

Wyprowadzanie wiązki neutronów epitermicznych z reaktora jądrowego MARIA

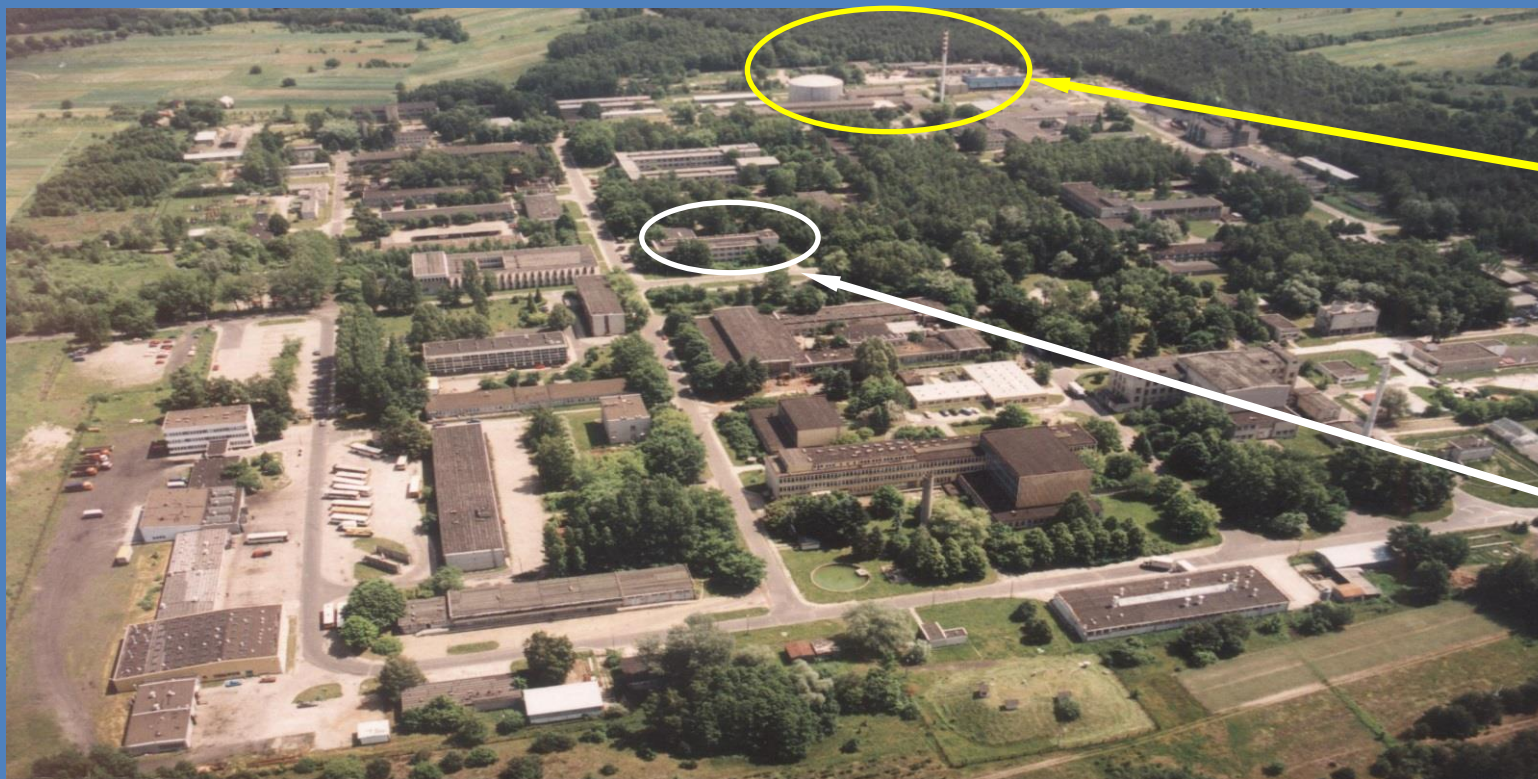


Wyprowadzanie wiązki neutronów epitermicznych z reaktora jądrowego MARIA



Dr inż. Michał A. Gryziński

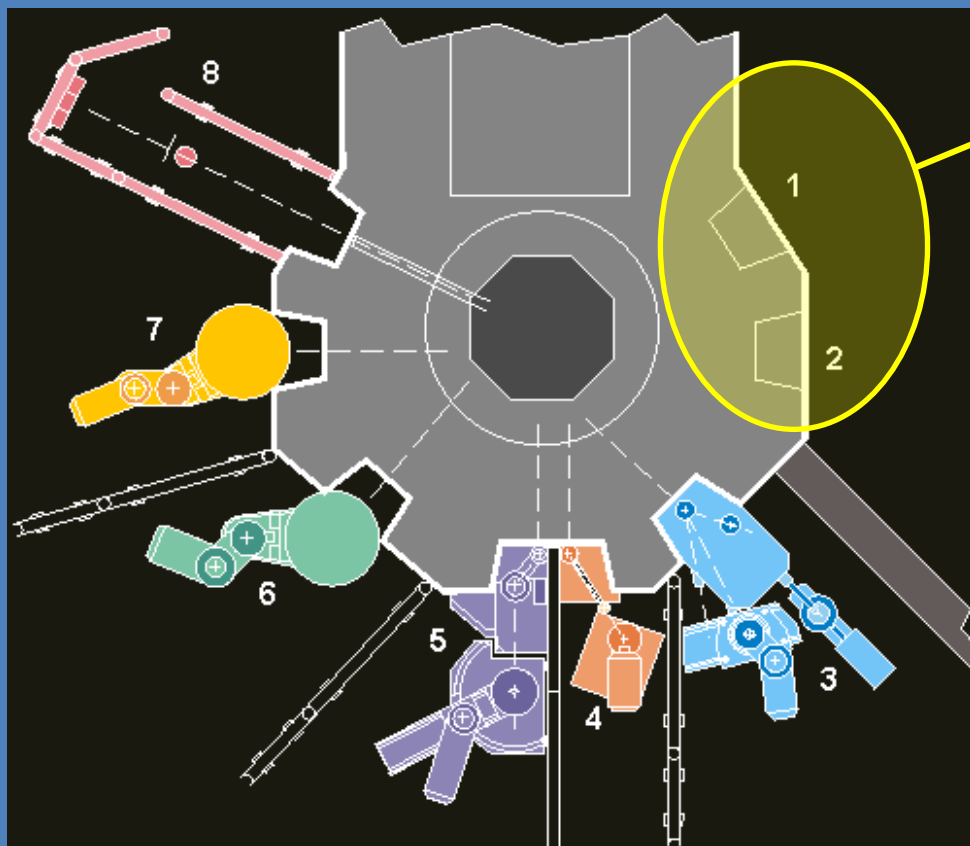
Narodowe Centrum Badań Jądrowych



Reaktor MARIA



*Pracownia
Dozymetrii
Promieniowania
Mieszanego*



Wiązki neutronów:

H2 – epitermicznych

H1 – termicznych

H3 – DYFRAKTOMETR I SPEKTOMETR
Z PODWOJONYM MONOCHROMETREM

H4 – SPEKTOMETR NISKOKATOWEGO ROZPROSZENIA

H5 – SPEKTOMETR SPOLARYZOWANYCH NEUTRONÓW

H6 – TRÓJOSIOWY SPEKTOMETR NEUTRONÓW

H7 – TRÓJOSIOWY SPEKTOMETR NEUTRONÓW

H8 – STANOWISKO RADIOGRAFII NEUTRONOWEJ

Neutrony w NCBJ

Kanał H2

Wiązka neutronów epitermicznych (100 eV – 10 keV);

