

Studium wykonalności neutronowej analizy aktywacyjnej (NAA) w laboratorium CLOR



Centralne Laboratorium
Ochrony Radiologicznej

Anna Kawalec, Bartłomiej Kliś
Warszawa | 21.04.2022

Neutronowa Analiza Aktywacyjna (NAA)

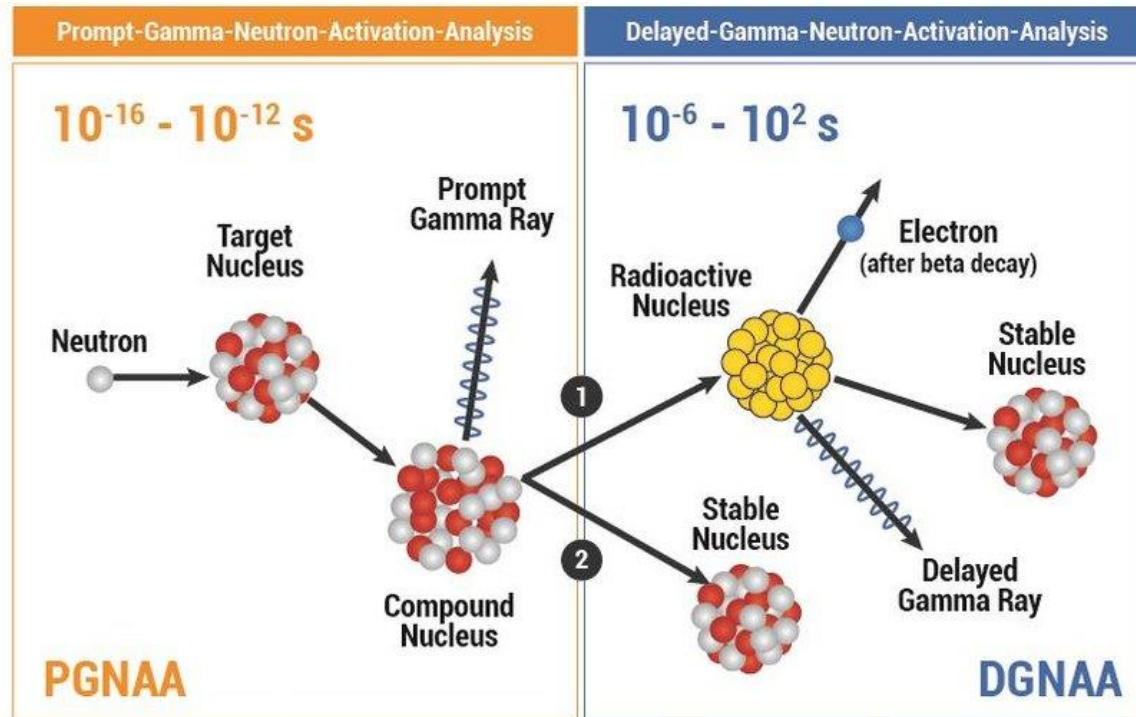
- ▶ Analiza Aktywacyjna - metoda wykrywania i oznaczania zawartości pierwiastków w danym materiale poprzez pomiar promieniowania emitowanego przez nuklidy promieniotwórcze powstałe w wyniku wybranych reakcji jądrowych.
- ▶ Podstawą **neutronowej analizy aktywacyjnej** jest reakcja wychwytu radiacyjnego (n,γ):



- ▶ Źródła neutronów dla NAA: reaktor jądrowy, źródła izotopowe, generator neutronów.

