

# Numeryczne wyznaczanie rozkładów dawki wokół aplikatorów ze źródłami promieniowania w brachyterapii (HDR) oraz w radionuklidowej radioterapii wewnętrznej i ich weryfikacja dozymetryczna

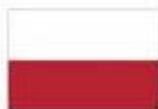
Promotor NCBJ: Prof. dr hab. Anna Wysocka-Rabin

Adam Cichoński

20-21 V 2022



Fundusze  
Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



# Dla zainteresowanych dotychczasowymi wynikami

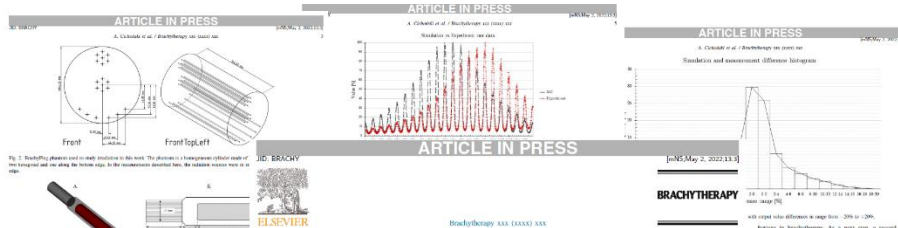


Fig. 1. The view of the ArcCHECK detector in the work. The detector is a cylindrical silicon detector with a diameter of 10 mm and a length of 15 mm. The detector is used for the measurement of the dose rate in the treatment area.

## Validation of accordance of ArcCHECK diode detector output with Monte Carlo simulation in brachytherapy

Adam Cichoński<sup>1,2</sup>, Anna Wysocka-Rabin<sup>1</sup>, Wojciech Białski<sup>2</sup>, Piotr Sobotka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National Centre for Nuclear Research, Particle Acceleration Physics and Technology Division, Otwock, Poland  
<sup>2</sup>Maria Skłodowska-Curie National Research Institute of Oncology, Department of Medical Physics, Warsaw, Poland  
<sup>3</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Physics, Warsaw, Poland

**ABSTRACT**

There are several accepted methods to verify External Beam Radiation Therapy (EBRT) treatment plans, but there is no standard way to check the quality of a brachytherapy treatment plan. **PURPOSE:** This feasibility study assesses whether the ArcCHECK EBRT radiation detector can also be used to verify Treatment Planning System source quality check procedures for brachytherapy.

**METHODS AND MATERIALS:** ArcCHECK is a three-dimensional matrix of 1366 semiconductor diodes, arranged spatially around an internal cylindrical source that is 32 cm long and 15 cm in diameter. The detector makes it possible to reproduce the distribution of sources in a planned EBRT procedure (energy range 0.2 MeV) using an appropriate phantom. Detector responses are displayed as a two-dimensional dose distribution map on the diode surface. In this pilot brachytherapy study, we determined values that characterized the output of the detector to a simulated Ir-192 radiation source with an energy range of approximately 0.1–175 keV, and compared this to the actual signal recorded by an ArcCHECK detector. Experimental treatment plan measurement was performed using a standard Elekta nano-Selenium v2 unit equipped with an Iridium-192 source. To avoid uncertainties, the signal from each of the diodes and the simulation results were normalized to the maximum values, with similar statistical parameters.

**RESULTS:** The difference between diode indications in the simulation and the actual measurement was analyzed statistically to show the degree of general inconsistency between them. The average difference for diode pairs here is equal 1.07%, with standard deviation 3.95%.

**CONCLUSION:** The results obtained represent the first quantitative evidence of potential usefulness of ArcCHECK detector in brachytherapy Treatment Planning System source QC verification. © 2022 American Brachytherapy Society, Published by Elsevier Inc. All rights reserved.