/stanowisko gotowe – konieczne dopasowanie i montaż/

/bez filtra i moderatora wiązka neutronów prędkich do ok. 2 MeV/

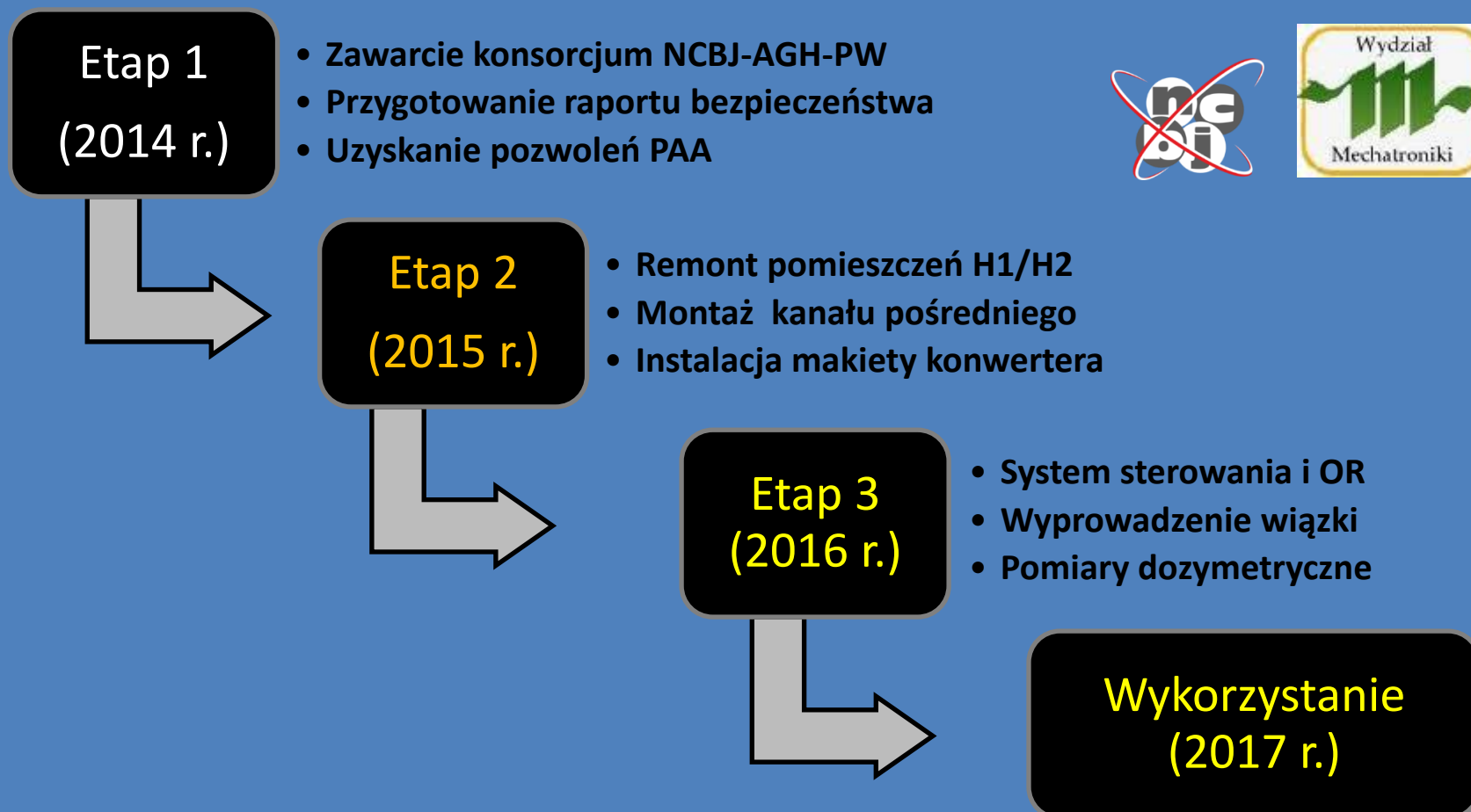
Kanał H1

Wiązka neutronów termicznych (~ eV);

/konieczne wykonanie systemu rozpraszania i system poczty/

Wiązki neutronowe w NCBJ





Stanowisko BNCT

☐ Badania związków boru☐ Szkoleniowe terapii BNCT☐ Planowanie terapii☐ Fantomy ciała☐ ...☐ ...

Radiobiologia

☐ Hodowle komórkowe☐ Pasożyty m.in. nicienie☐ Rośliny /uprawy/zboża☐ Myszy transgeniczne☐ ...☐ ...

Inne

☐ Transmutacja☐ Przyrządy dozymetryczne☐ Elektronika☐ Działa sztuki i archeologia☐ Materiały osłonne☐ ...

Komitet programowy

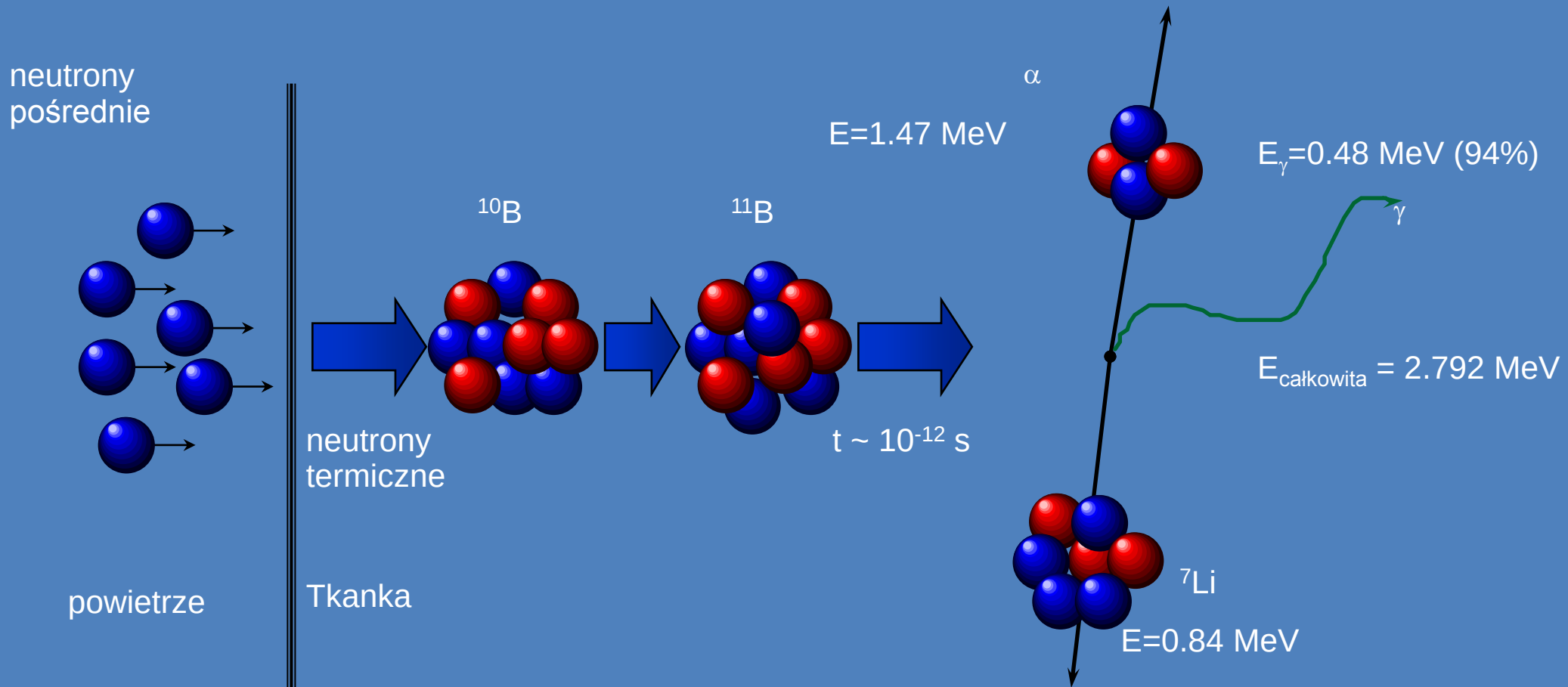
Lp.	Członek komitetu	Afiliacja
1	Dr inż. Michał A. Gryziński	Kierownik Pracowni Dozymetrii Promieniowania Mieszanego
2	Prof. Krzysztof Wieteska	Dyrektor NCBJ ds. ds. Infrastruktury Badawczej
3	Mgr inż. Grzegorz Krzysztoszek	Dyrektor reaktora MARIA
4	Dr hab. Krzysztof Kurek	Sekretarz naukowy NCBJ
5	Dr Krzysztof Pytel	Reaktor MARIA
6	Prof. Natalia Golnik	PW – Wydział Mechatroniki
7	<i>(nauki medyczne i biologiczne)</i>	AGH
8	<i>(nauki fizyczne)</i>	AGH
9	<i>(medycy)</i>	Warszawski Uniwersytet Medyczny
10	<i>(medycy)</i>	Centrum Onkologii

BNCT w NCBJ



Dlaczego BNCT?



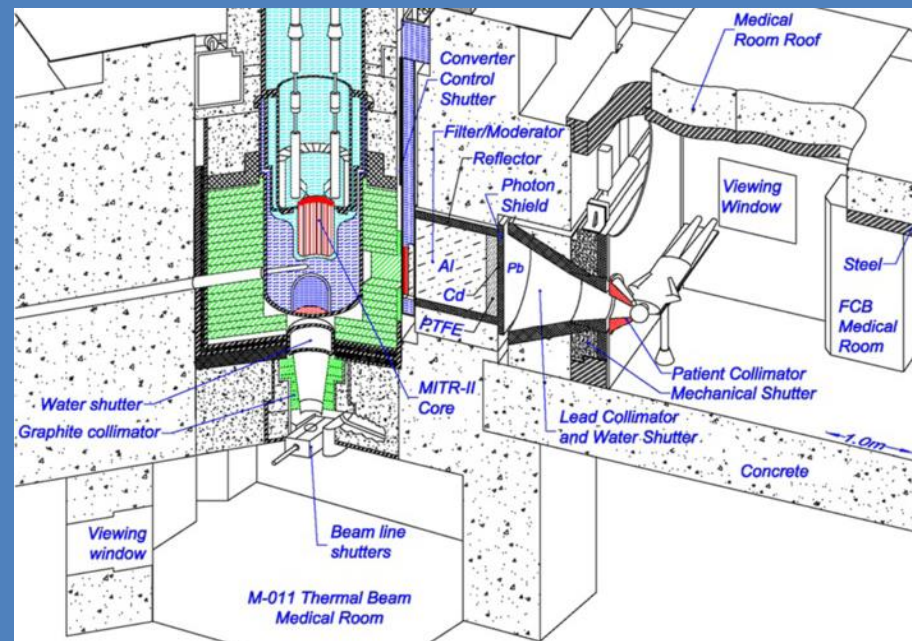
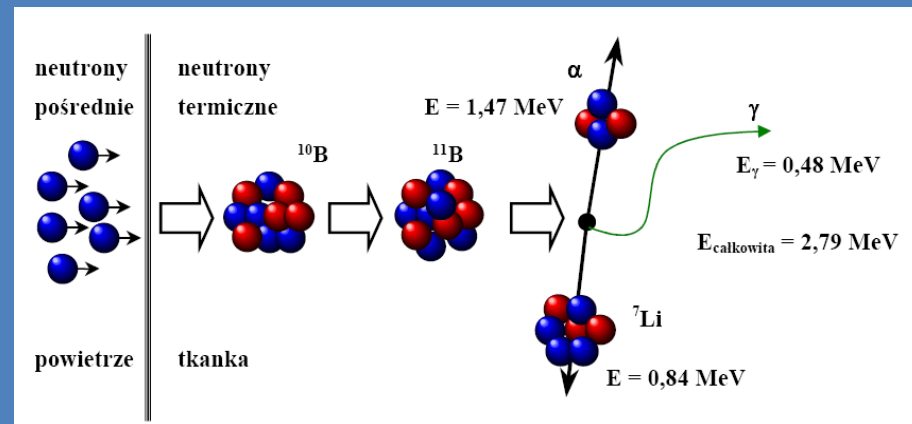


Sprawdzone w leczeniu:

- Glejaki wielopostaciowe
- Nawracające nowotwory szyi i karku
- Nowotwory okrężnicy
- Czerniak złośliwy

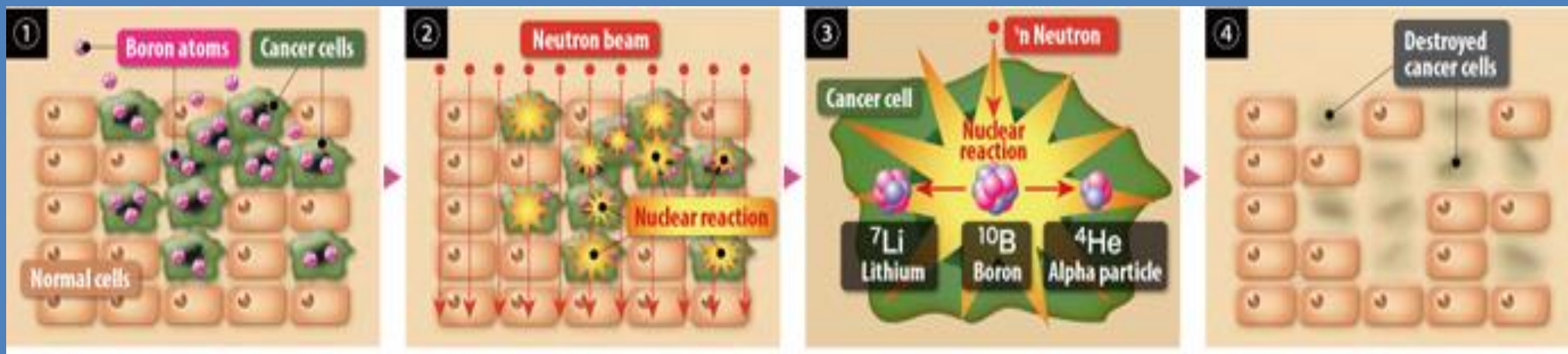
Badania kliniczne:

- Nowotwory wątroby, rak piersi

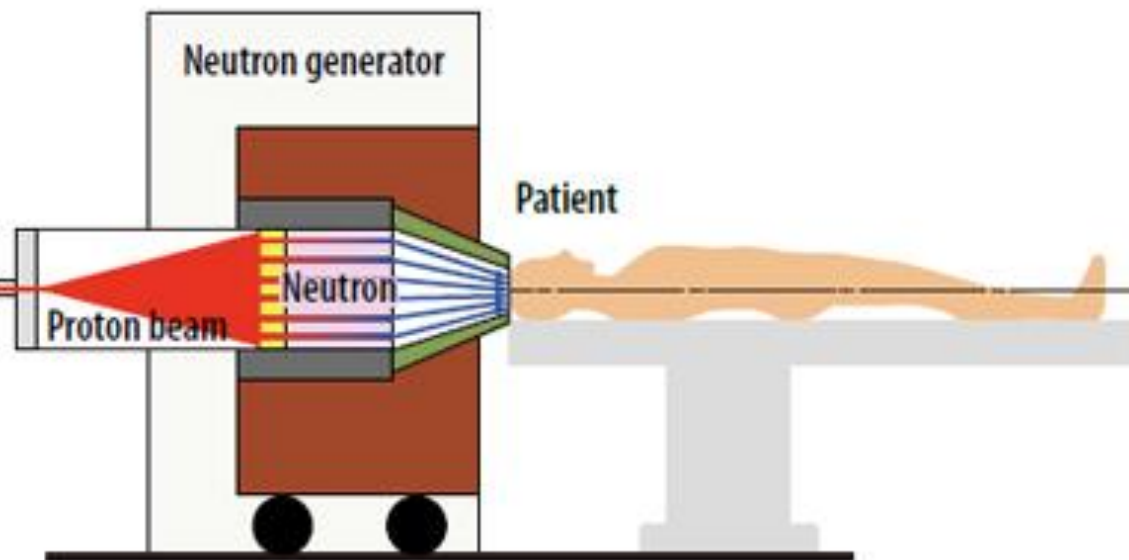
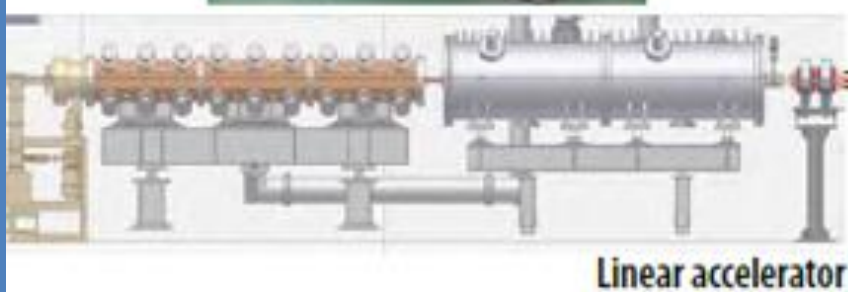


Dwuetapowy przebieg terapii

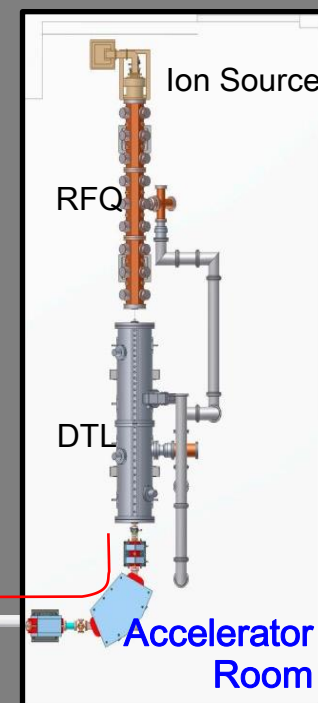
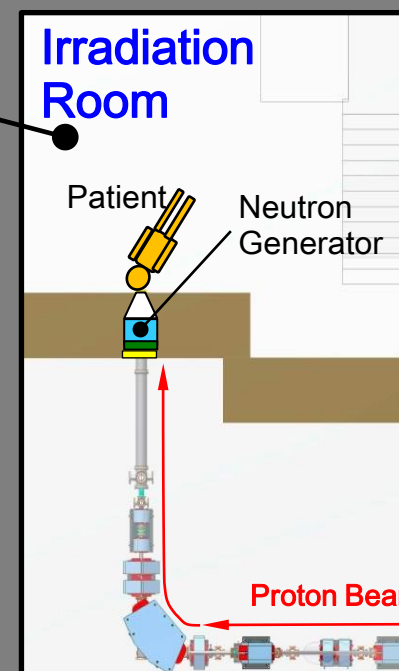
- Dostarczenie boru do komórek nowotworowych (ok. 2 godz.)
- Naświetlenie nowotworu epitermiczną wiązką neutronów (40-120 min)



BNCT w 2016 w szpitalach...



Accelerated proton beams from the linear accelerator react with beryllium in the neutron generator and emit neutrons. The low-energy neutrons are irradiated at the malignancy.



Tsukuba-sogotokku w Japonii

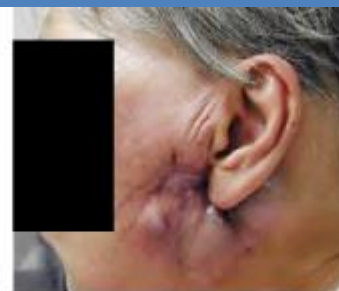


Efekty...



Before BNCT

Cancer grew aggressively, rupturing the skin and emerging outside.



