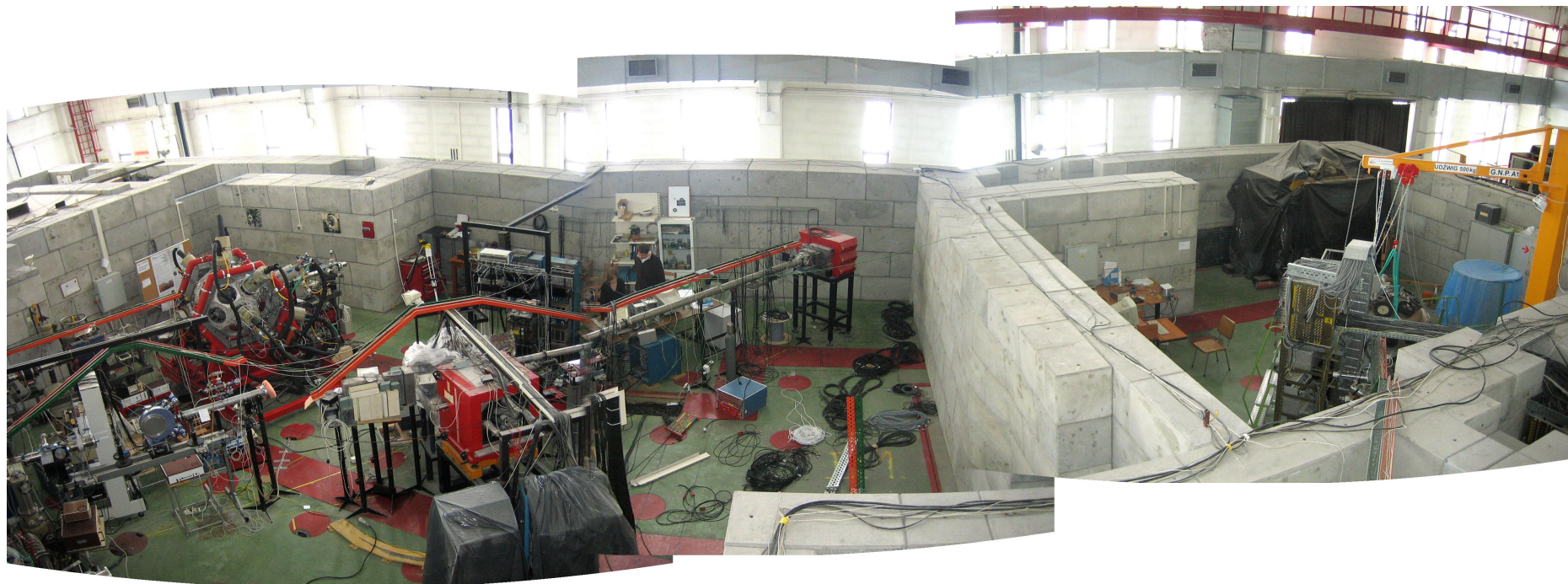


Fizyka Jądrowa i jej medyczne zastosowania

w Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego

Krzysztof Rusek





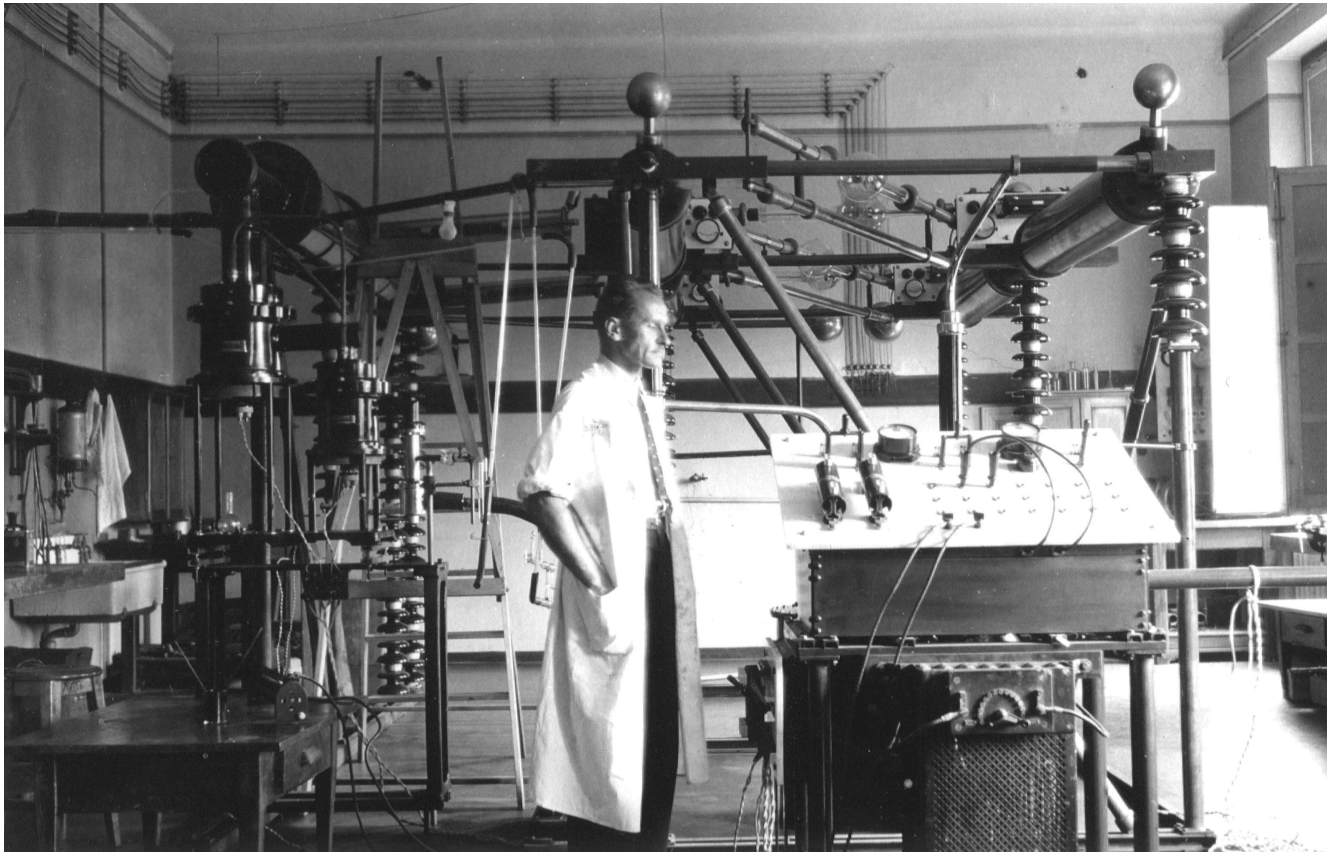
Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów UW



- Jedyne polskie laboratorium dysponujące kompletną aparaturą do prowadzenia badań eksperymentalnych z dziedziny fizyki jądrowej
- Podstawowa jednostka organizacyjna Uniwersytetu Warszawskiego
- Pełni rolę laboratorium narodowego - dostarcza wiązek jonów dla użytkowników zewnętrznych od 1994 r.
- Prowadzone prace obejmują fizykę jądra atomowego i jej zastosowania (detektory, efekty biologiczne ciężkich jonów, zastosowania medyczne)

Pierwszy polski akcelerator zbudowany na Hożej przez A. Sołtana (1937)