Neutronowa Analiza Aktywacyjna

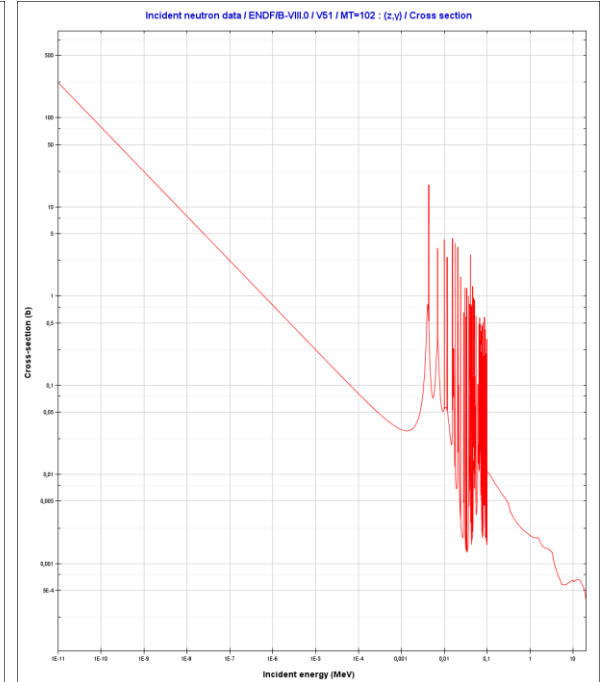
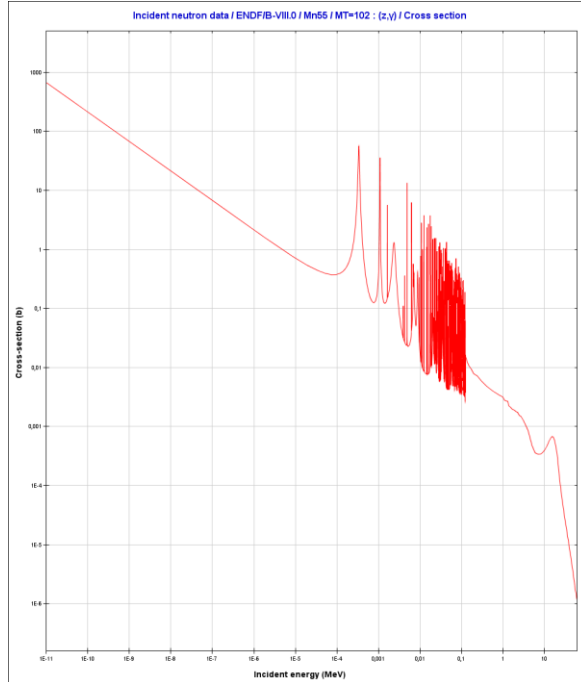
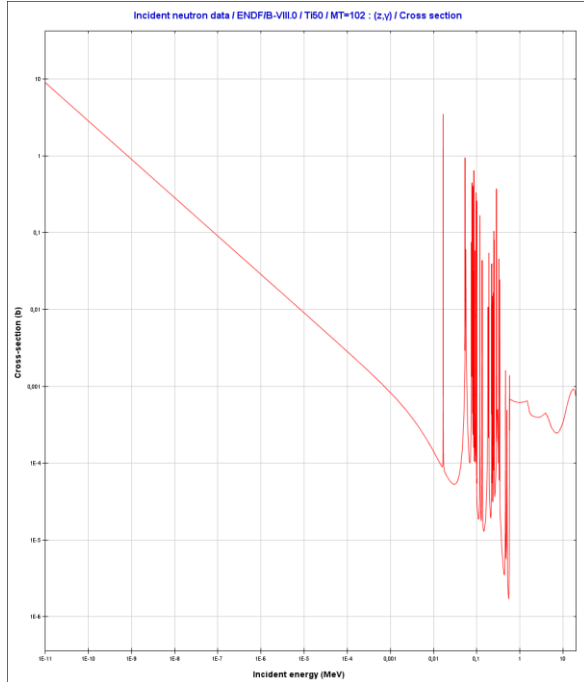
Podział



Źródło: Havenith, et.al (2020). QUANTOM – Non-destructive scanning of waste packages for material characterization. EPJ Web of Conferences. 225. 06013. 10.1051/epjconf/202022506013.