**Keywords:** Monte Carlo; ArcCHECK; Brachytherapy; HDR; Afterloader

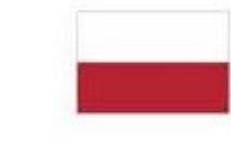
**Introduction**

External brachytherapy treatment plans do not specify the detector, making it impossible to use dose measurements. The use of the ArcCHECK detector in the treatment plan was compared to the values calculated in the Monte Carlo simulation. For this purpose, the measurement data from a test containing the measurement results are compared with Monte Carlo calculations for the same source without external beam sources.

The measurement data and Monte Carlo calculations were compared directly and displayed on one plane. Differences between corresponding diodes were calculated. 2D maps were obtained, as shown in the Results section.

**Results**

The simulation and experimental results are displayed in the graphs shown in Fig. 1. The same graph shows the comparison of the Monte Carlo simulation and the ArcCHECK detector output. The detector output is shown as a 2D map of the detector surface. The detector output is shown as a 2D map of the detector surface. The detector output is shown as a 2D map of the detector surface.



Rzeczpospolita  
 Polska

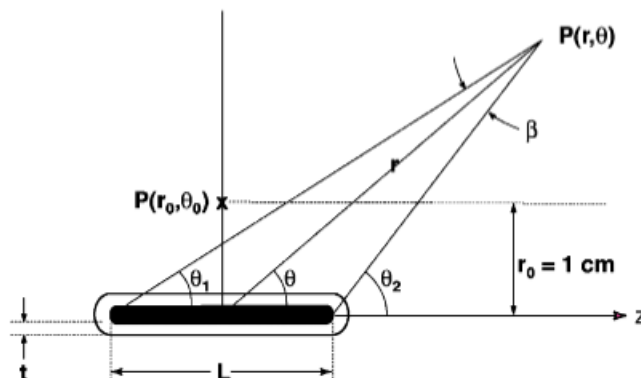
Unia Europejska  
 Europejski Fundusz Społeczny



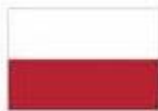
## Dalsze prace w zakresie weryfikacji brachyterapii

- **TG-43** – protokół obliczeniowy w dozymetrii i planowaniu leczenia w brachyterapii.

$$\dot{D}(r, \theta) = S_K \cdot \Lambda \cdot \frac{G_L(r, \theta)}{G_L(r_0, \theta_0)} \cdot g_L(r) \cdot F(r, \theta)$$



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

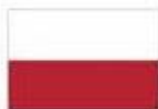


## Dalsze prace w zakresie weryfikacji brachyterapii

- **Problem** protokołu TG-43 polega na tym, że został on opracowany przez AAPM na podstawie modelu źródła umieszczonego w jednorodnym fantomie wodnym.
- TG-43 nie uwzględnia różnic w gęstości ośrodka.
- W przygotowaniu jest nowy fantom pomiarowy.