deuterony 0.4 MeV, prąd wiązki do 200 μ A



Ośrodki fizyki jądrowej w Europie



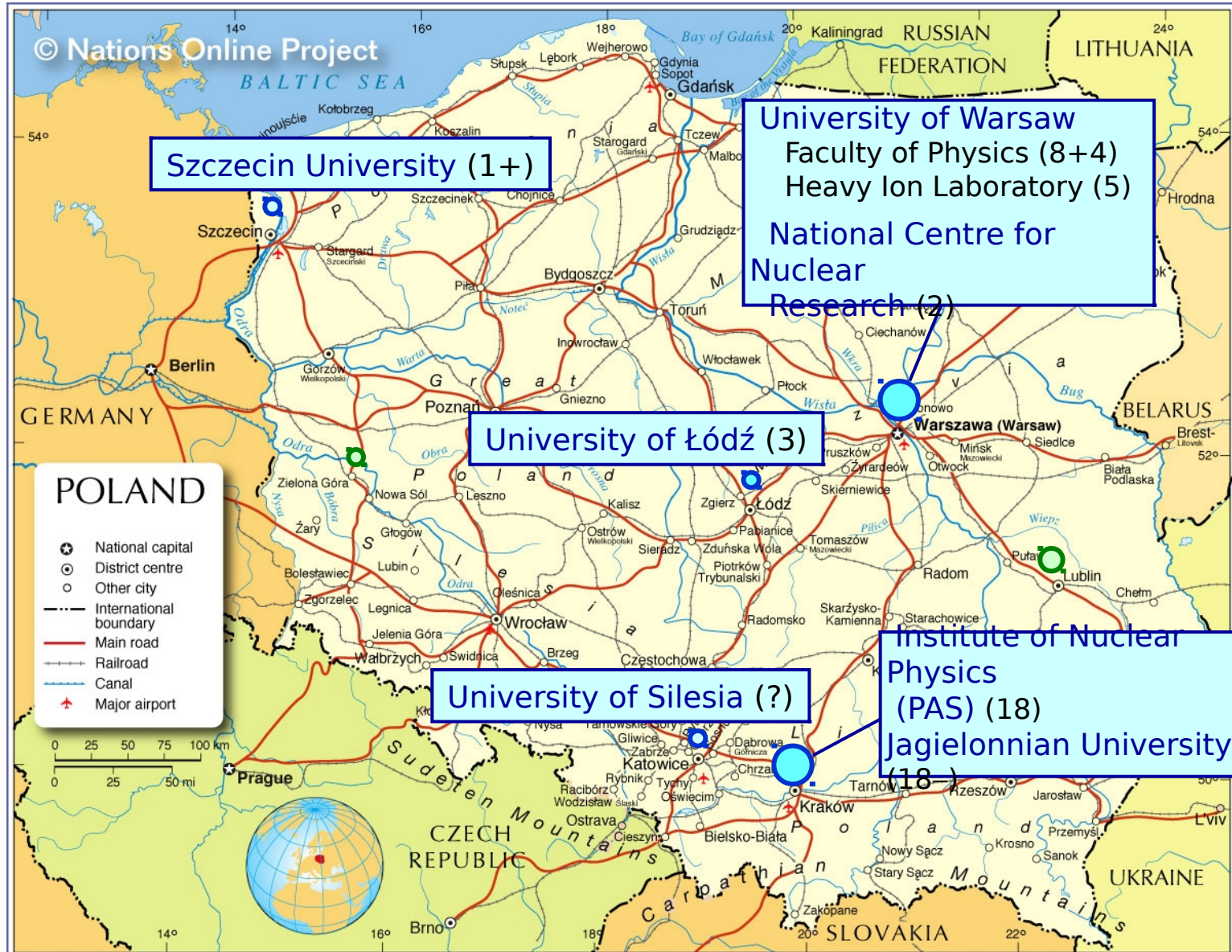
Long Range Plan

NuPECC – komisja ekspercka
European Science Foundation

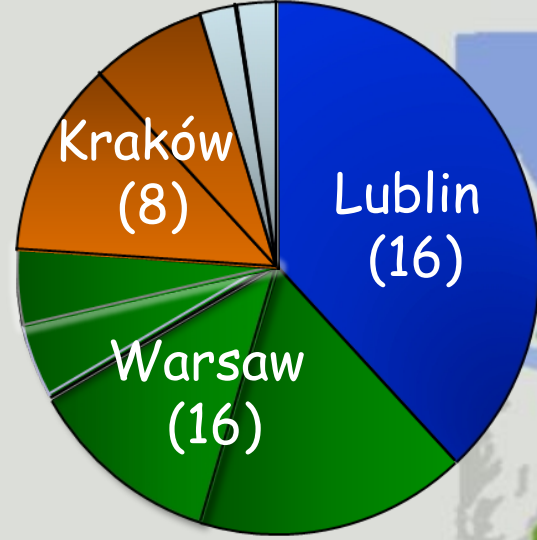
Jądrowe ośrodki w Polsce



Naukowcy-eksperymentatorzy w Polsce (z podziękowaniami dla prof. M. Pfutznera)



Naukowcy – teoretycy w Polsce (z podziękowaniami dla prof. W. Satuły)

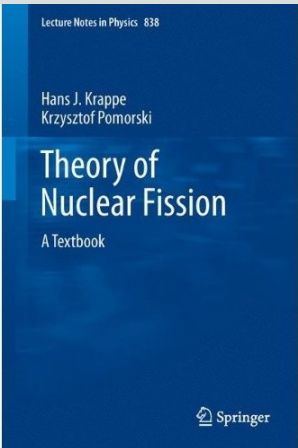


Staff (2013) ~40(4)

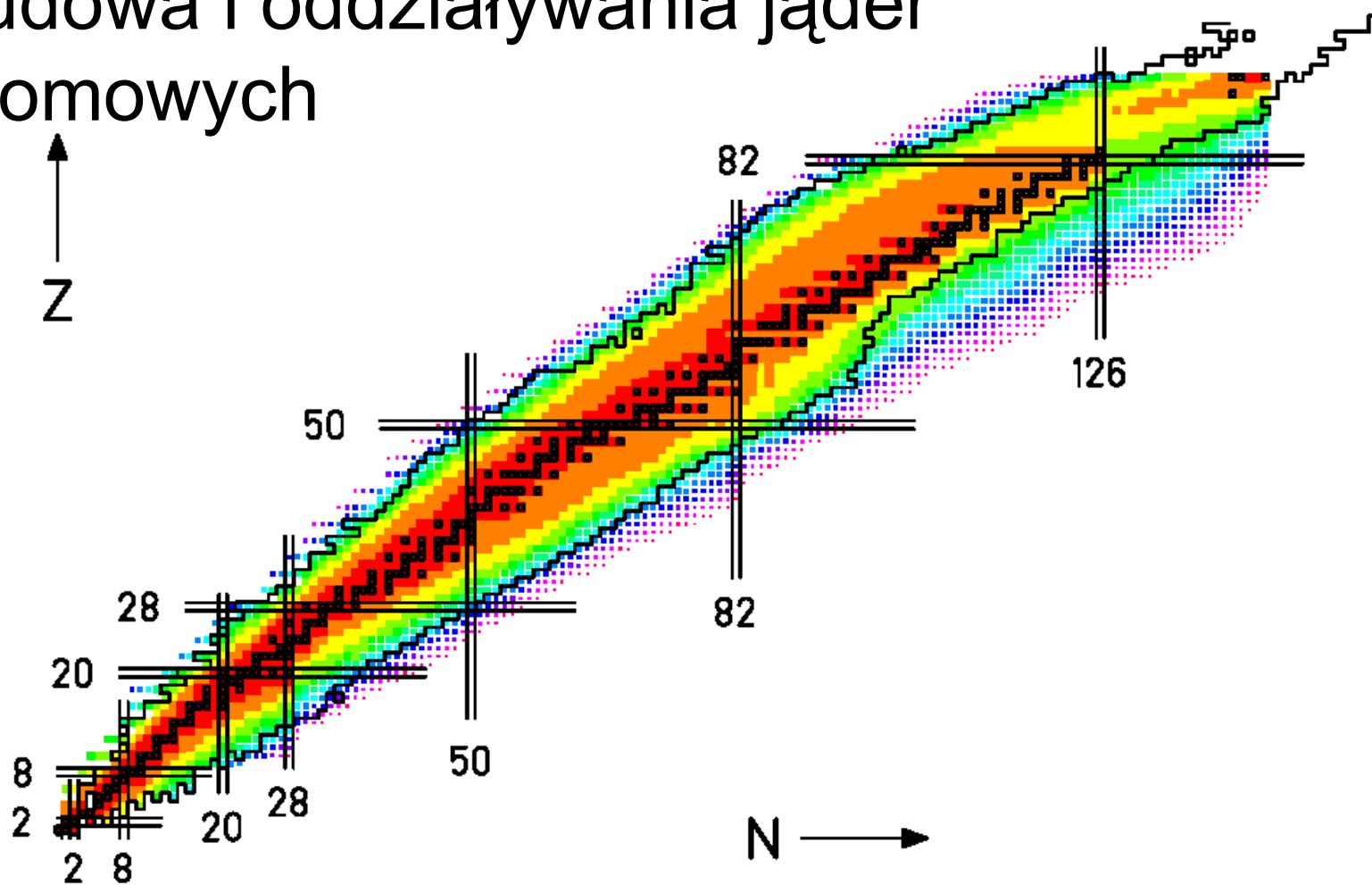
Senior/Junior ~30/10
(PhD students included)

Publications (2008-13)

~ 450(20) (Nature, Science, 16PRL, PRC, PLB, ...)