Podstawy fizyczne

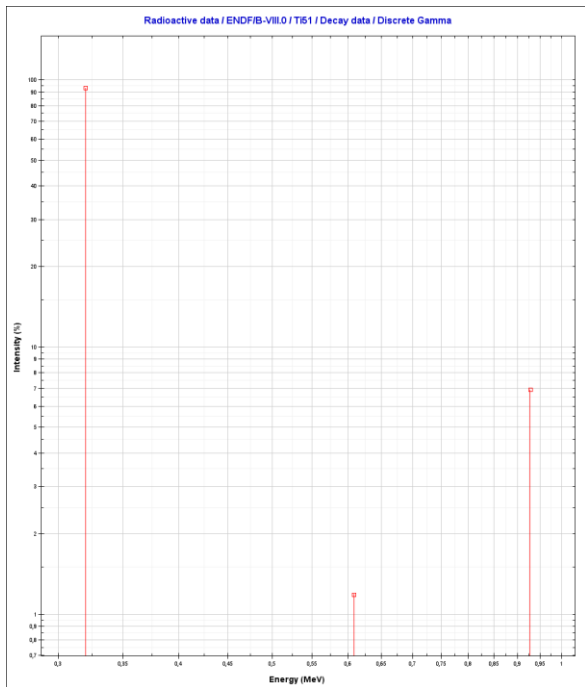
Wybrane przekroje czynne na reakcje (n,γ)



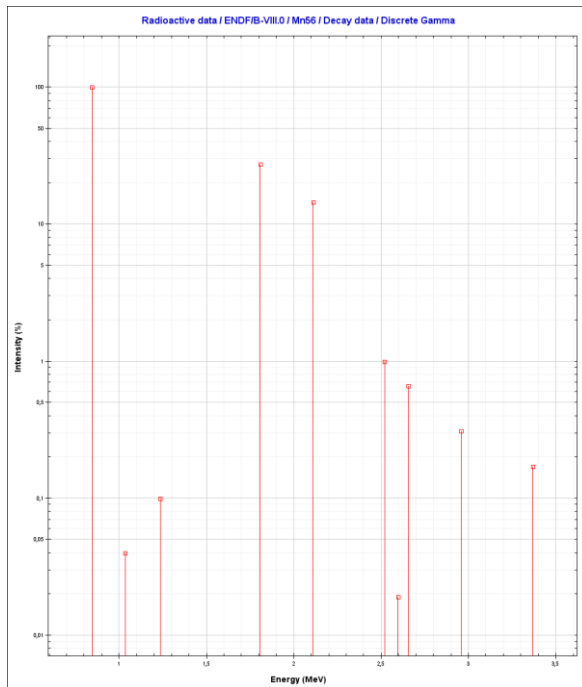
Podstawy fizyczne

Widma promieniowania opóźnionego dla wybranych radionuklidów

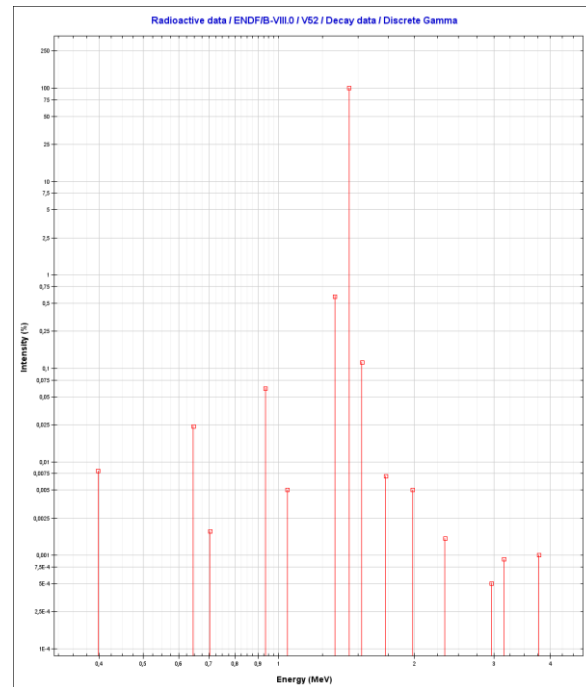
^{51}Ti (320,076 keV)