After BNCT

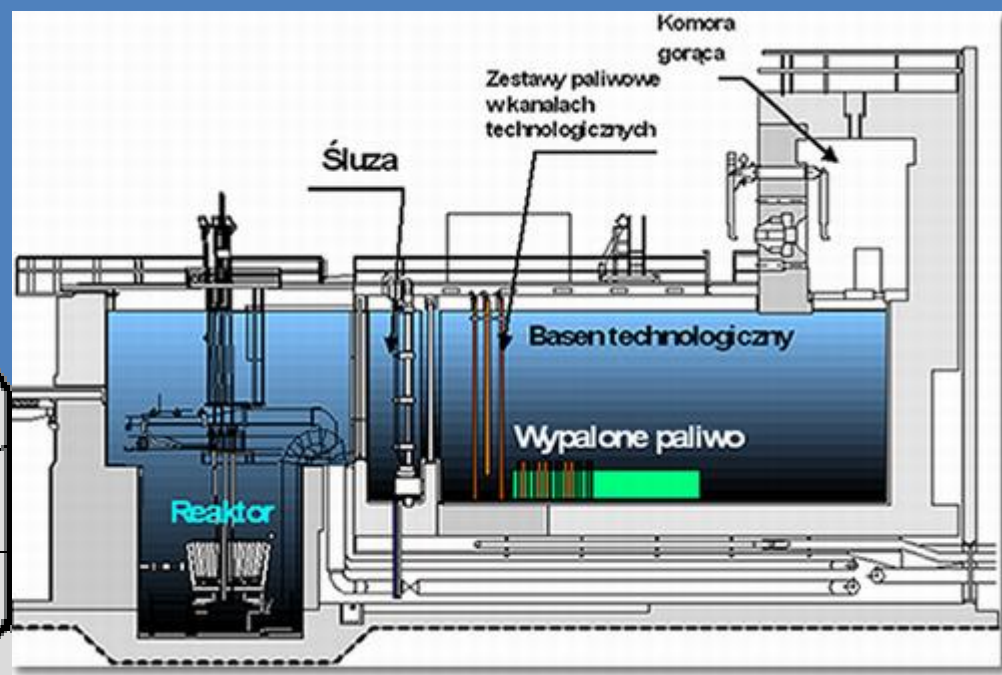
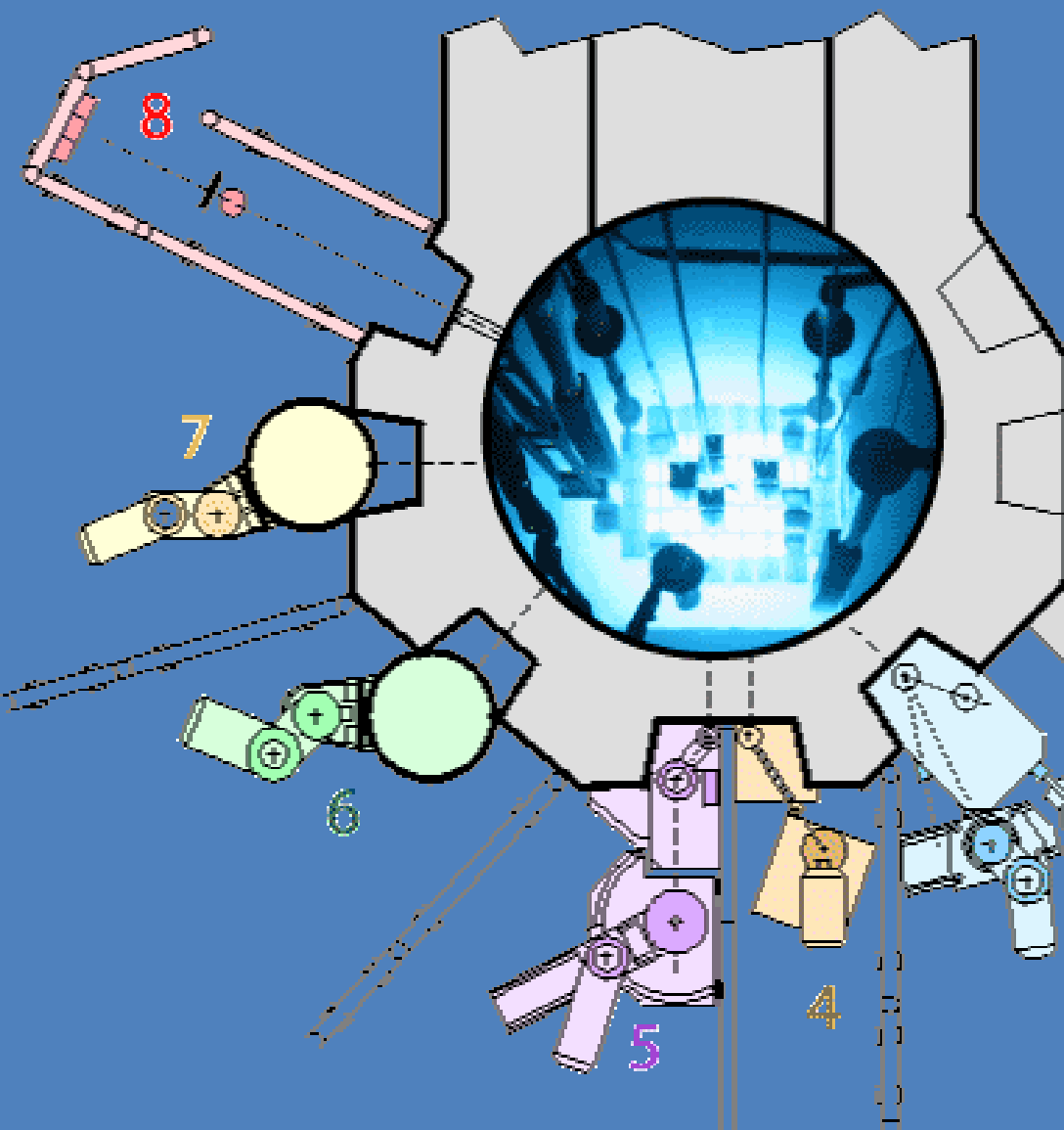
The tumor disappeared almost entirely. High quality of life (QOL) was achieved.

Head and neck cancer

Photo courtesy of
Osaka University

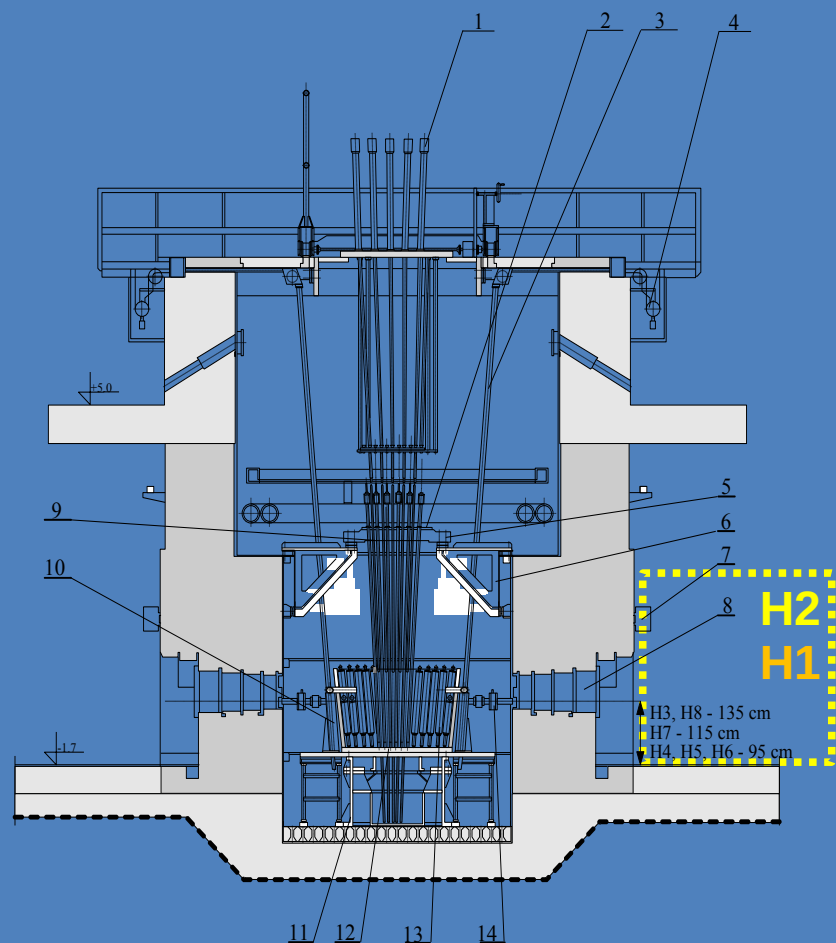
Location	Source	Active period	Patients	Clinical status	Clinical Studies	Indication	Energy	Research area	Treatment planning
JP, Kumatori (KURRI)	KUR 5MW	-2006, since 2010	>200	active	y	GBM, lung, liver	Thermal to epithermal	Accelerator	SERA
TW Hsinchu	TRIGA	2010-	>10	active	y		epithermal	clinical	own
AR, Bariloche	RA-6 2009: 1 MW > 1 MW expected	2003-2007 2014-	7	active	y	Cutaneous MM	hyper-thermal	ex-vivo irradiation, imaging	NCTPlan v. 1.3.0
CZ, Rez	LVR-15 10 MW	-2002	5	stopped	y	GBM	epithermal	biological	-
FI, Otaniemi/Espoo	FiR-1 250 kW	1999 -2011	>250	stopped	y	H&N, Glioma Meningioma	epithermal	clinical	SERA
IT, Pavia	250 kW	2001-2003	2	stopped	-	Liver	thermal	ex-vivo irradiation	MCNP (?)
JP, Tsukuba/Ibaraki (JAEA)	JRR4 3.5 MW	- 2011	>200	stopped	y	H&N, GBM MM	Thermal, epithermal	-	JCDS
NL, Petten	HFR 45 MW	-2005 (?)	few	stopped	y	GBM	epithermal	-	?
SE, Studsvik	R2-0 1 MW	- 2005	few	closed	y	GBM	epithermal	-	?