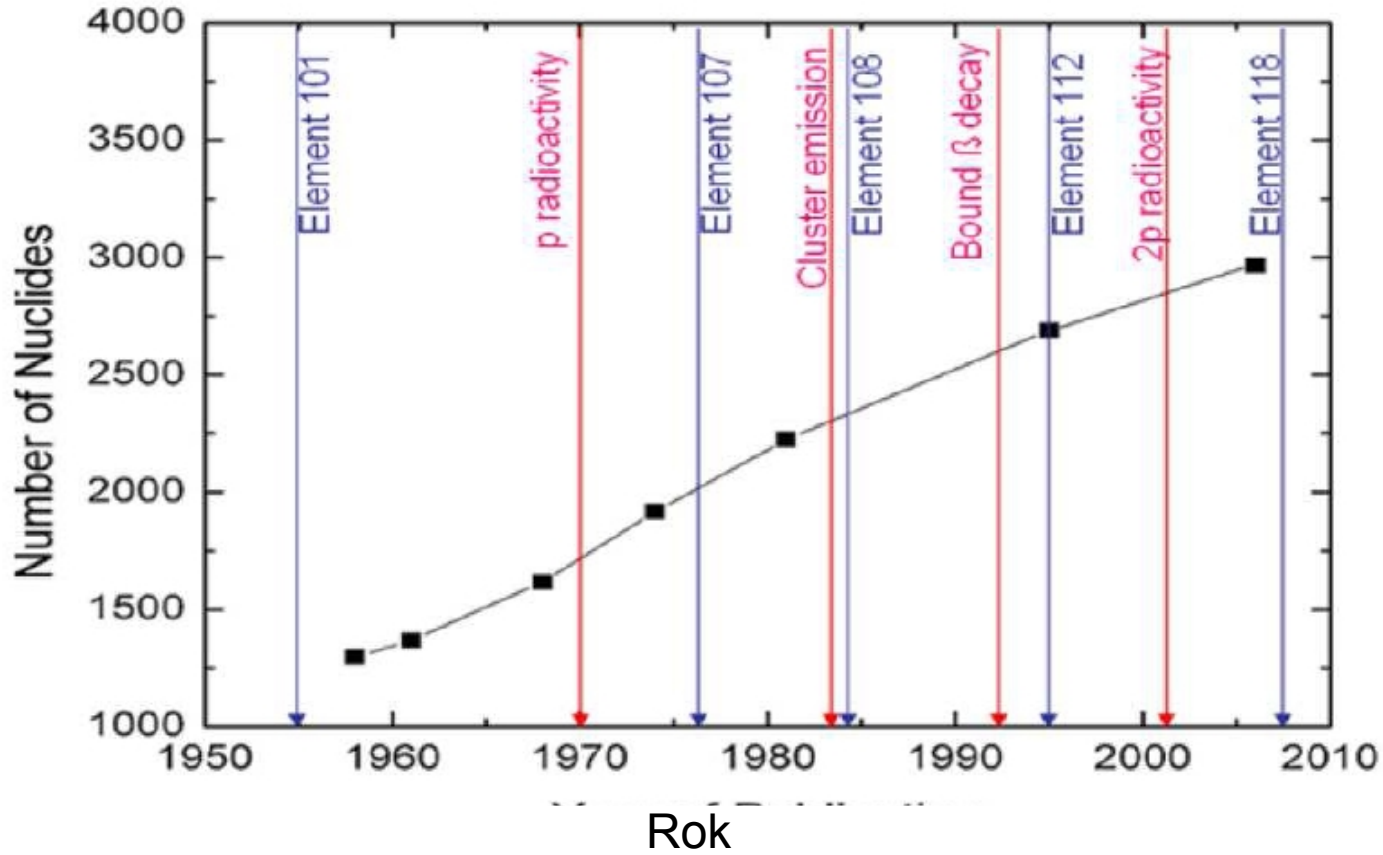


Domena fizyki jądrowej – budowa i oddziaływania jąder atomowych



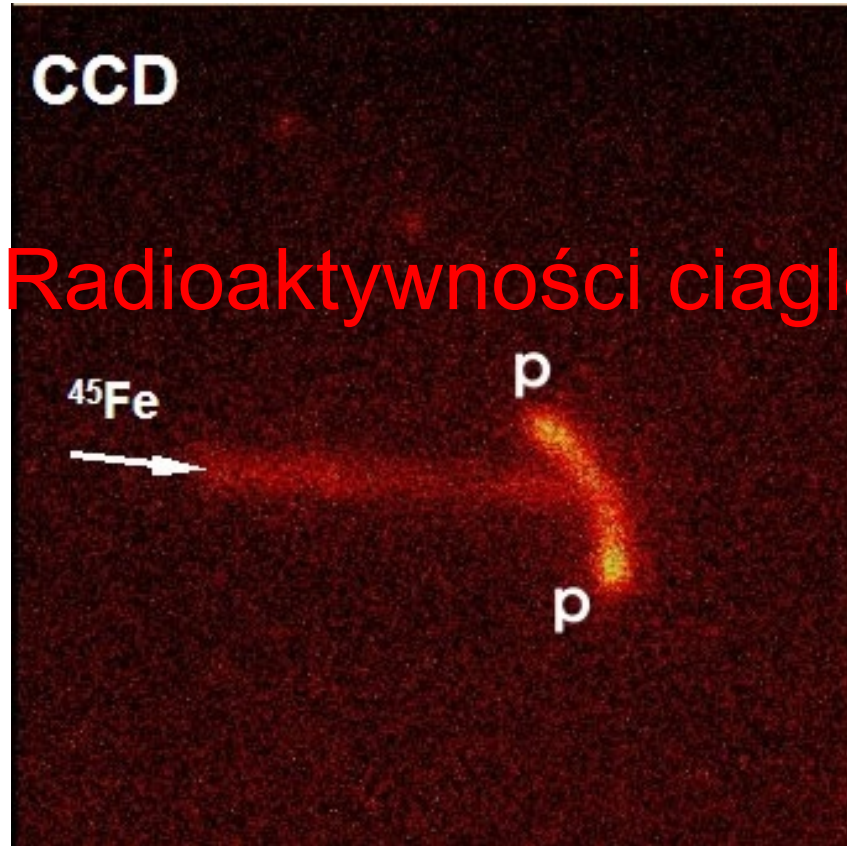
Karta nuklidów

Rozwój badań



Liczba nuklidów

Radioaktywność 2-protonowa



Radioaktywności ciągle się uczymy!



M. Pfützner et al.



Science Campus Ochota

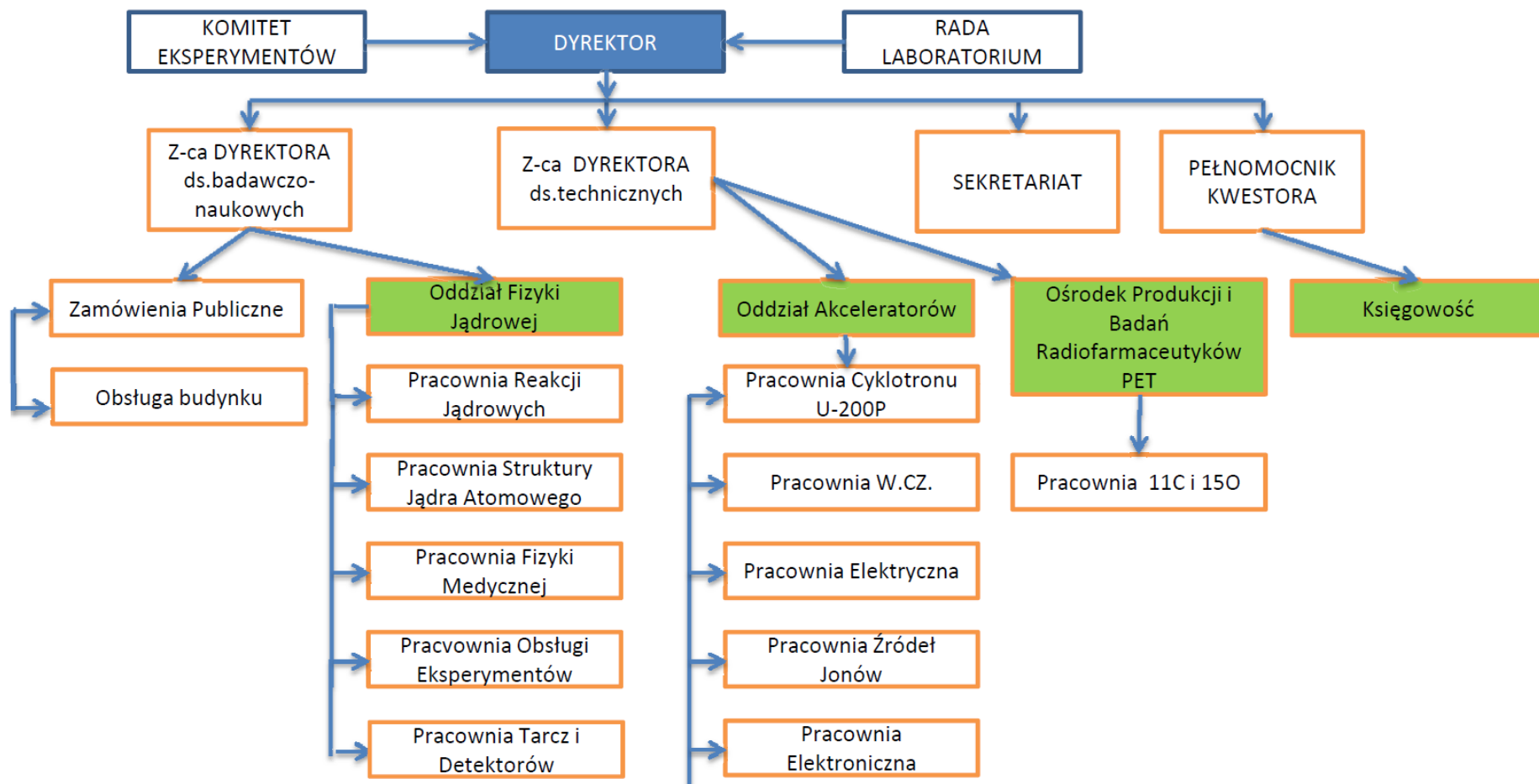


Załoga



naukowcy – 13 (fizycy, chemicy)
doktoranci – 7
pracownicy techniczni – 35
administracja - 8

Organizacja:

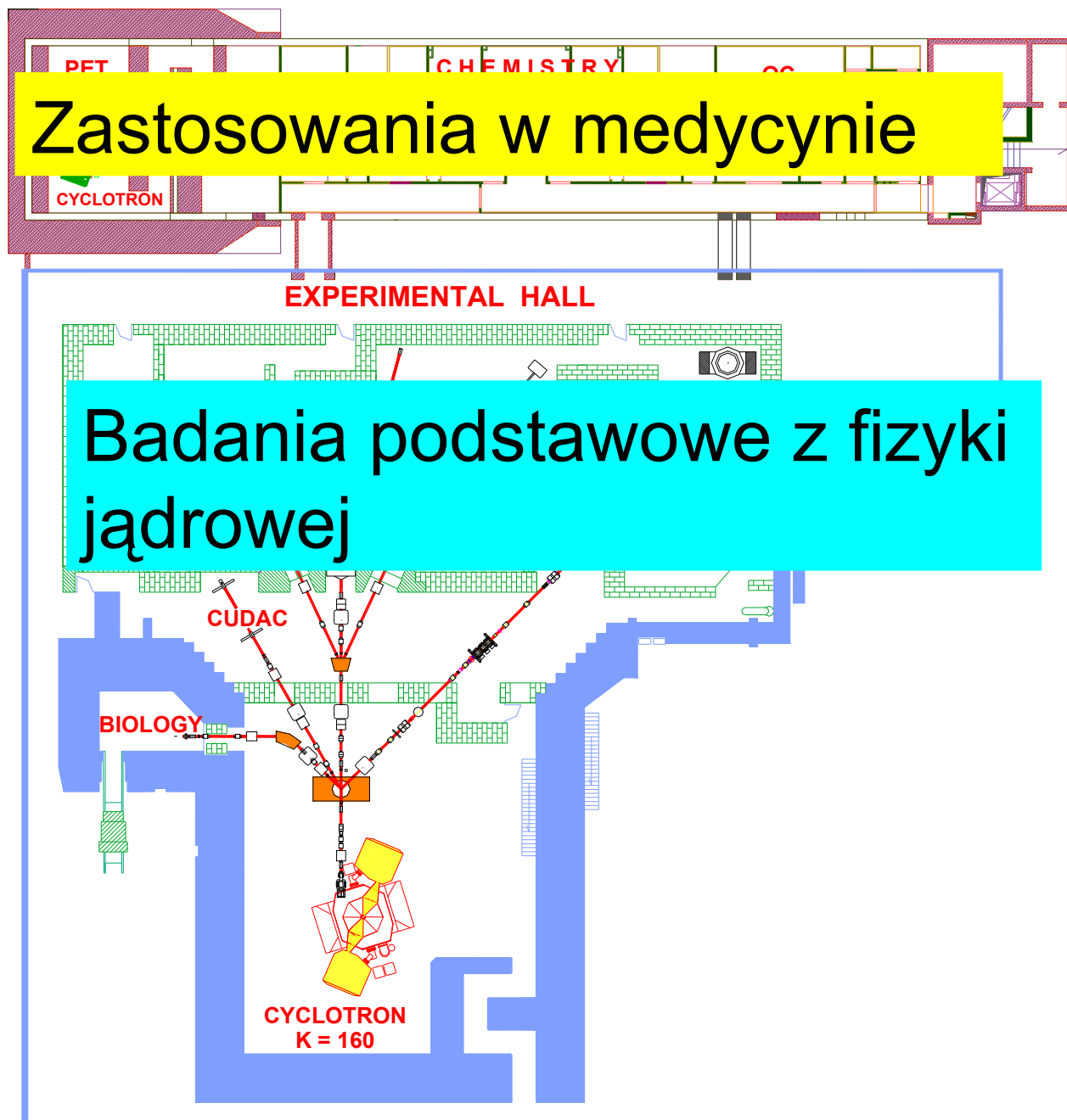


Cel: zapewnienie możliwości prowadzenia badań użytkownikom zewnętrznym

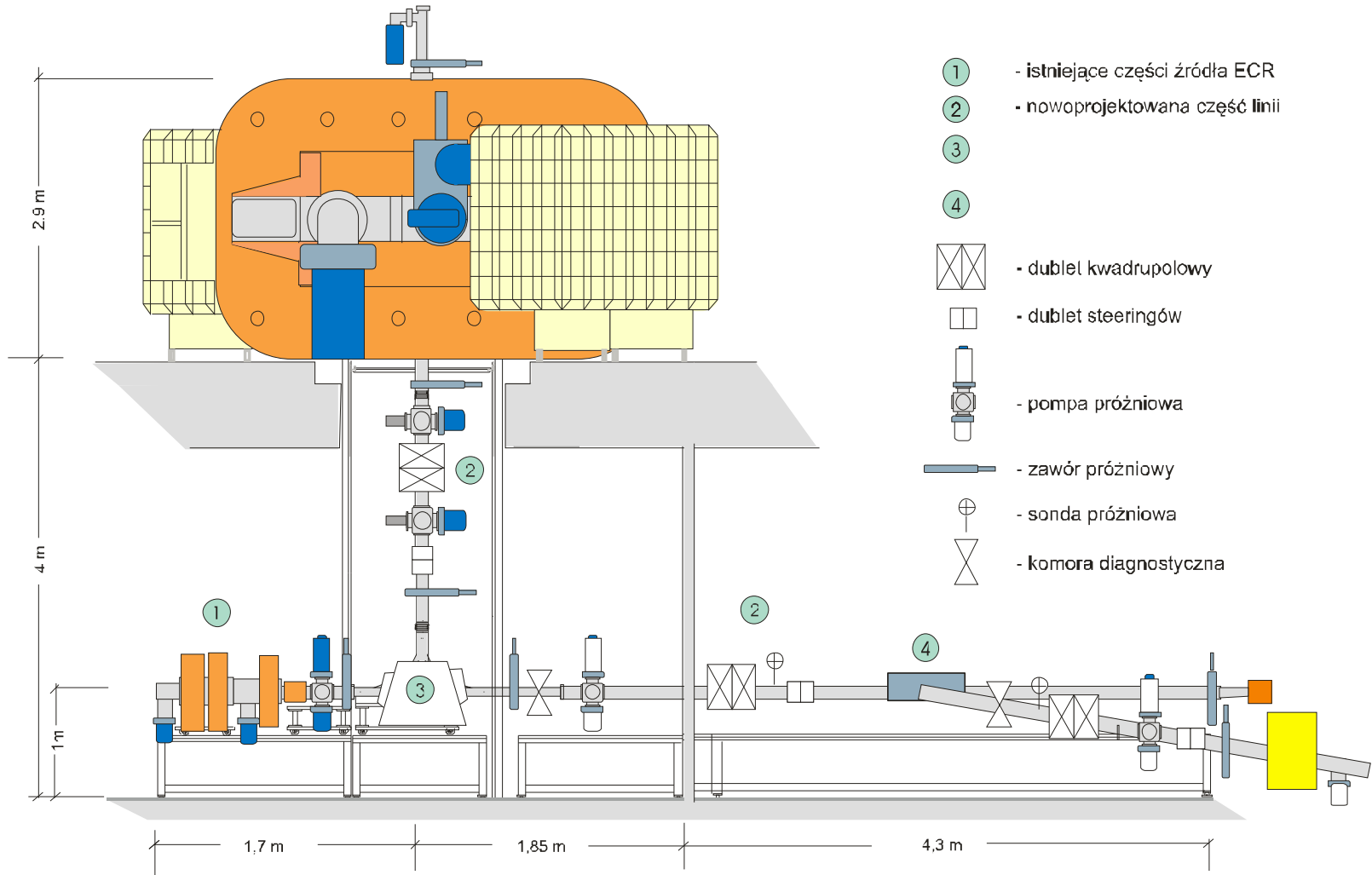
Zastosowania w medycynie

Infrastruktura:

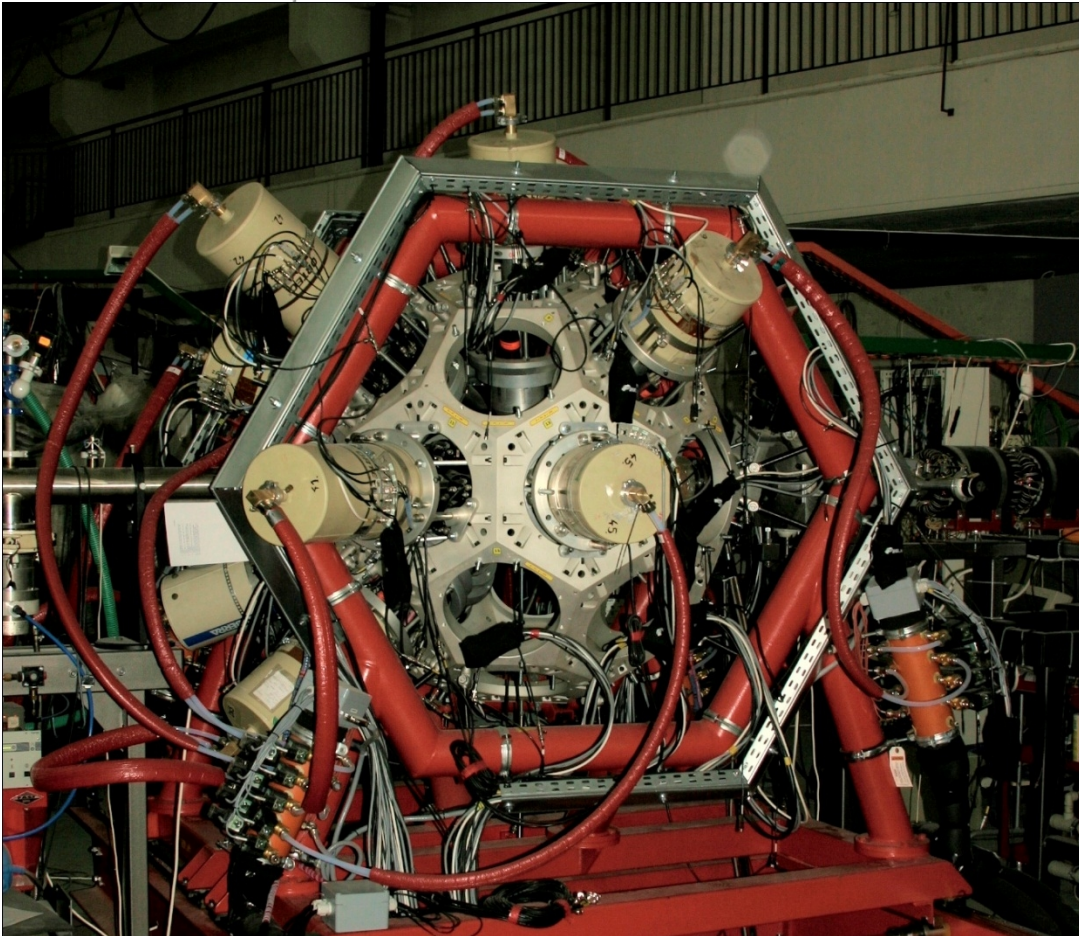
Wartość odtworzeniowa
ok. 200 mln złotych