^{56}Mn (846,754 keV)



^{52}V (1434,060 keV)



Układ eksperymentalny

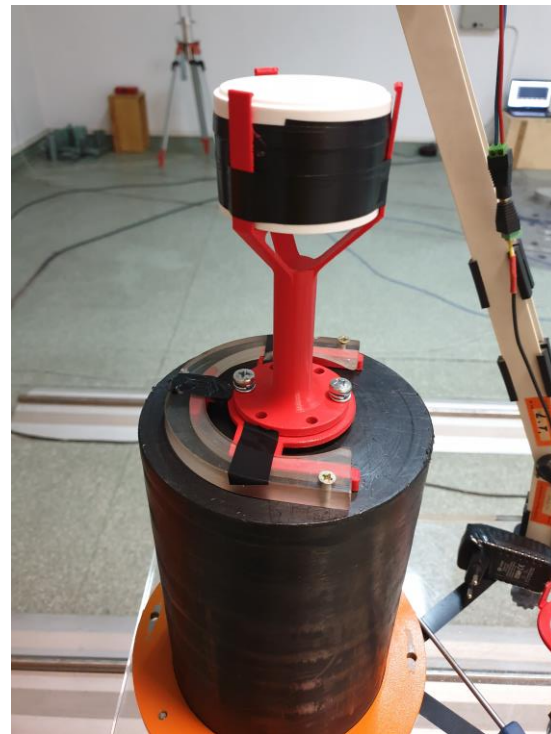
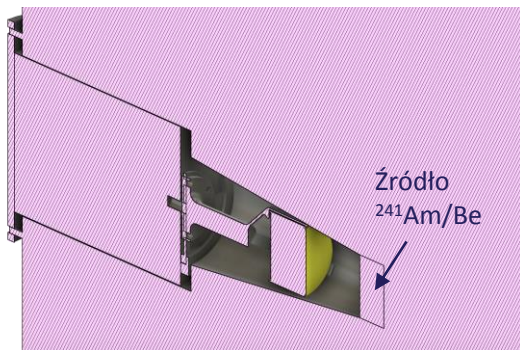
Izotopowe źródło neutronów $^{241}\text{Am}/\text{Be}$

- ▶ Izotopowe źródło neutronów: $^{241}\text{Am}/\text{Be}$
- ▶ Aktywność źródła: $\sim 180 \text{ GBq}$
- ▶ Wydatek neutronów: $1,1 \times 10^7 \text{ n/s}$
- ▶ Energia neutronów: $< 1 - 10 \text{ MeV}$



Układ eksperymentalny

Izotopowe źródło neutronów $^{241}\text{Am}/\text{Be}$



Układ eksperymentalny

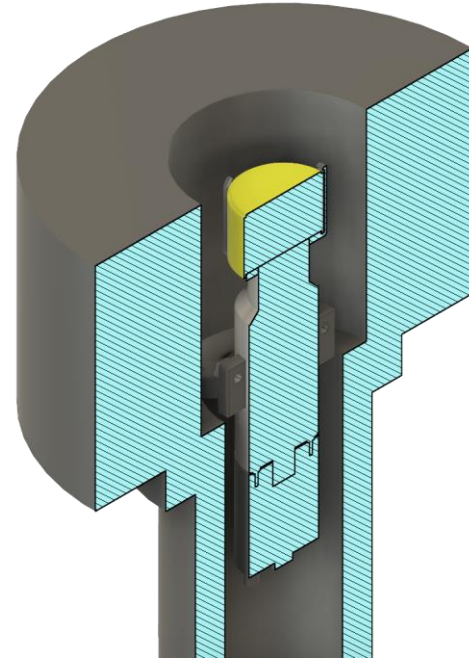
Generator neutronów MP-320

- ▶ Źródło neutronów: reakcja D-T
- ▶ Wydatek neutronów: $1,2 \times 10^8$ n/s
- ▶ Energia neutronów: 14 MeV



