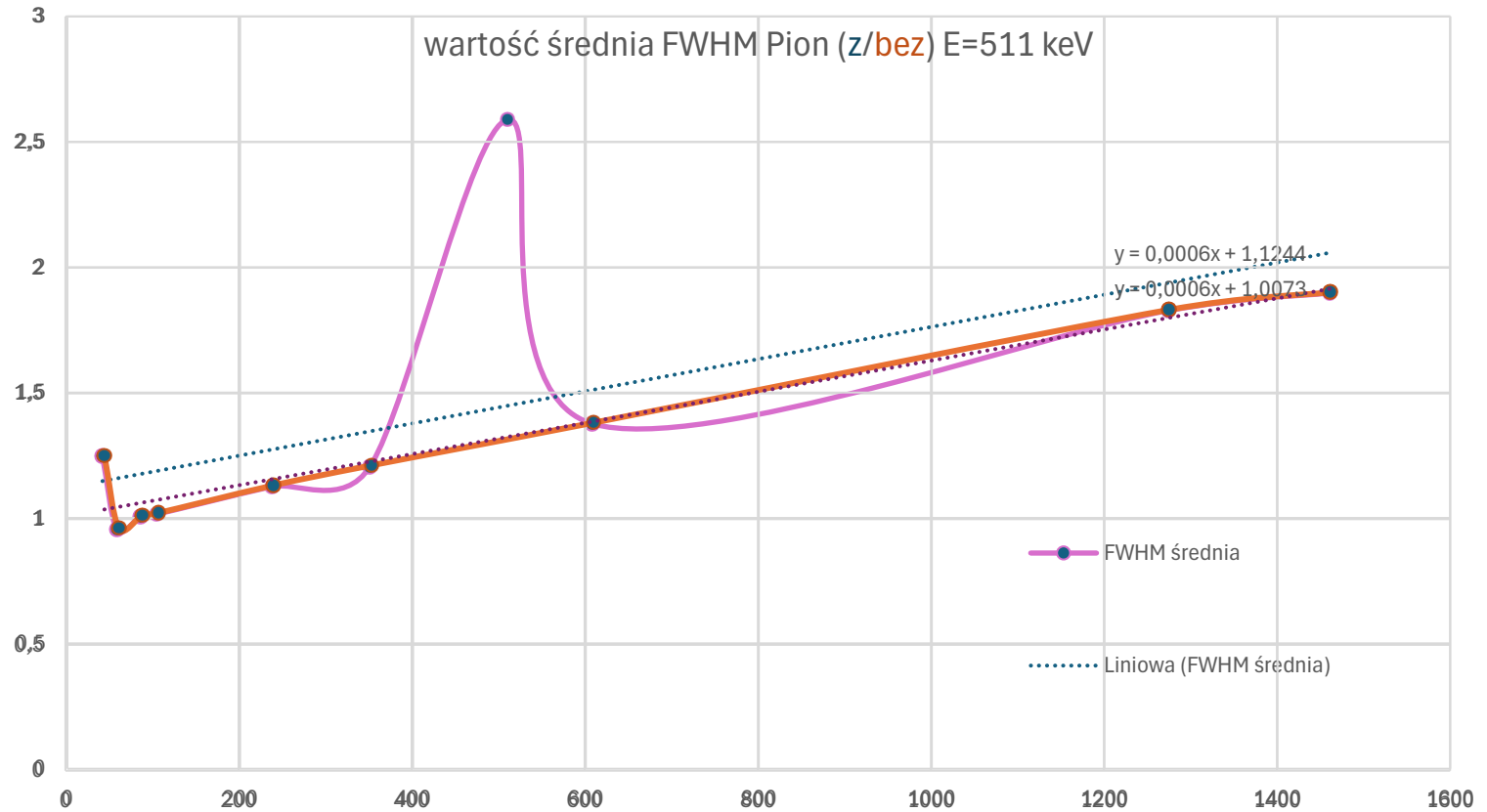
K-40, E=1461 keV, TŁO



K-40, E=1461 keV, TłO



FWHM średnia pion 2025



Przykłady wykorzystania aparatury w pomiarach in-situ

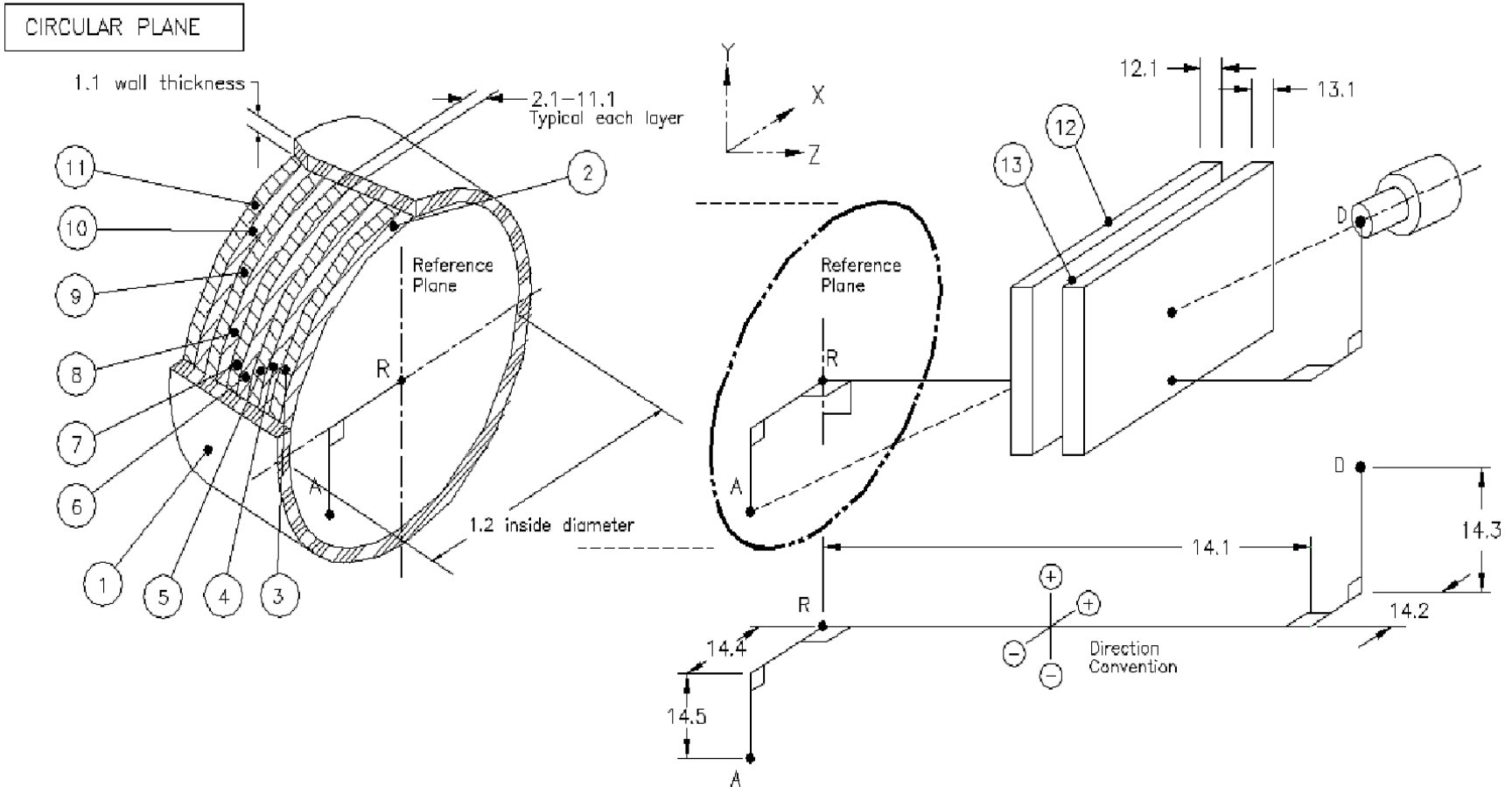
Wielkość promieniowania gamma na terenie CLOR - w ogródku

Pomiary na terenie KSOP w Różanie

Możliwe do przyjęcia założenia przy wyznaczeniu skażenia powierzchniowego gleby:

- Detektor umieszczony w znanej odległości od powierzchni gleby
- Wybór kierunku czoła detektora do powierzchni mierzonej
- Jednorodność skażeń promieniotwórczych na całej mierzonej powierzchni
- Pomiary z powierzchni o zadanej średnicy
- Wybór sposobu rozkładu skażenia znajdującego się w pierwszej warstwie wraz z podaniem jej grubości i gęstości;
- Wybór sposobu rozkładu skażenia znajdującego się w glebie i jej gęstości.