Cyklotron i źródła jonów

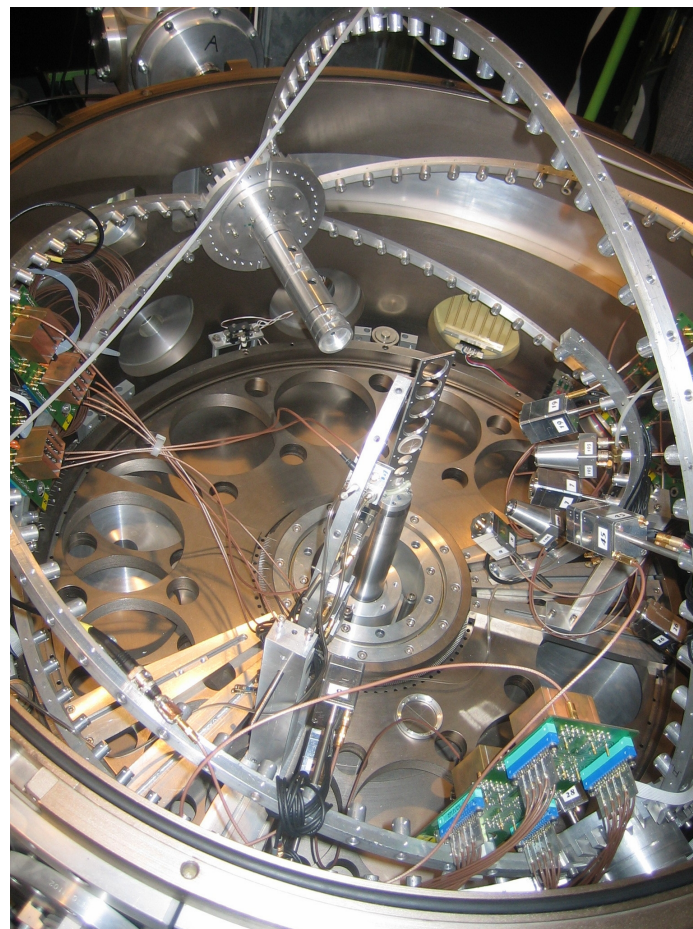
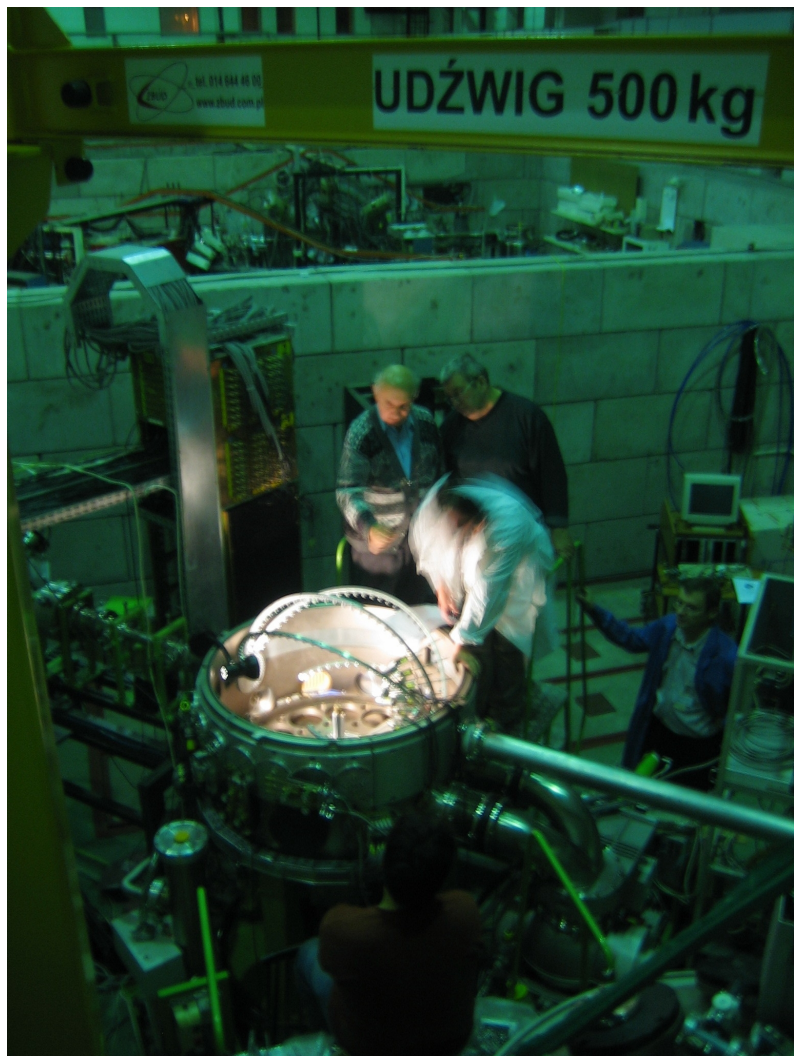


Spektrometr γ EAGLE



- do 30tu detektorów Ge sprzężonych ze:
 - ◆ Spektrometrem EC elektronów
 - ◆ Komorą rozproszeń z detektorami czastek

Komora próżniowa ICARE



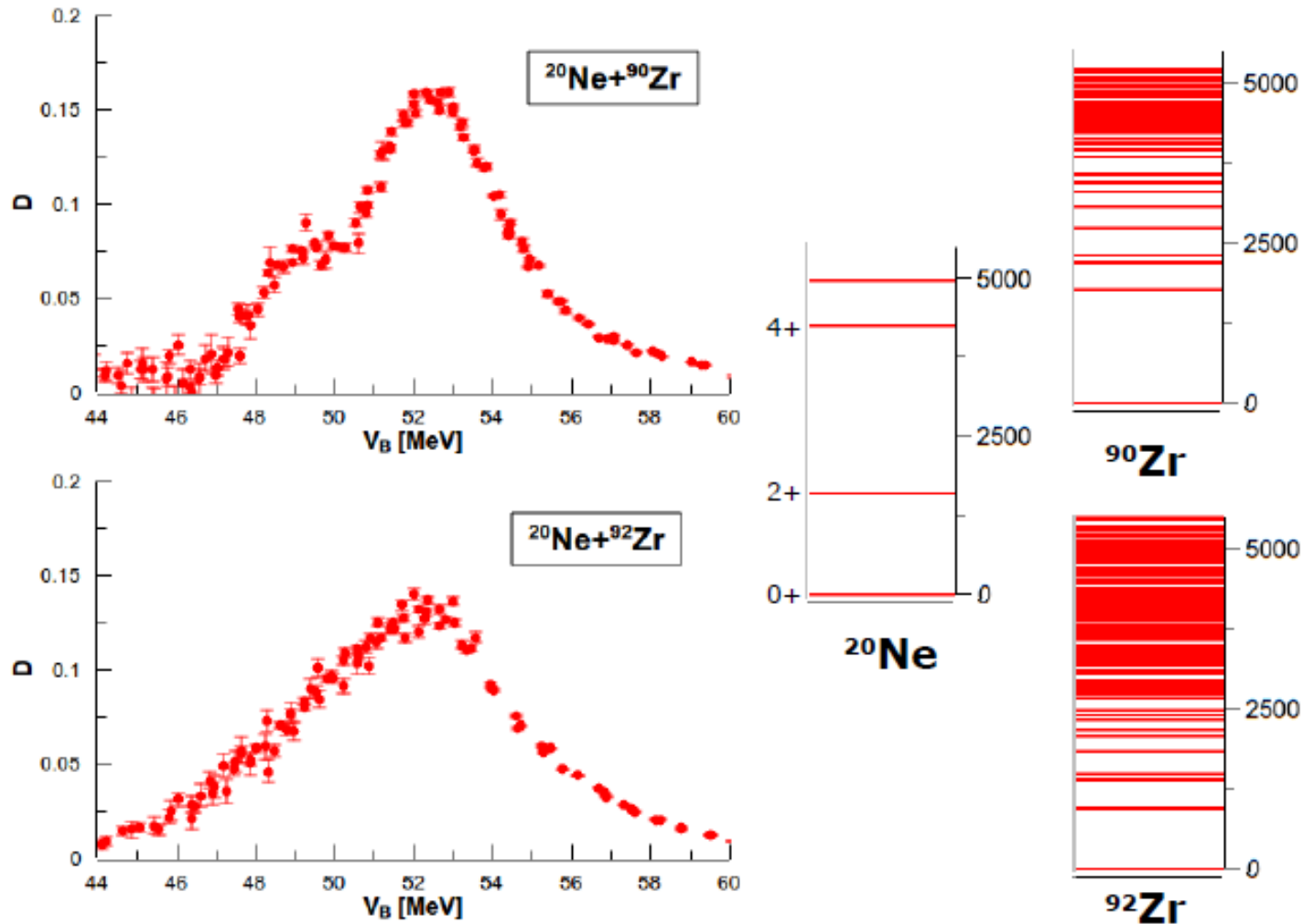
IGISOL



Fundamental research

- Coulomb excitations
- **Life time measurements**
- K-isomers
- **Coulomb barrier distributions**
- Transfer reactions
- Exotic alpha-emitters
- Biology - surviving of irradiated cells
- Nano-dosimetry
- New radiopharmaceuticals

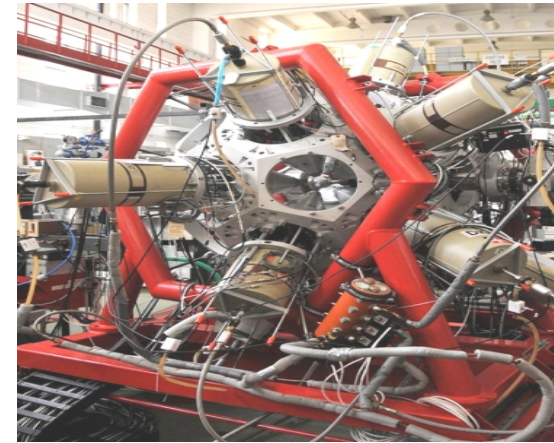
Coulomb barrier distribution depends on a structure of colliding nuclei