Układ pomiarowy

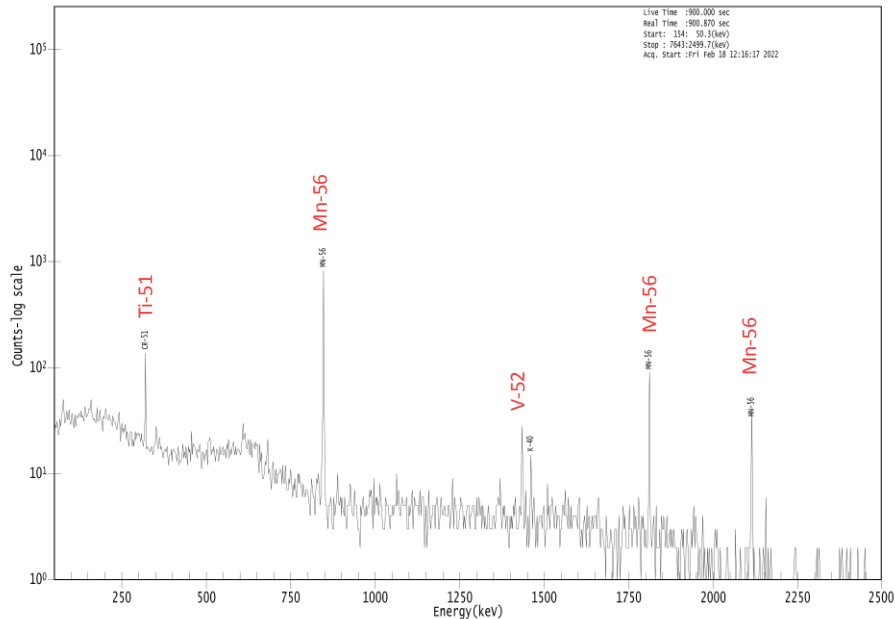
- ▶ Detektor:
 - ▶ $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$
 - ▶ HPGe
 - ▶ NaI
- ▶ Osłona detektora
- ▶ Analizator wielokanałowy
- ▶ Oprogramowanie Genie2000