Fundusze  
Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój

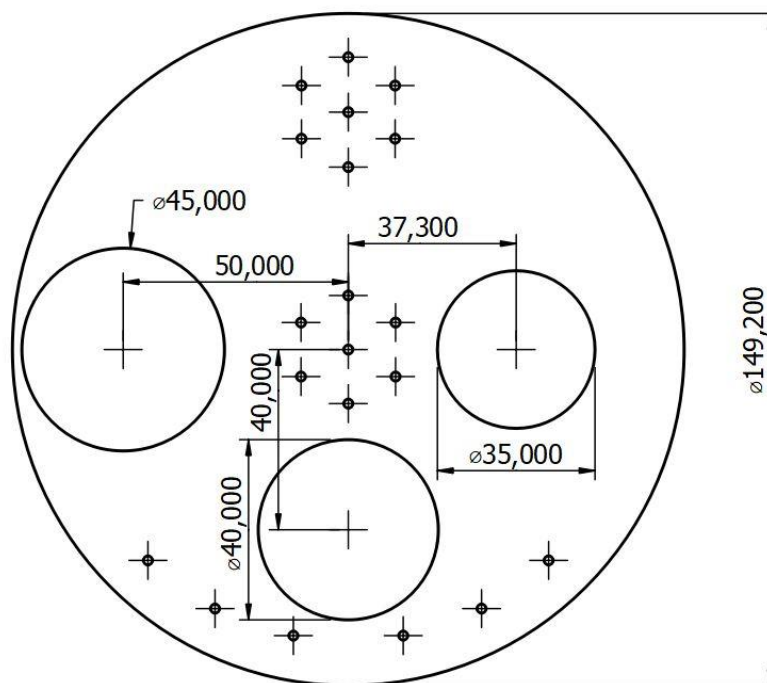


Rzeczpospolita  
Polska

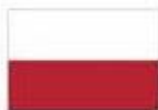
Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



## Dalsze prace w zakresie weryfikacji brachyterapii



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



# Numeryczne wyznaczanie rozkładów dawki wokół aplikatorów ze źródłami promieniowania w brachyterapii (HDR) oraz w **radionuklidowej** **radioterapii wewnętrznej** i ich weryfikacja dozymetryczna

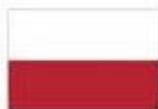
Promotor NCBJ: Prof. dr hab. Anna Wysocka-Rabin

Adam Cichoński

20-21 V 2022



Fundusze  
Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

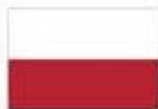


## Leczenie $^{177}\text{Lu}$ -DOTATOC

- 20 pacjentów: 12 kobiet, 8 mężczyzn
- 2-4 cykle leczenia
- Odstęp dwóch miesięcy
- 2-8 GBq  $^{177}\text{Lu}$  w każdym cyklu
- $\geq 3$  badania SPECT/CT po każdorazowym otrzymaniu lutetu
- Ocena odpowiedzi na leczenie



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



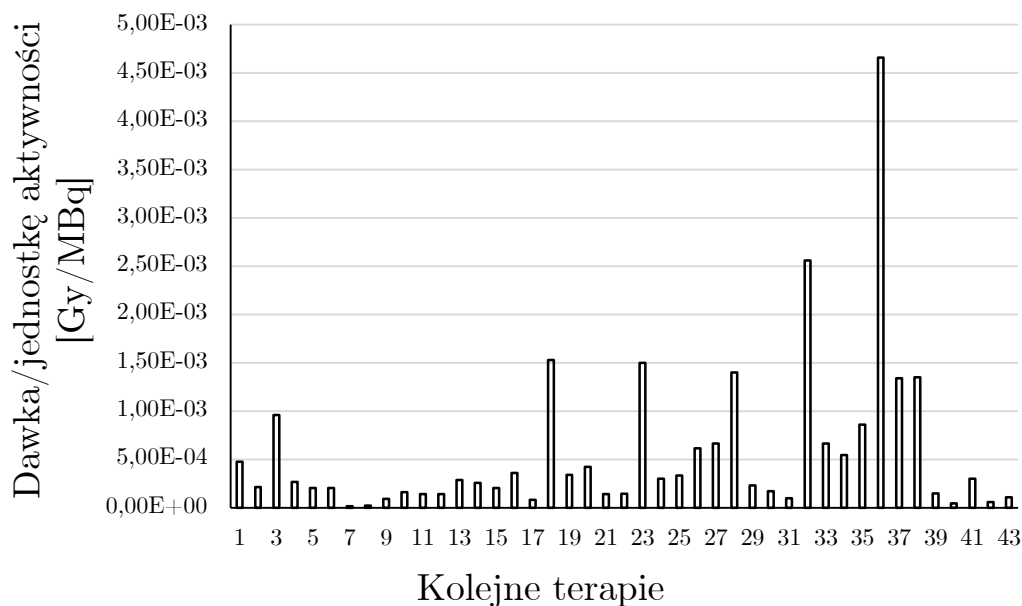
**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