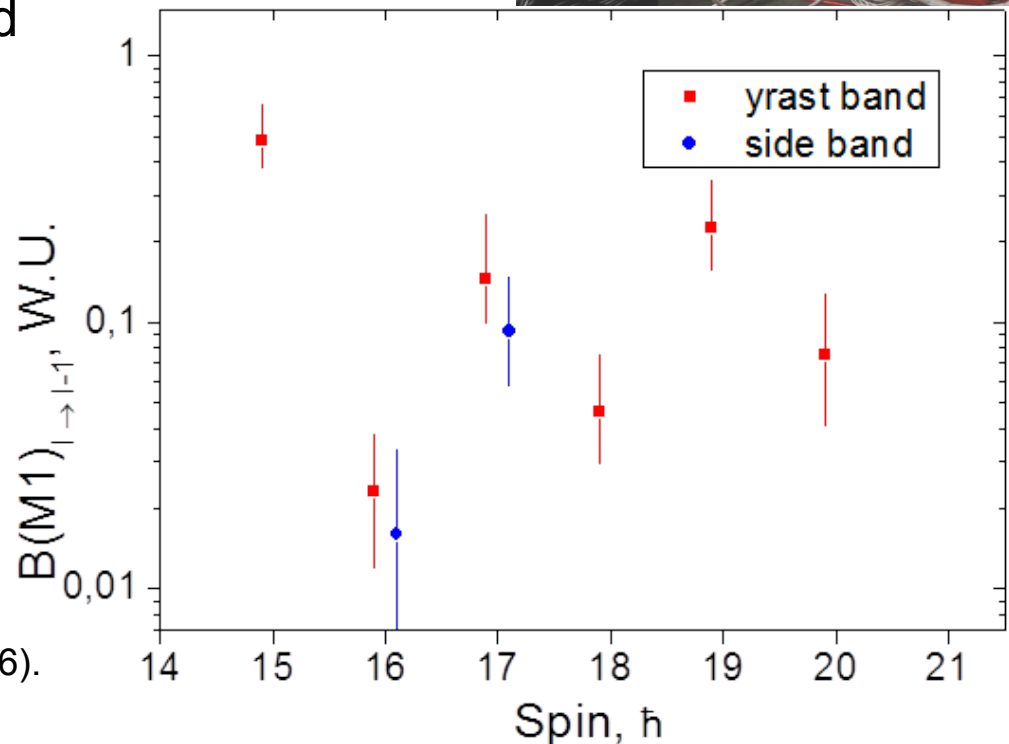
Recent papers: E. Piasecki et al. PRC 85 (2012) 054604 and 054608

Spontaneous chiral symmetry breaking in ^{124}Cs

- Experiment - EAGLE [1] array.
- DSA method measurement leading to B(M1) and B(E2) determination.
- Spontaneous chiral symmetry breaking [2] is proven if one can see two rotational bands (chiral partner bands) with similar reduced transition probabilities, (B(M1) and B(E2)).



Preliminary results for ^{124}Cs
- B(M1) in partner bands.



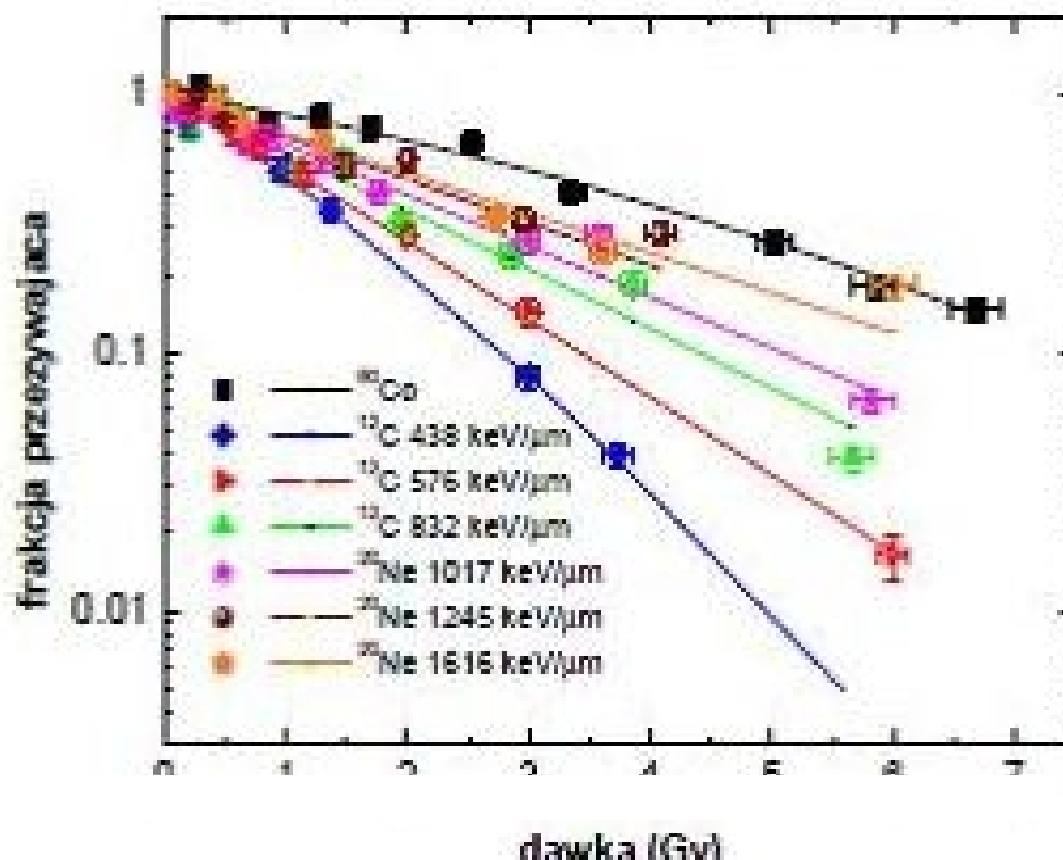
[1] J. Mierzejewski et al., NIM A 659, 84 (2011).

[2] E. Grodner et al., Eur. Phys. J A27, 325 (2006).

Experymenty biologiczne

TEST PRZEŻYWALNOŚCI

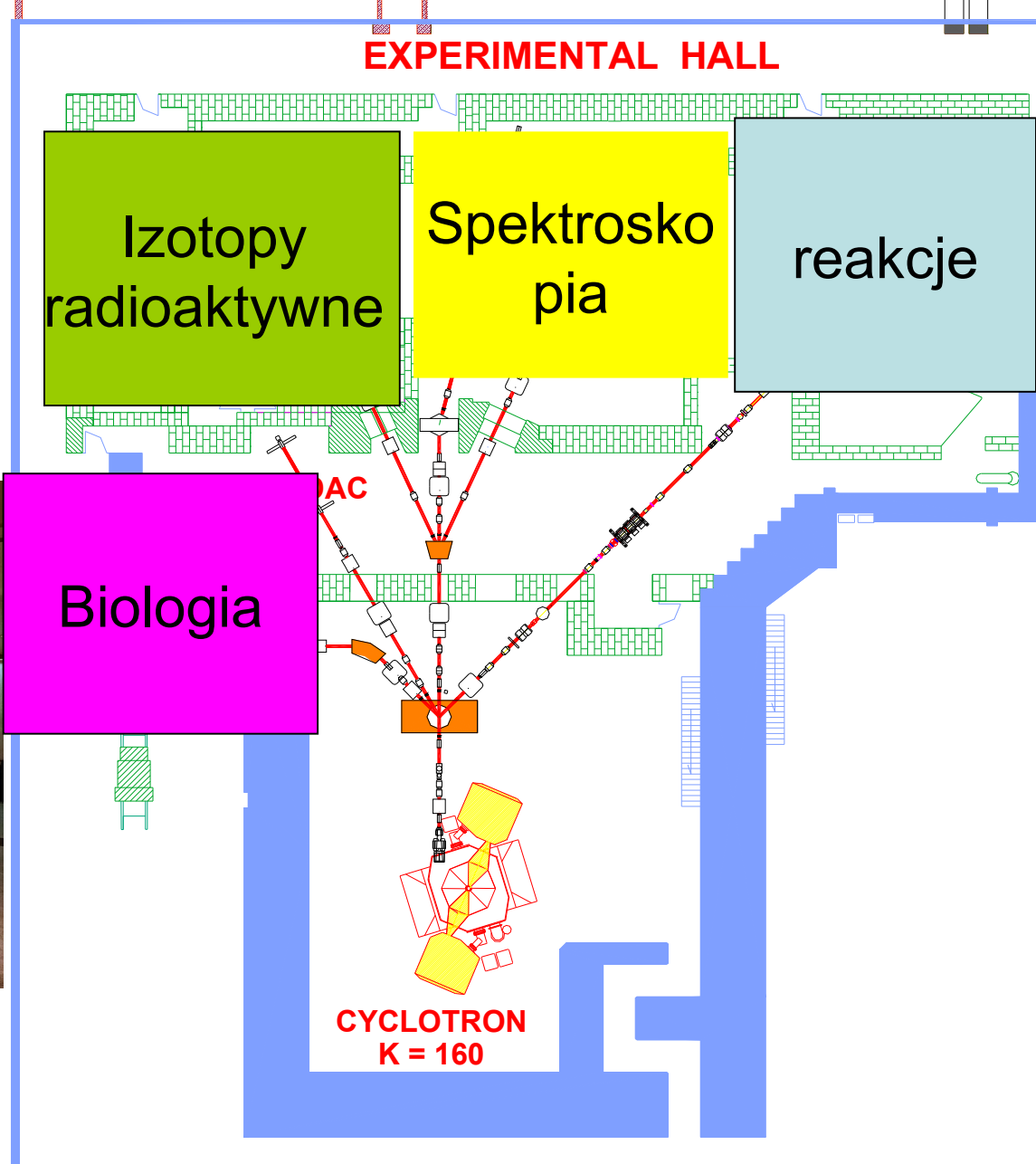
- Cel: określenie przeżycia komórek po zaabsorbowaniu dawki promieniowania