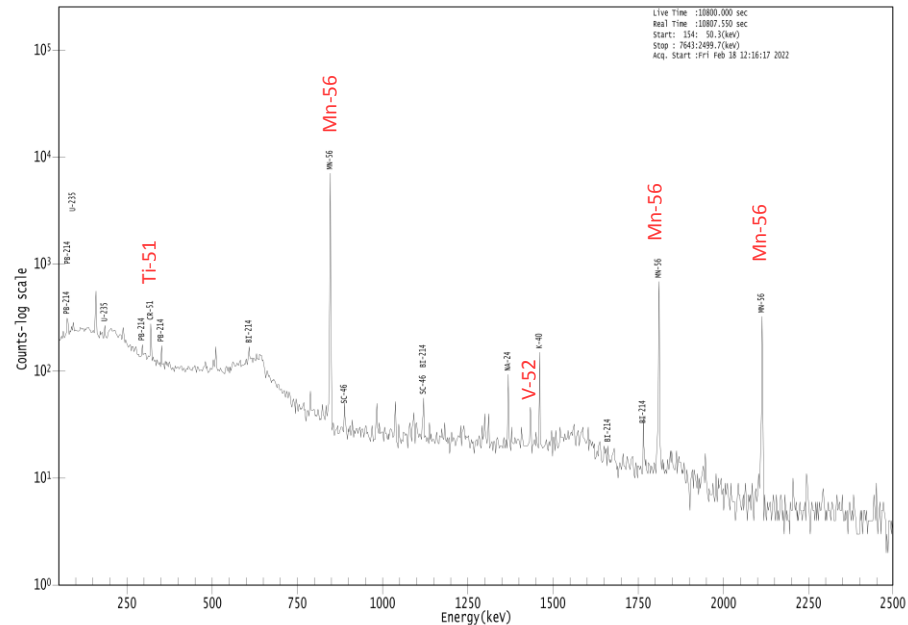
Wstępne rezultaty

Ruda tytanu - detektor HPGe

GX-N - TYTAN - PRÓBA -01-900.CNF



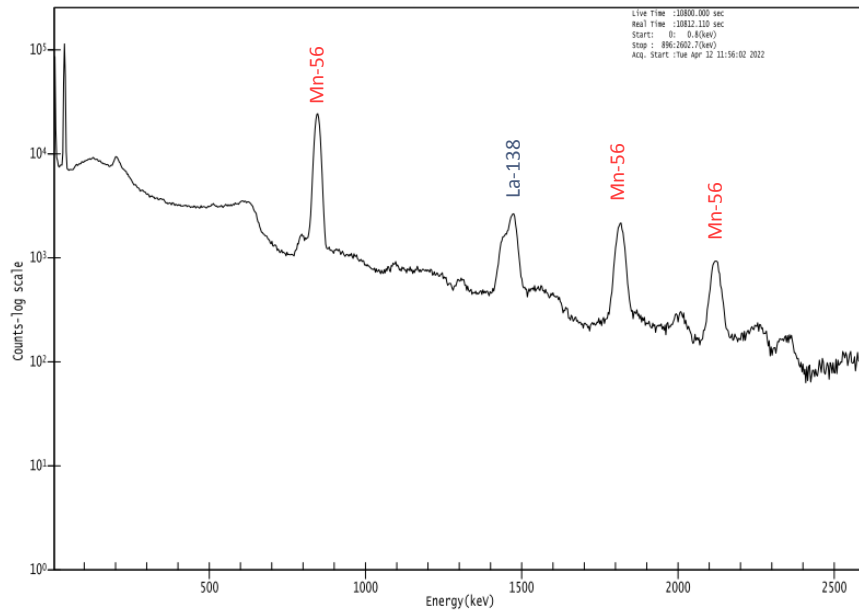
GX-N - TYTAN - PRÓBA -01-10800.CNF



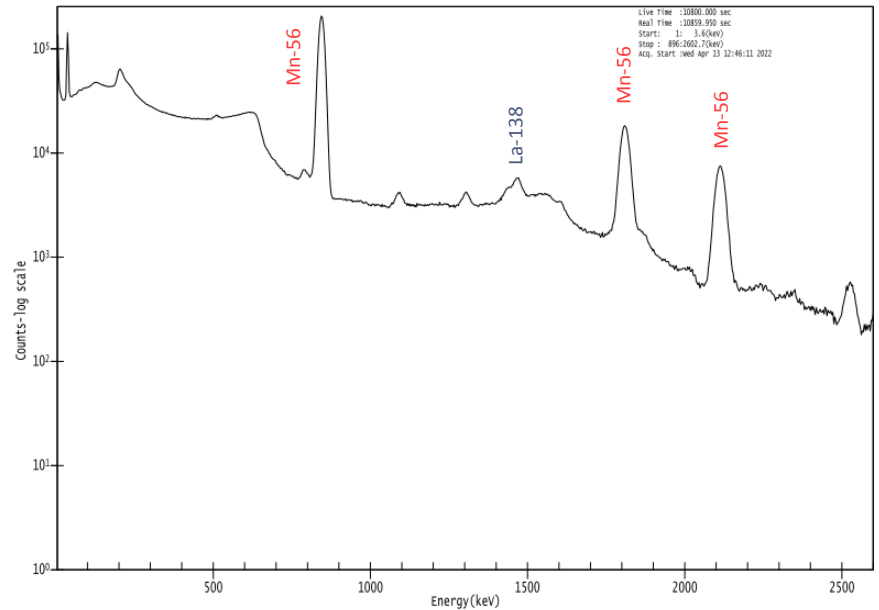
Wstępne rezultaty

Roztwór KMnO_4 i $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ - detektor $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$