Nowe obiekty na ukończeniu: Argentyna, Rosja ,Chiny

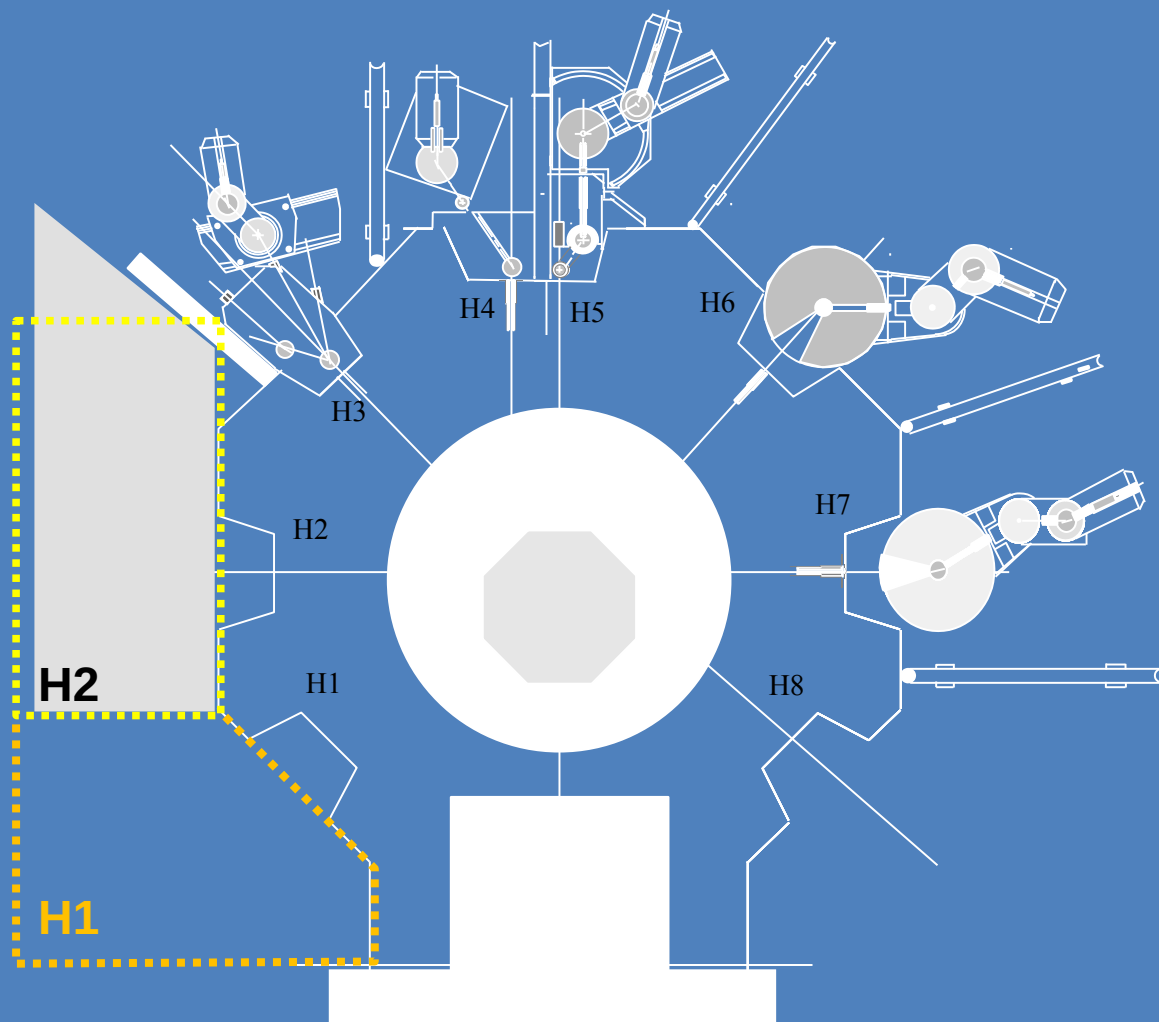


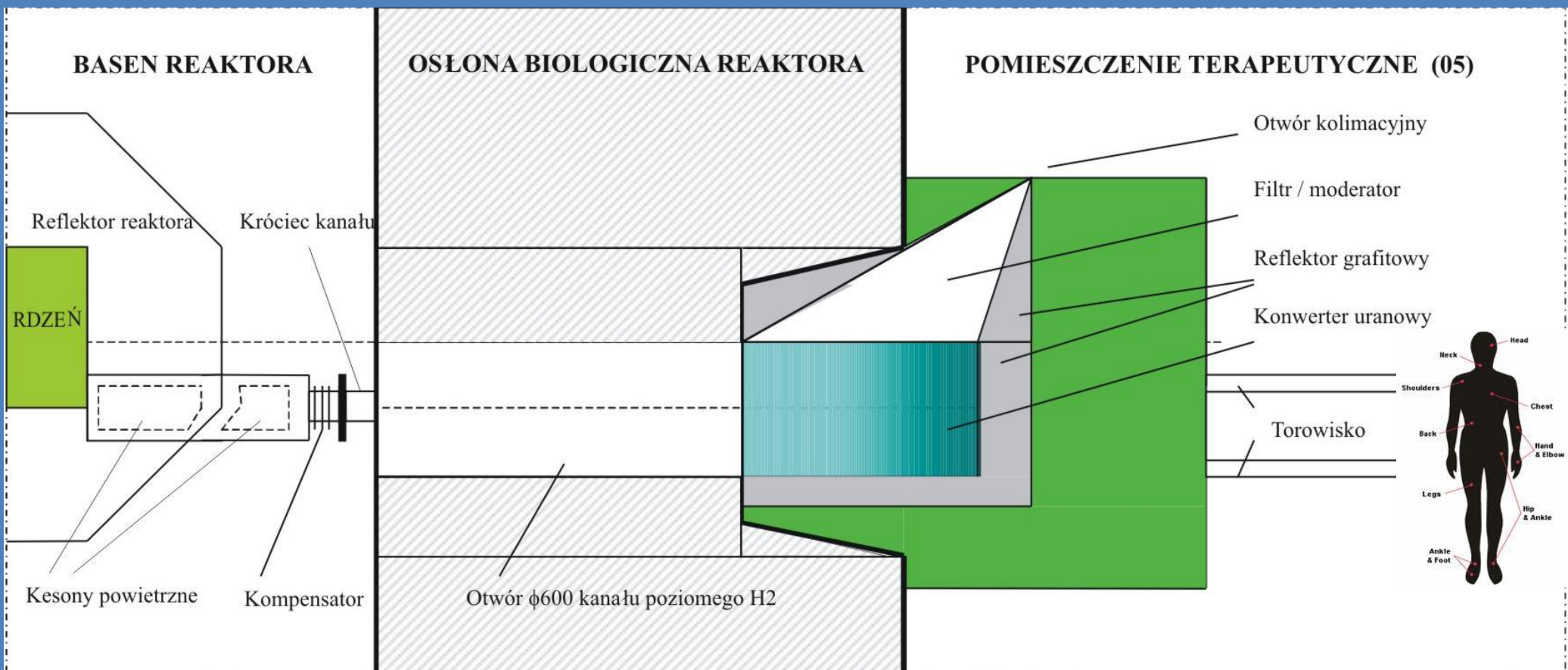
Molibden
Radiografia
Produkcja radioizotopów
Badania materiałowe