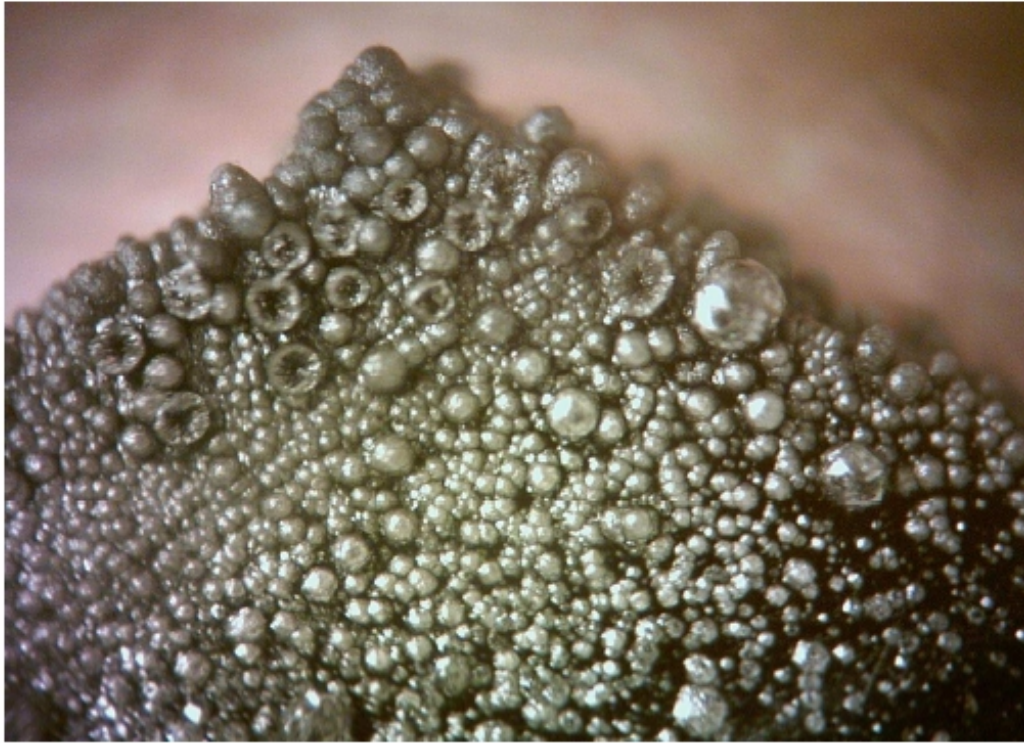


Energie 2 ÷ 10 MeV/A

Jony He ÷ Xe



Detektory (dr hab. A. Kordyasz)

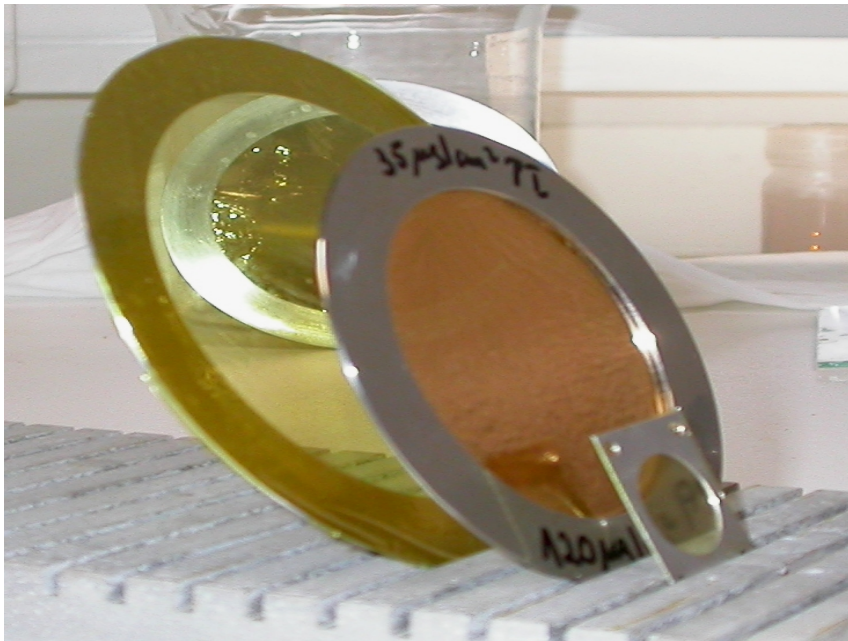


Pracownia tarcz

dr Anna Stolarz

Przewodnicząca *International Nuclear Target Development Society*

www.intds.org



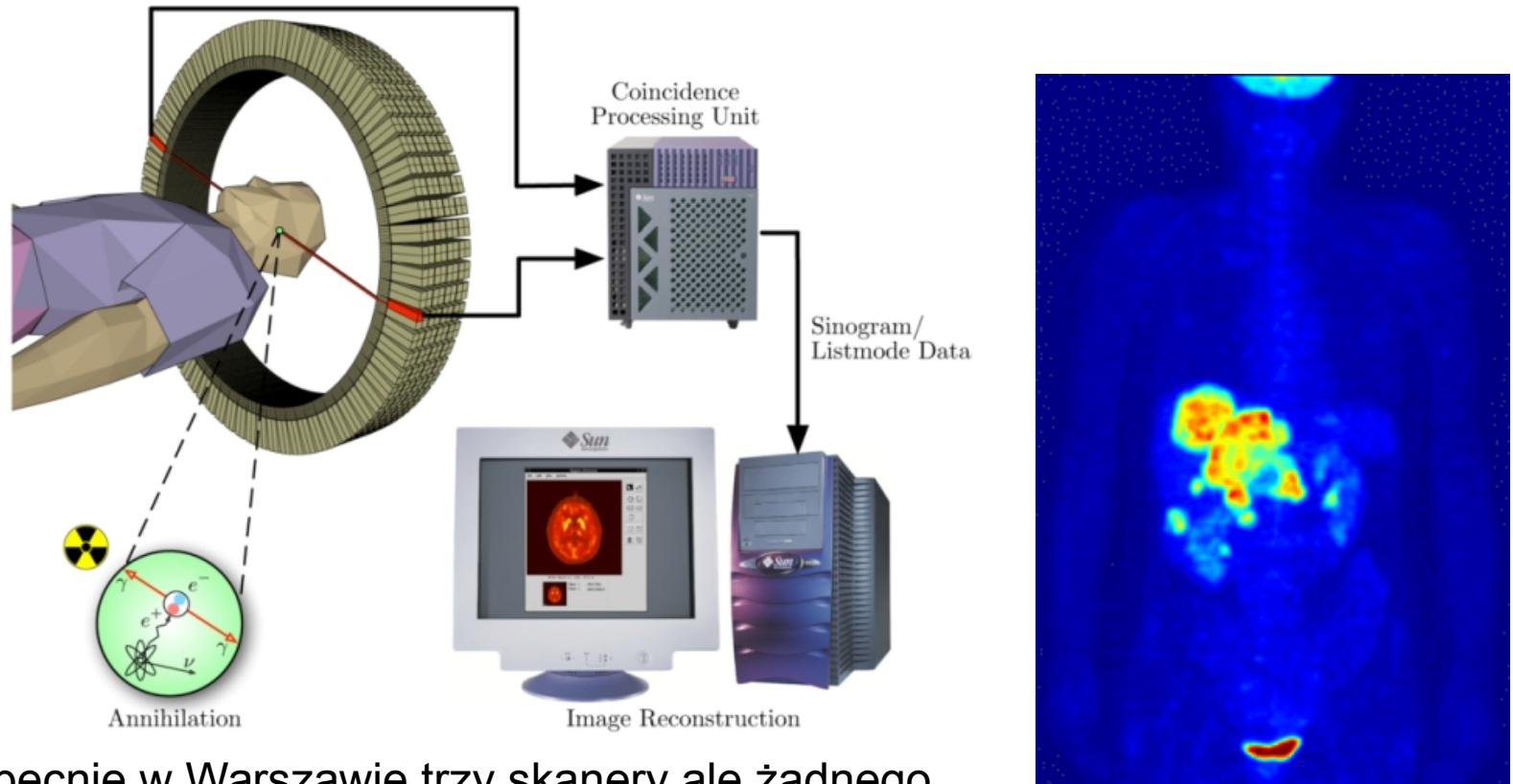
polyimide ($C_{22}H_{10}N_2O_4$)_n

Znakomite właściwości mechaniczne
Wysoka odporność chemiczna i
termiczna a także stabilność
właściwości w czasie
Względnie wysoka odporność na
promieniowanie jądrowe
Niska stała dielektryczna (~2.8)

Tomografia PET

(positron emitting tomography)

- W latach 80 i 90 głównie przedmiot badań podstawowych
- Od 2000: standardowa technika stosowana w dużych szpitalach EU do diagnozy raka