Roztwór 0,4M KMnO_4

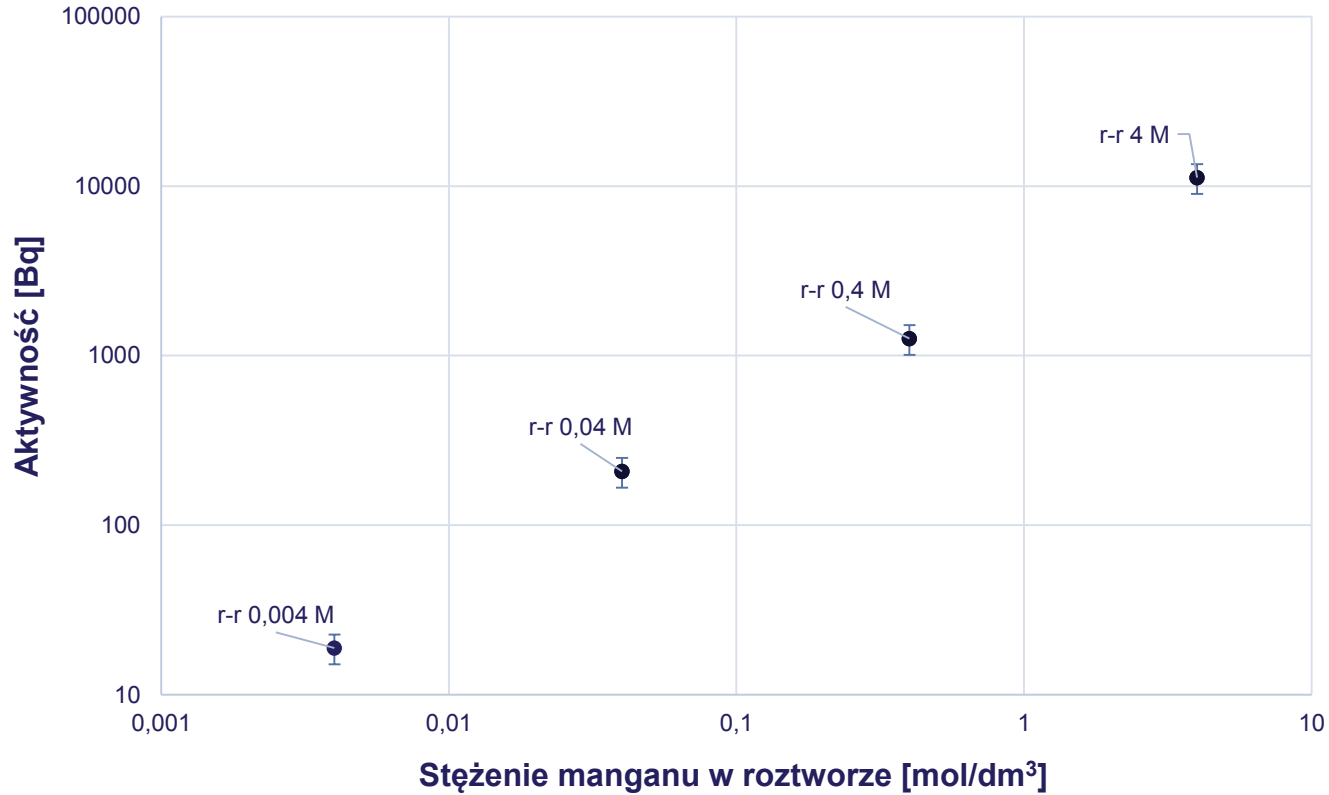


Roztwór 4M $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$



Wstępne rezultaty

Roztwór KMnO_4 i $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ - detektor $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$



Dalsze prace

- ▶ Optymalizacja geometrii pomiarowej
- ▶ Wykonanie pomiarów aktywowanych próbek z wykorzystaniem detektora NaI
- ▶ Przygotowanie stanowiska do NAA w oparciu o generator neutronów
- ▶ Opracowanie stanowiska do PGNAA

Dziękuję za uwagę

Studium wykonalności
neutronowej analizy aktywacyjnej (NAA)
w laboratorium CLOR



Centralne Laboratorium
Ochrony Radiologicznej

Anna Kawalec, Bartłomiej Kliś
Warszawa | 21.04.2022