## Wyniki i trudności

Dawka pochłonięta w przeliczeniu na jednostkę aktywności podanej



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

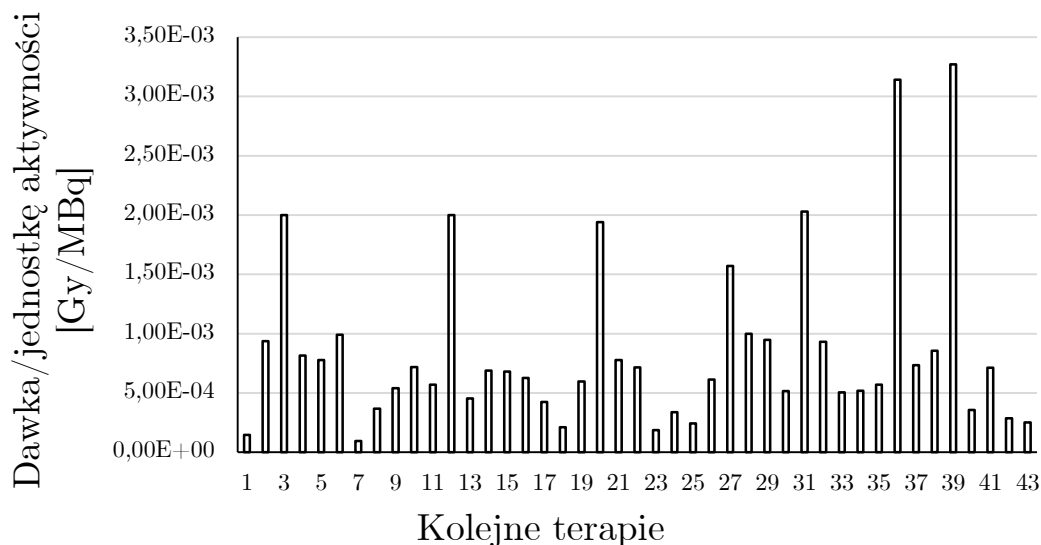
Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



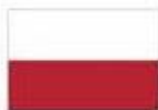


## Wyniki i trudności

Dawka pochłonięta w przeliczeniu na jednostkę aktywności podanej



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



## Interpretacja wyników

- Podstawową interpretacją otrzymanych wyników jest nieprzewidywalność zachowania układów biologicznych związana z ich złożonością
- Na rezultat dozymetryczny wpływ mają takie czynniki jak:
  - stan ogólny pacjenta, w tym wiek, płeć, styl życia,
  - **poziom nawodnienia oraz czy zjadł śniadanie**
  - przyjmowane leki
  - rodzaj choroby i stopień jej ekspansji



Fundusze  
Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

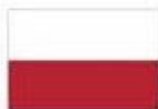


## Planowanie terapii radionuklidowej

- Planowanie leczenia ma na celu znalezienie optymalnego sposobu dostarczenia pożądanej dawki do obszaru leczonego z jednoczesną protekcją narządów zdrowych
- Ratunek: badanie kwalifikacyjne SRS  $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-TOC
- Pozwala ocenić wielkość gromadzenia znacznika
- Raczej **nie pozwala** przewidywać okresu półtrwania