Obecnie w Warszawie trzy skanery ale żadnego producenta radiofarmaceutyków

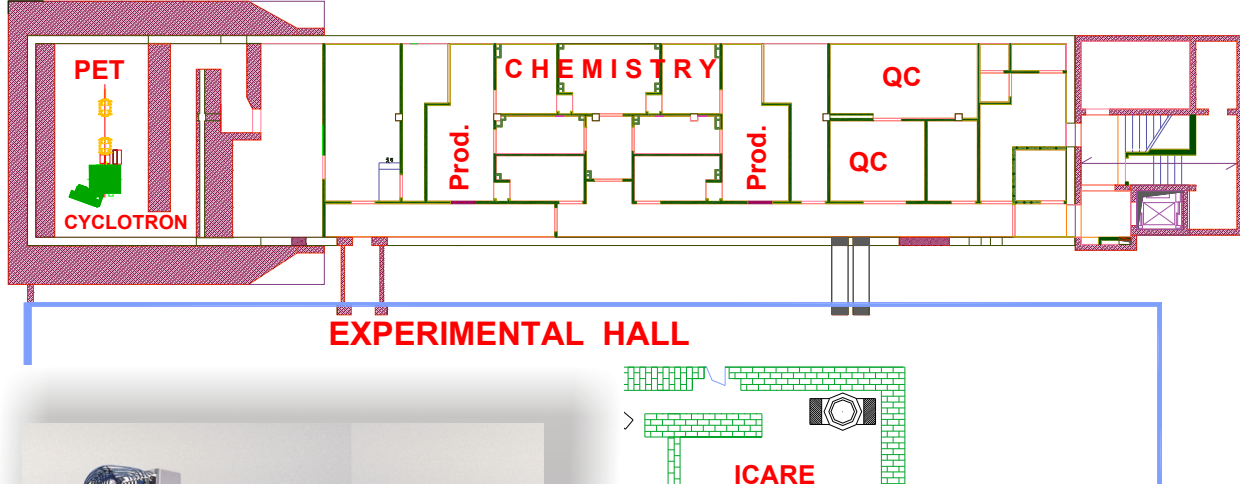
Stosowane izotopy

Nuclid	$T_{1/2}$ (min)	E_{\max} (MeV)	Range y (mm)	Target	Reaction
^{18}F	109,7	0,635	0,2	^{18}O water Ne gas	$^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$ $^{20}\text{Ne}(d, \alpha)^{18}\text{F}$
^{11}C	20,4	0,96	0,4	N_2 - gas	$^{14}\text{N}(p,\alpha)^{11}\text{C}$
^{13}N	9,96	1,72	0,8	^{16}O water	$^{16}\text{O}(p,\alpha)^{13}\text{N}$ $^{12}\text{C}(d,n)^{13}\text{N}$
^{15}O	2,07	1,19	0,5	N_2 - gas	$^{14}\text{N}(d,n)^{15}\text{O}$
^{68}Ga	68,3	1,9	1,2		Generator (from ^{68}Ge)

Ośrodek badań i produkcji radiofarmaceutyków PET

p / d cyklotron
16/8 MeV
(General Electric)

> 75 μ A p
> 60 μ A d







Pierwszy szpital onkologiczny w Polsce

29.05.1932



Terapia przy pomocy izotopów α -radioaktywnych

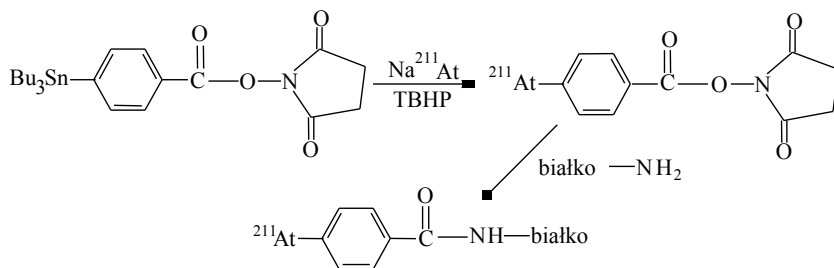
- Cząstki α silnie oddziałują z materią
- Mają mały zasięg – nie niszczą zdrowych komórek
- Terapia idealna dla małych nowotworów

α

^{211}At , ^{225}Ac , $^{212,213}\text{Bi}$, $^{223,224}\text{Ra}$, ^{212}Pb , ^{226}Th



produkcja
izotopu

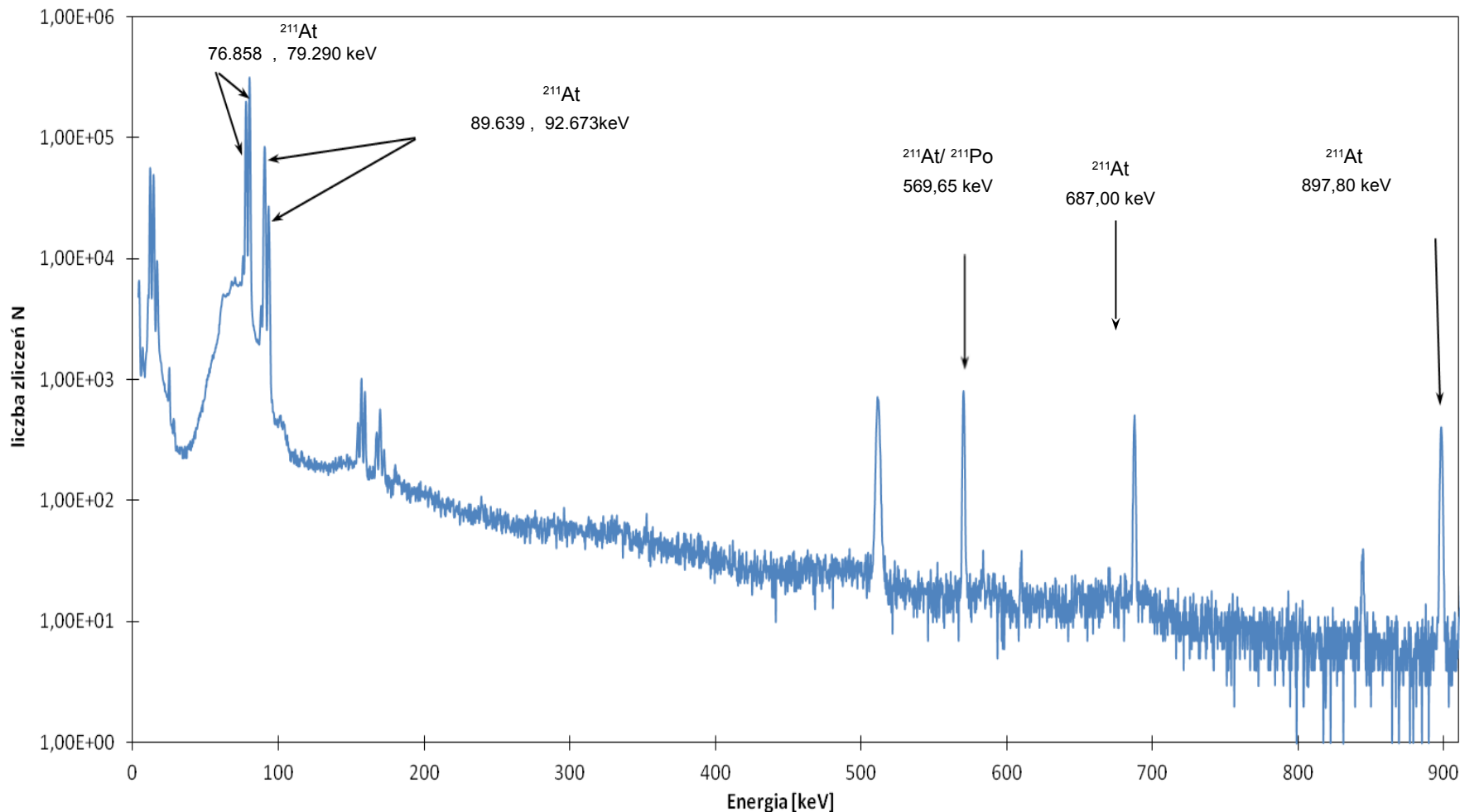


chemia

lek



Widmo promieniowania gamma z grubej tarczy Bi naświetlonej cząstkami α o energii 29 MeV (współpraca ŚLCJ – Zakład Fizyki Jądrowej UŚ)





Ogólnopolskie warsztaty Akceleracji i Zastosowań Ciężkich Jonów

- Pomysłodawca: prof. W. Nawrocik z UAM w Poznaniu
- Forma zajęć: sześć dni ćwiczeń praktycznych z wykorzystaniem aparatury ŚLCJ UW i uzupełniających wykładów z zakresu metod fizyki jądrowej
- Cele:
 - - uzupełnienie istniejącej oferty dydaktycznej z zakresu doświadczalnej fizyki jądrowej
 - promocja fizyki jądrowej wśród studentów
 - rozwój współpracy między uczelniami



Ogólnopolskie warsztaty Akceleracji i Zastosowań Ciężkich

Jonów

Forma zajęć: sześciodniowe warsztaty

- poranne wykłady – prezentacja metod doświadczalnej fizyki jądrowej i jej zastosowań (1-2h dziennie)
- zajęcia praktyczne – z wykorzystaniem aparatury badawczej zainstalowanej w ŚLCJ UW i wiązek z cyklotronu (6-8h dziennie)
 - praca w małych grupach (2-4 osoby)
 - zaplanowanie pomiaru, ew. wykonanie tarcz, zestawienie i kalibracja układu, analiza danych, prezentacja wyników
- prezentacje końcowe – dwudziestominutowe publiczne wystąpienia studentów na temat pomiarów i wyników każdej grupy

Edycja międzynarodowa

International Workshop
on Acceleration and Applications
of Heavy Ions

Uczelnie partnerskie:

- Uniwersytet Warszawski – koordynator
- Uniwersytet w Huelvie, Hiszpania
- Uniwersytet w Sofii, Bułgaria
- Uniwersytet w Akadiz, Turcja



- planowano przyjąć 7 studentów z każdej uczelni i po jednym wykładowcy zagranicznym
- finansowanie z programu ERASMUS może pokryć koszty podróży i utrzymania uczestników zagranicznych i koszty organizacyjne



**International Workshop
on Acceleration and Applications
of Heavy Ions**





Podsumowanie



Mamy w kraju ośrodek fizyki jądrowej o wysokim poziomie naukowym, włączony w europejską sieć podobnych instytucji.

W laboratorium uruchamiany jest program zastosowań fizyki jądrowej w medycynie – wkrótce będzie to jedyny w stolicy producent radiofarmaceutyków na potrzeby warszawskich szpitali jak również ośrodek badań nad radiofarmaceutykami.

www.slcj.uw.edu.pl

www.scholarpedia.org/article/Encyclopedia_of_nuclear_physics