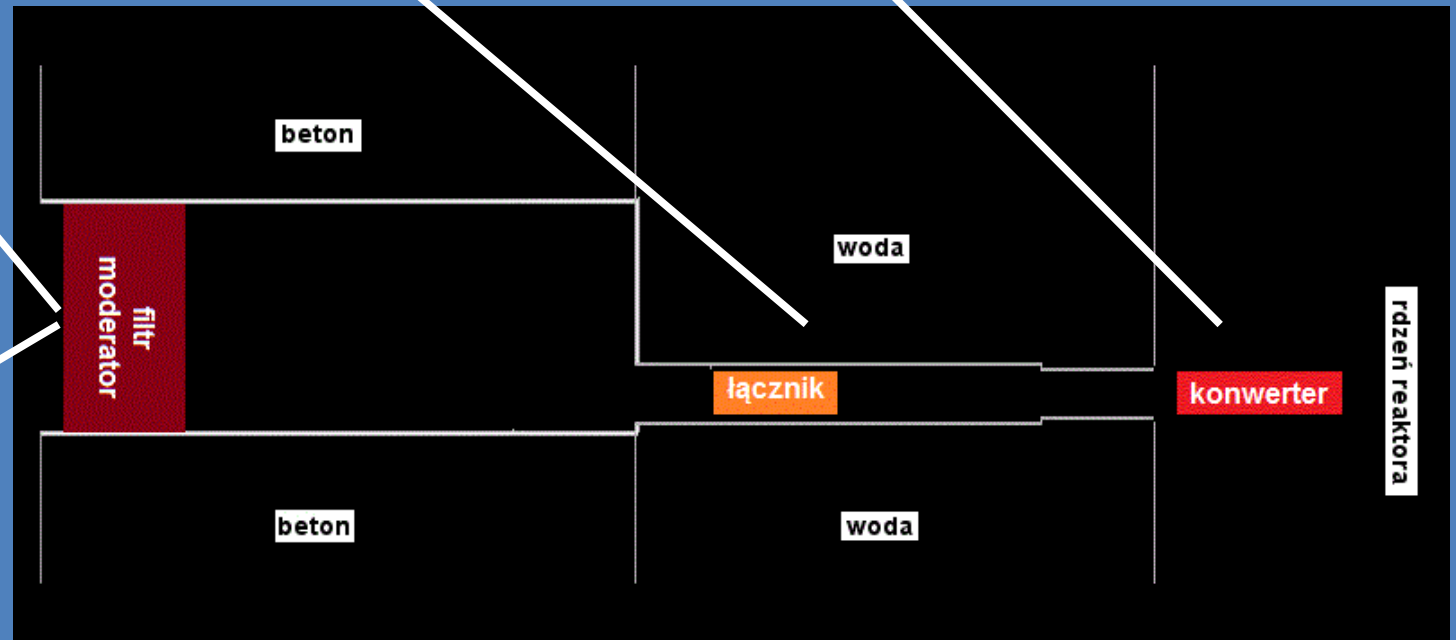
Kanał H1 i H2



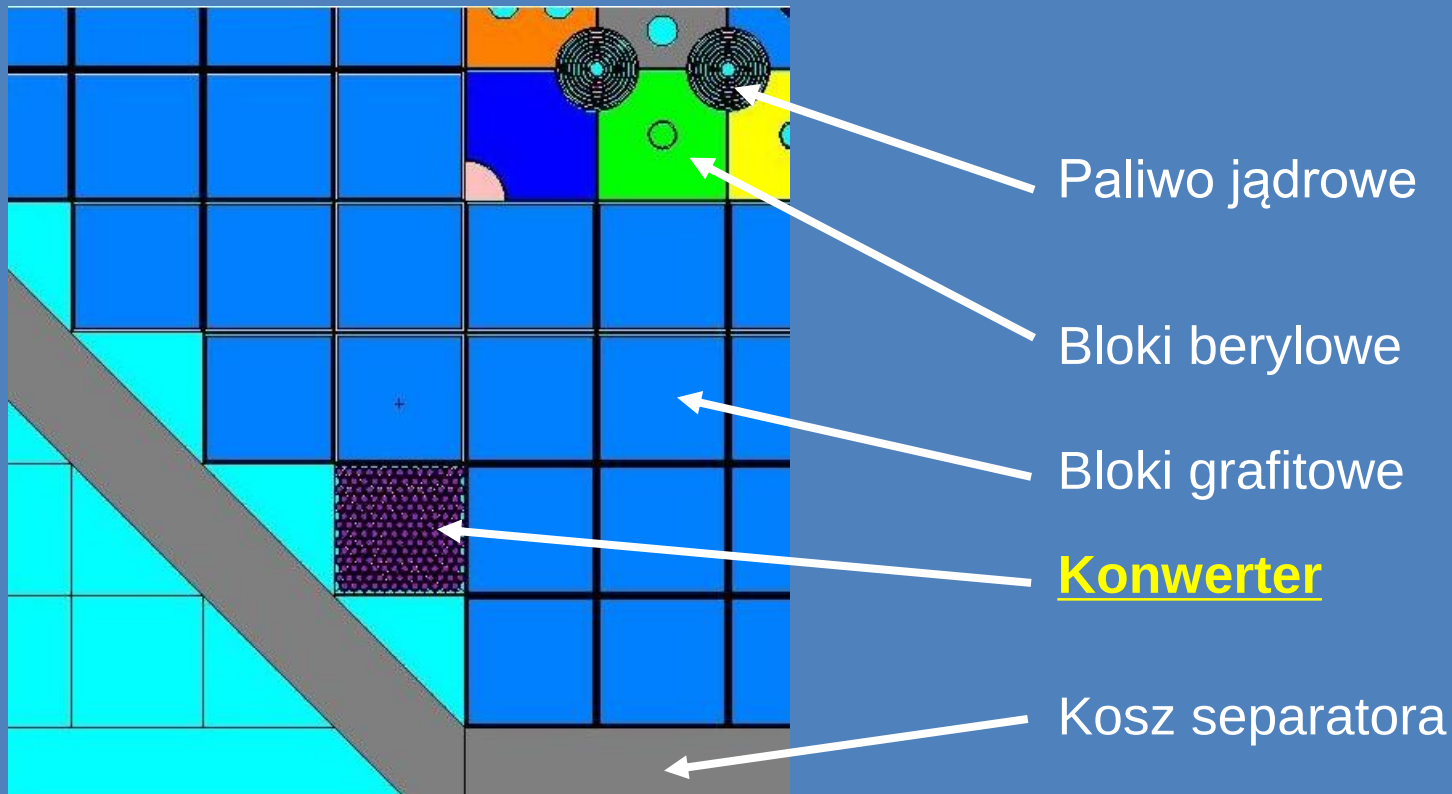
- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. control rod drive mechanism | 8. beam tube shutter |
| 2. mounting plate | 9. fuel channel |
| 3. ionization chamber channel | 10. ionization chambers shield |
| 4. ionization chamber drive mechanism | 11. core and support structure |
| 5. fuel and loop channels support plate | 12. core and reflector support plate |
| 6. plate support console | 13. reflector blocks |
| 7. horizontal beam tube shutter drive mechanism | 14. beam tube compensator joint |

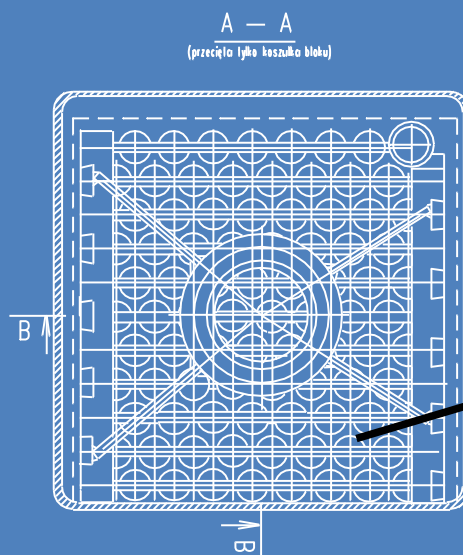
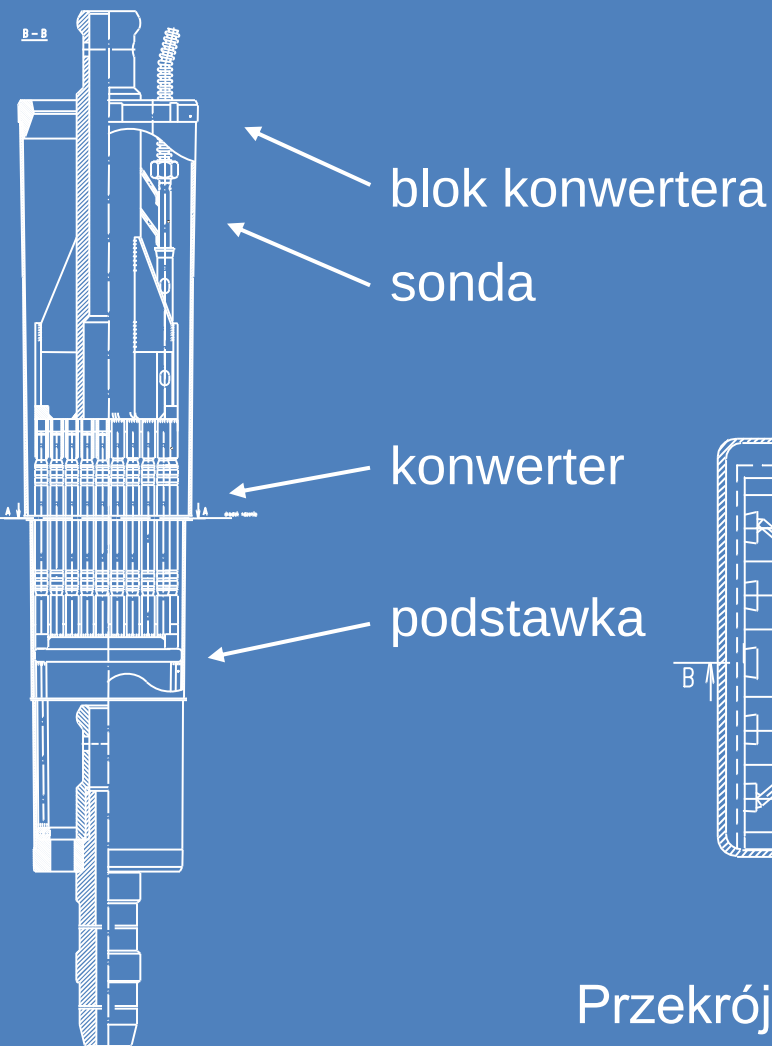