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

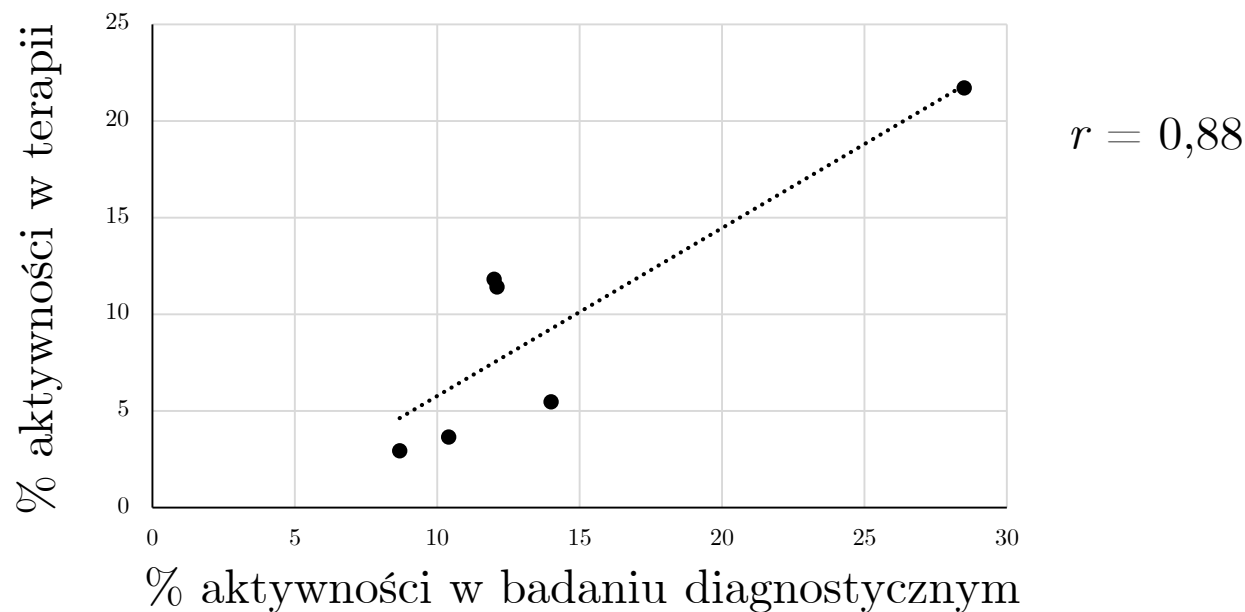


## Kwalifikacja: SRS $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-TOC

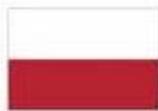
Gromadzenie w badaniu SRS  $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-TOC