Geometria pomiaru skażeń gleby



Przykłady wykorzystania aparatury w pomiarach in-situ

Pomiar in-situ przesyłki na lotnisku CARGO w Warszawie, która na bramce wykazywała podwyższoną promieniotwórczość

Przesyłka o wymiarach: 45x36x32 cm i wadze ok. 16 kg

Moc dawki promieniowania gamma:

W odległości 10 cm wynosiła : $(56,32 \pm 3,73) \mu\text{Sv/h}$

W odległości 100 cm wynosiła: $(2,09 \pm 0,17) \mu\text{Sv/h}$

Tłó : $0,085 \mu\text{Sv/h}$



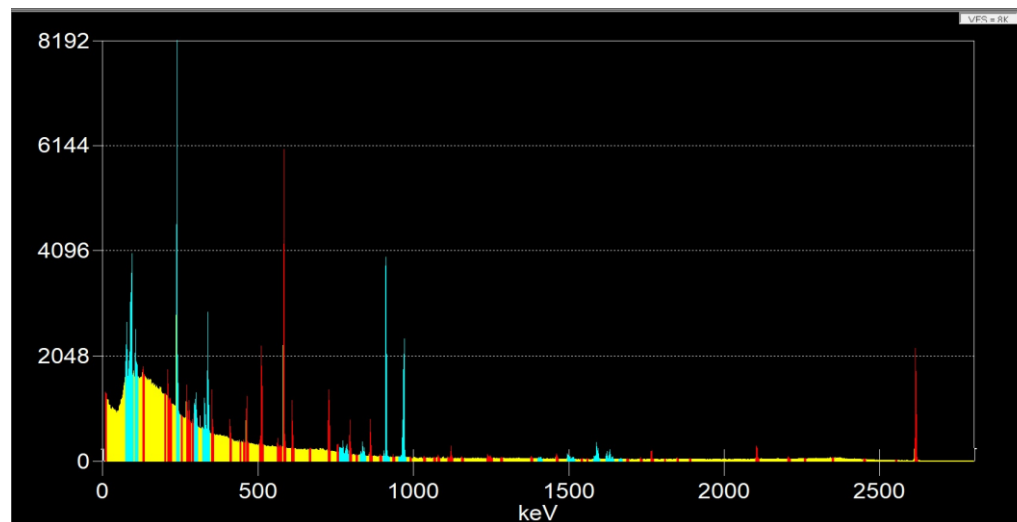
Widmo promieniowania gamma od przesyłki:

Czas pomiaru 215 s.

Wyniki analizy widma:

Ac-228: $4\,200 \pm 52 \text{ kBq}$

Pb-212: $3\,700 \pm 73 \text{ kBq}$



Podsumowanie

AEGIS wykazuje:

- wzrost FWHM w czasie dla niskich energii o 0,05 keV (w przeciągu jednego roku);
- FWHM dla wysokich energii promieniowania gamma np. dla $E=1461$ keV jest stałe w czasie;
- umożliwia wykonywanie pomiarów in-situ w krótkim czasie dla różnych geometrii pomiarowych;
- z uwagi na długi czas schładzania detektora HPGe do pracy w terenie (12 h – przy pomocy baterii) , urządzenie w transporcie do miejsca docelowego powinno być nastawione na chłodzenie detektora (konieczna obecność naładowanych baterii – w tym i zapasowych zwłaszcza wtedy, gdy nie ma dostępu do zasilania prądem zmiennym - 230 V) – co jest dość sporą wadą aparatury przeznaczoną do pracy w terenie.

Dziękuję za uwagę !