vs

gromadzenie w terapii  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATOC



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

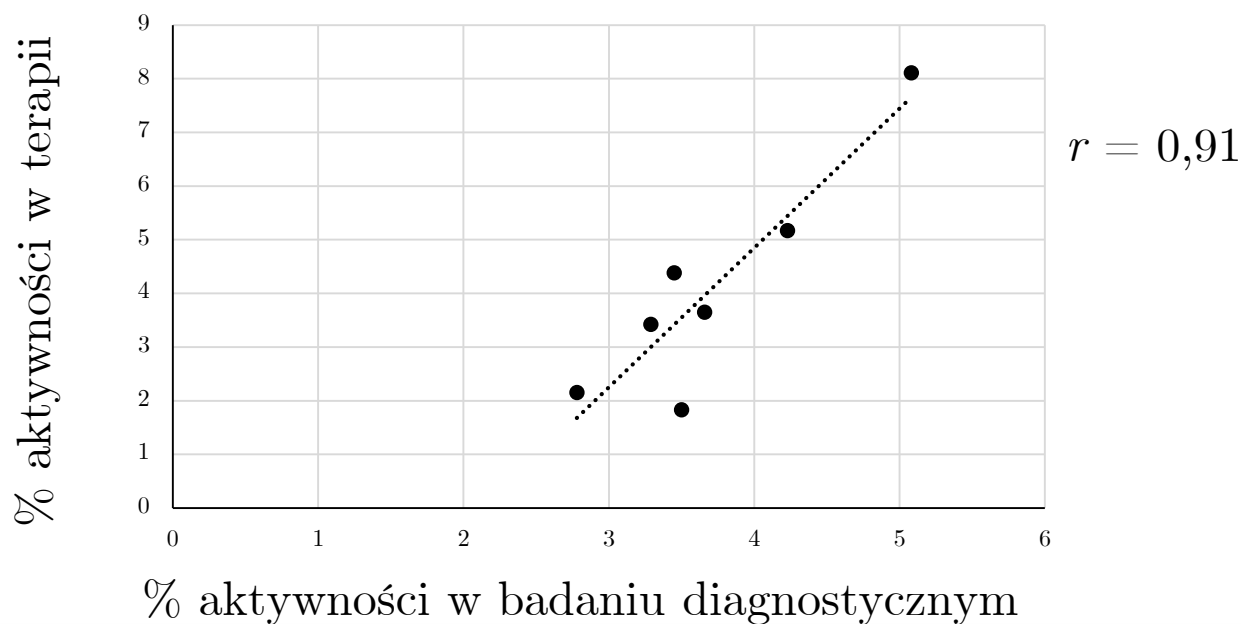


## Kwalifikacja: SRS $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-TOC

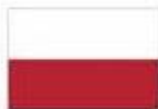
Gromadzenie w badaniu SRS  $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-TOC

vs

gromadzenie w terapii  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATOC



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

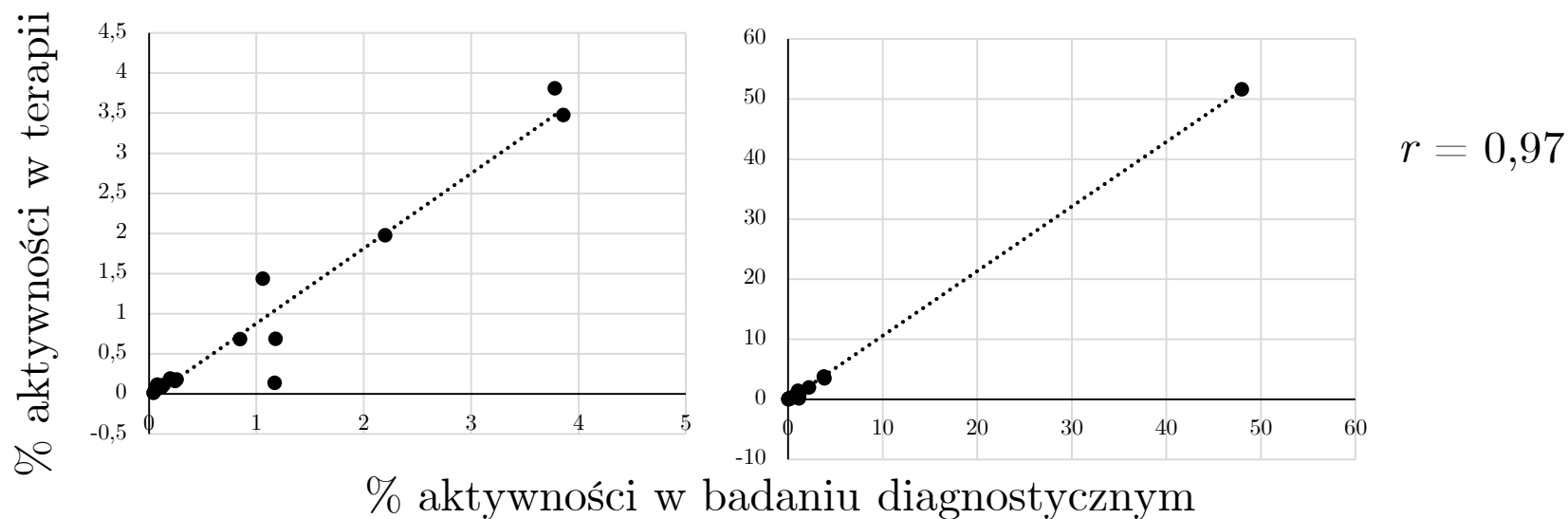


## Kwalifikacja: SRS $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-TOC

Gromadzenie w badaniu SRS  $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-TOC

vs

gromadzenie w terapii  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATOC



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

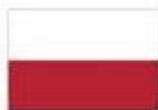


Dziękuję.



**Fundusze Europejskie**

Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny