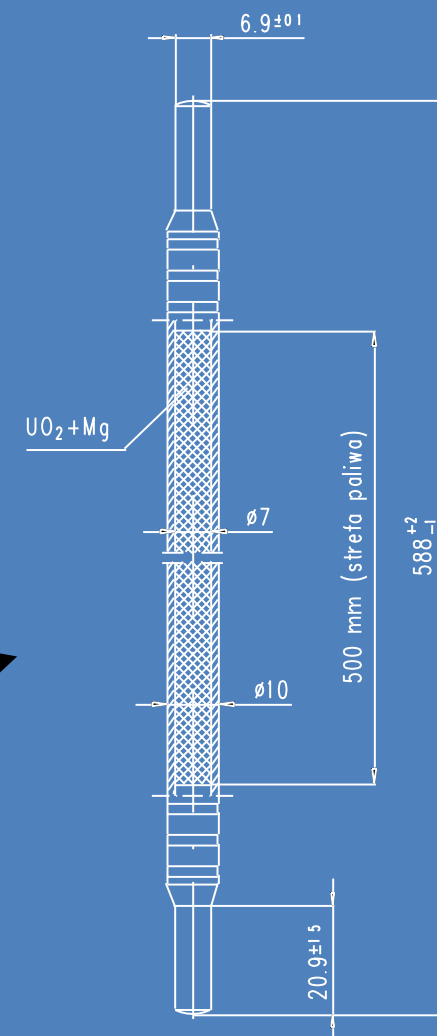


Konwerter – symulacje MC
Pozostał montaż fizyczny

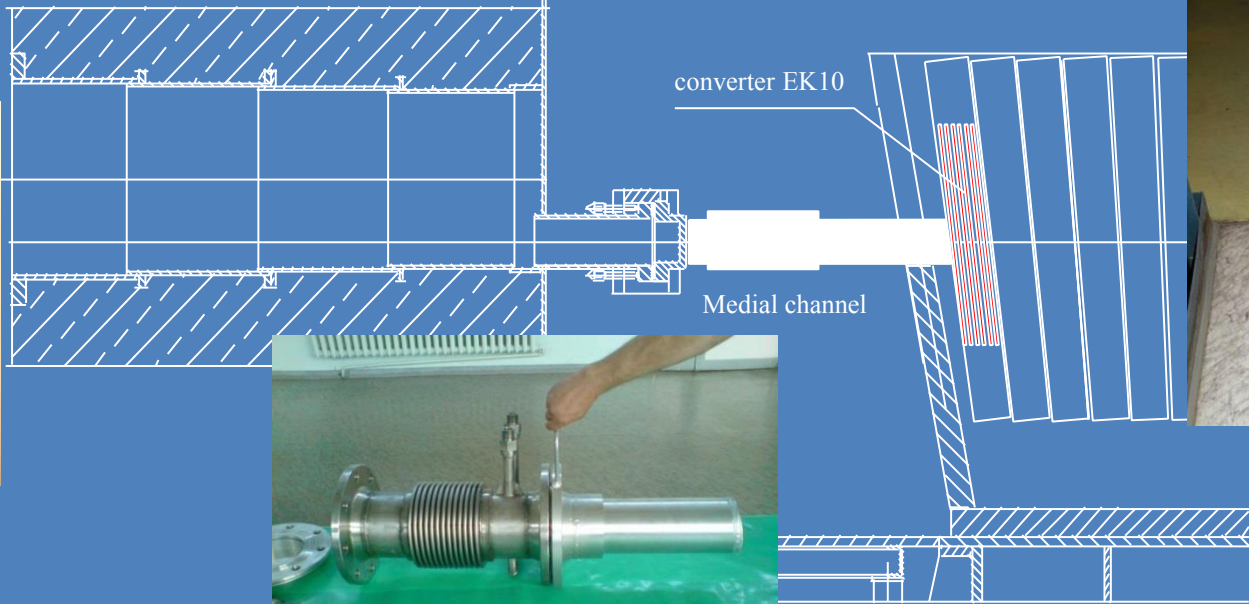




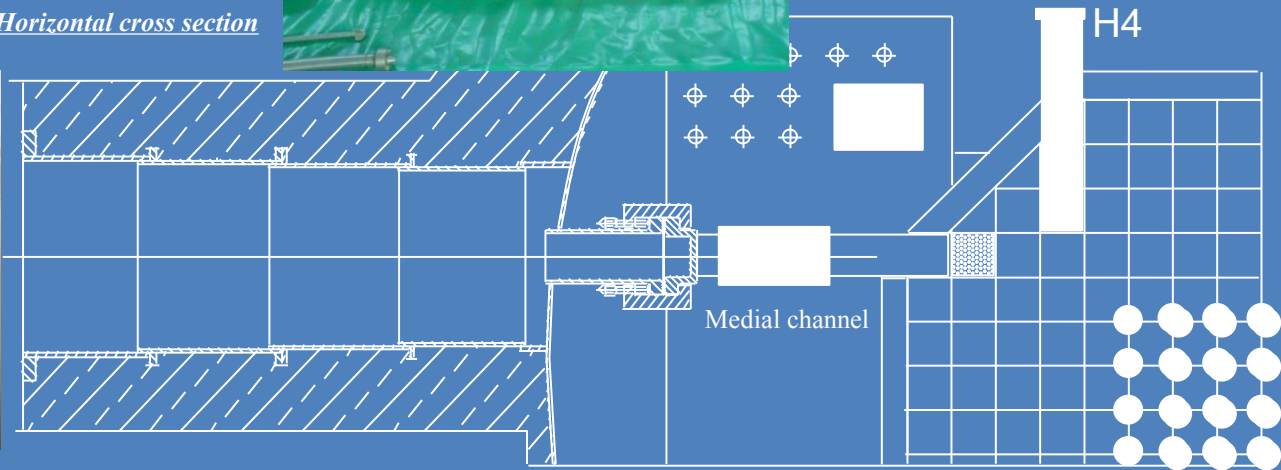
Przekrój przez konwerter

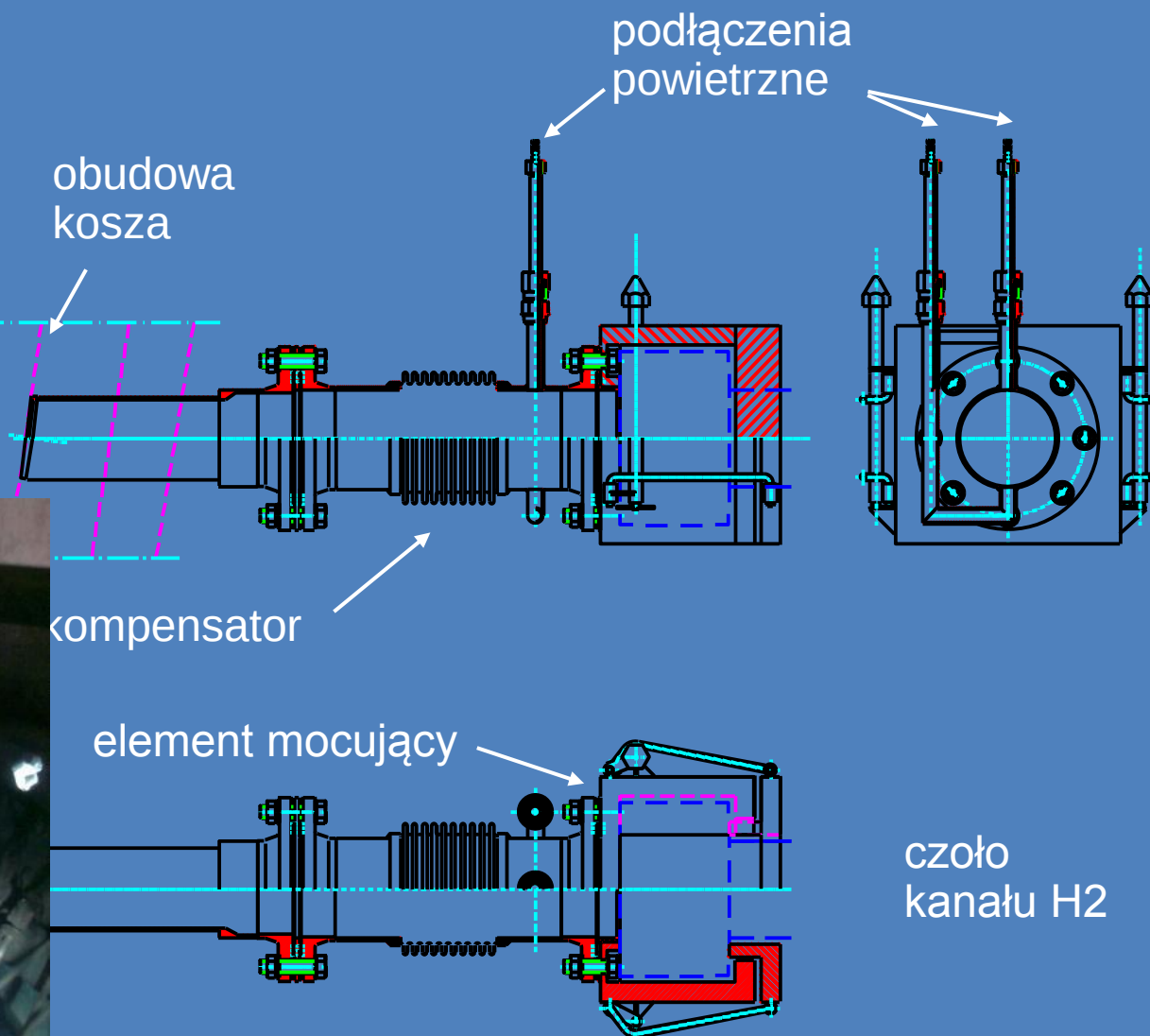
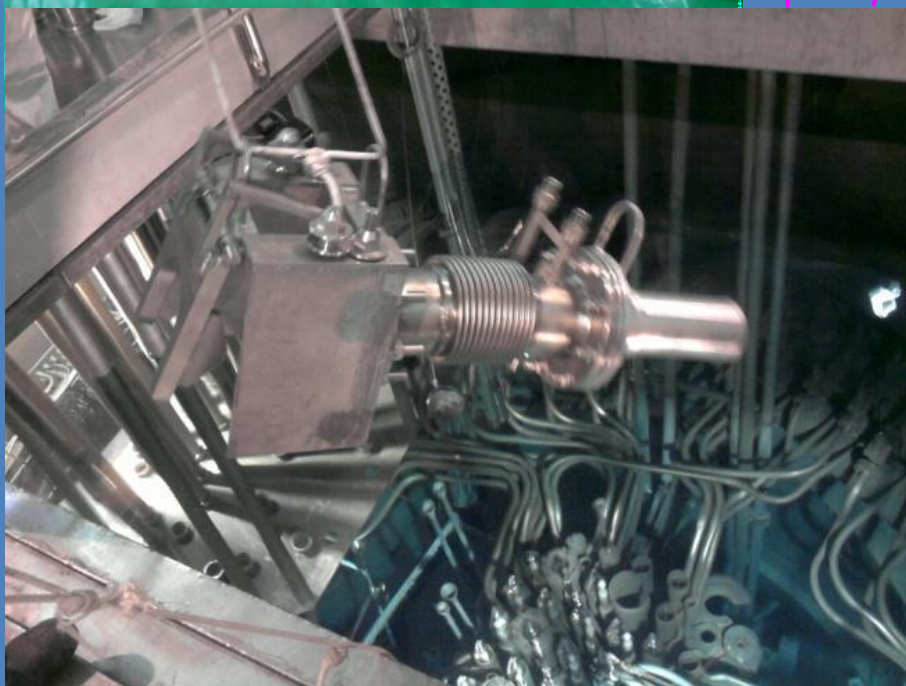


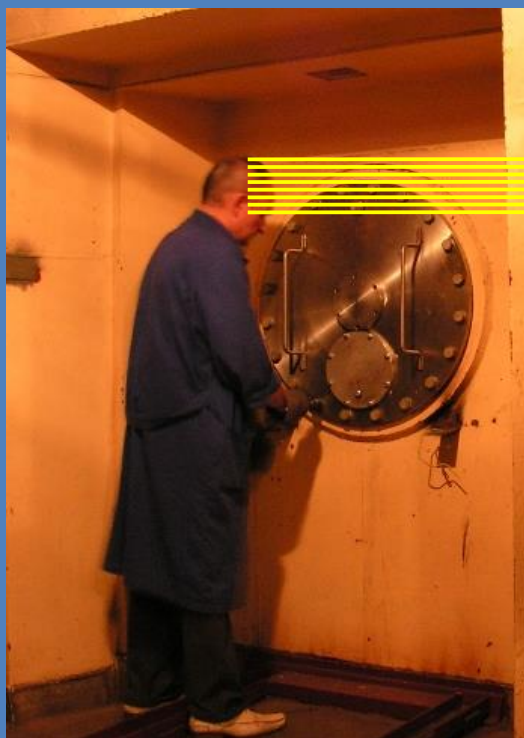
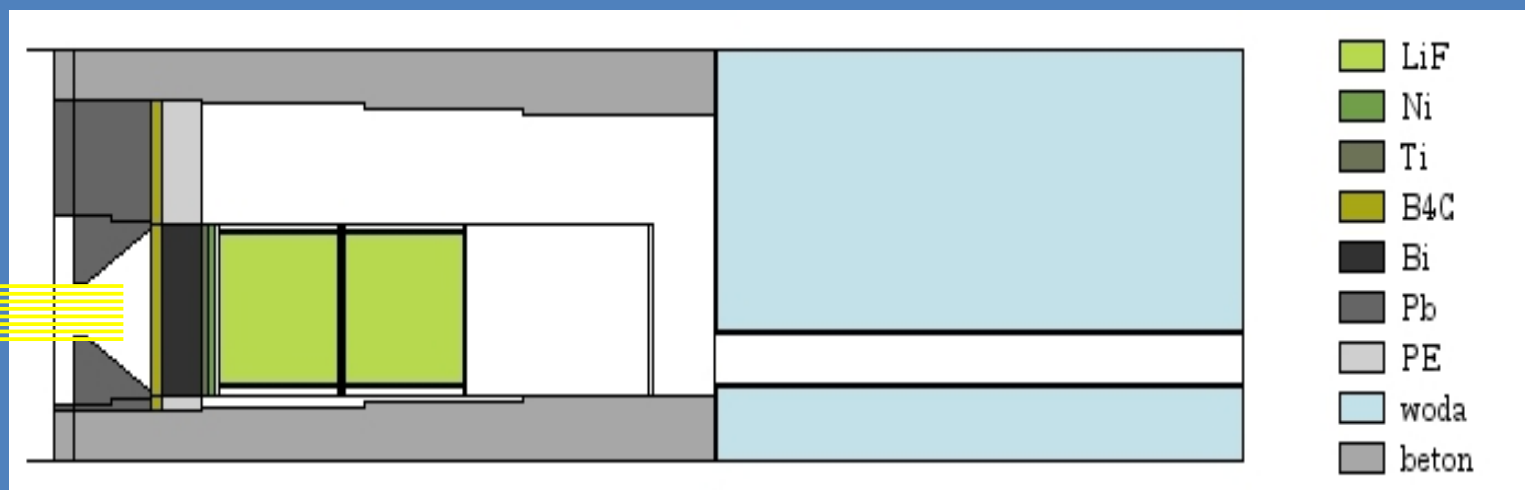
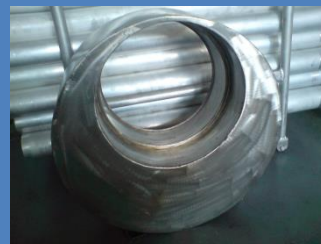
Vertical cross section



Horizontal cross section





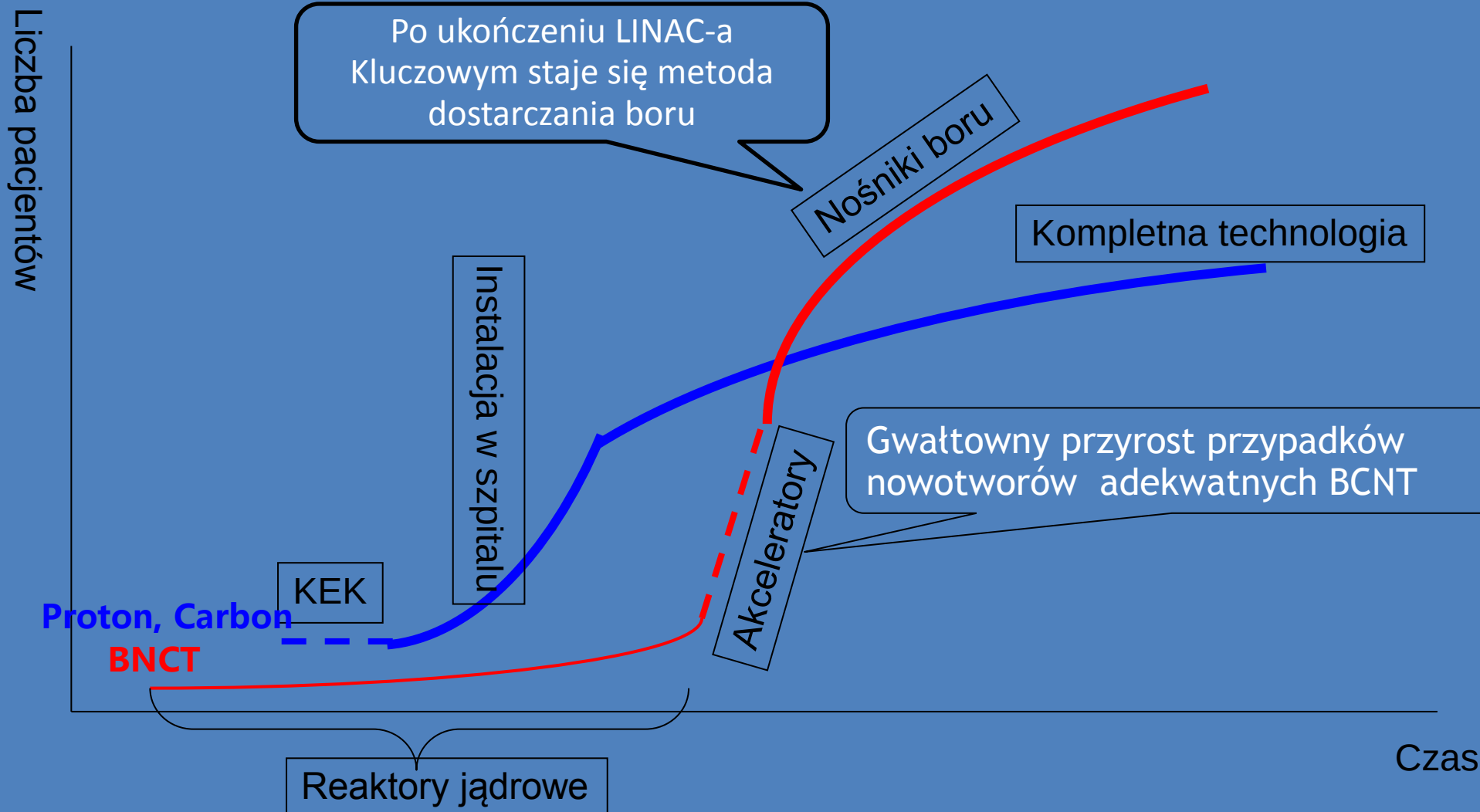


Filtr / moderator

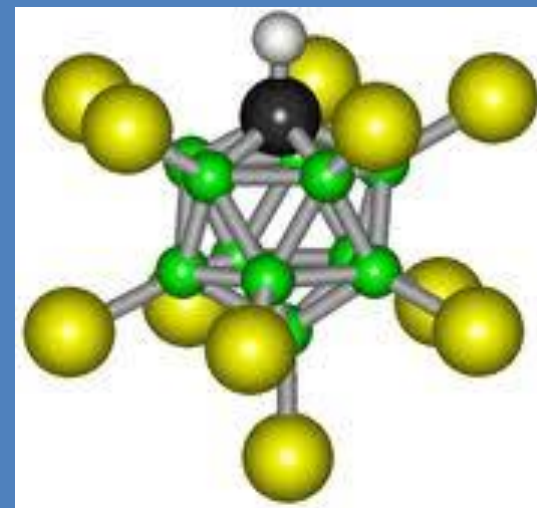
Renesans BNCT

2012-2014	powołanie zespołu badawczego szkolenie zespołu i nawiązywanie współpracy
2015-2016	wyprowadzenie wiązki epitermicznej wyprowadzenie wiązki termicznej dozymetria wiązek
2016-2018	badania wstępne (materiał biologiczny oraz zwierzęta) kontakty z lekarzami i fizykami medycznymi (m.in. Centrum Onkologii)
2016-2020	budowa stanowiska badawczego budowa stanowiska treningowego budowa Pg-spect





1. nowatorskie nośniki boru (kulki karboranowe)
2. myszy transgeniczna FoxP3GFP
(badanie skuteczność inaktywacji komórek T-reg.)
3. stanowisko w wiązce neutronowej H2
(system jezdny, wizyjny i anestezjologiczny)
4. dozymetria wiązki (w 3 roku)



Bor do terapii BNCT:

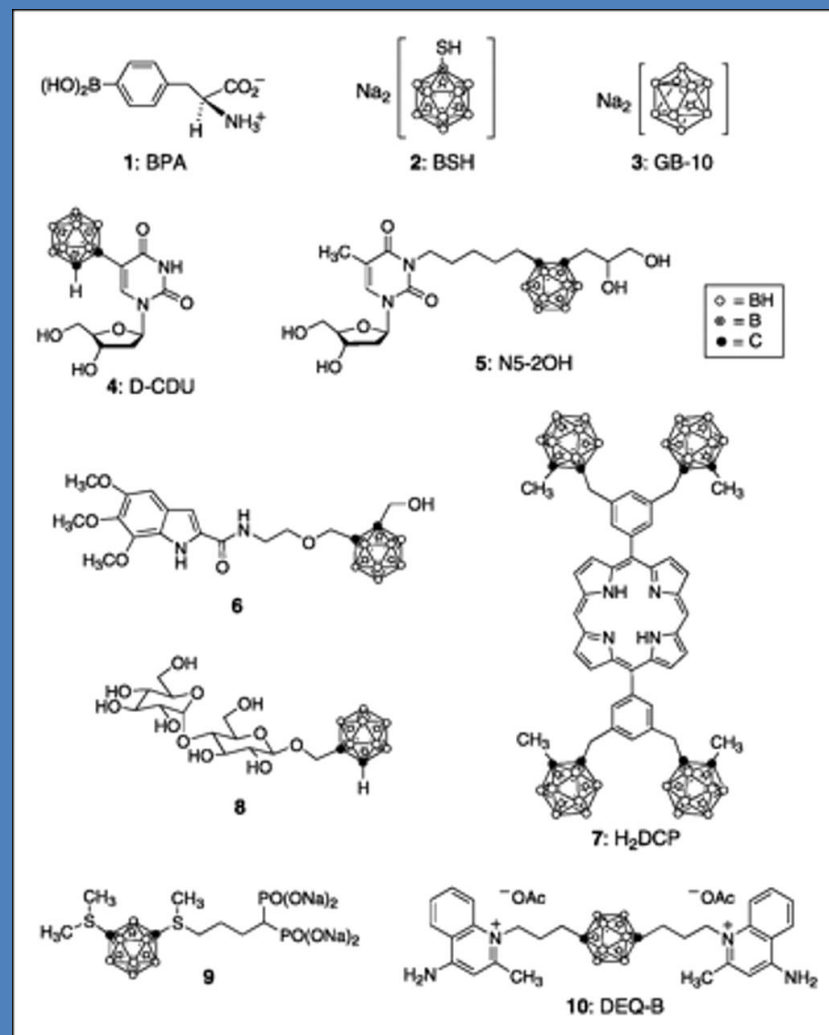
Bor (łac. borum): pierwiastek z III grupy układu okresowego. Właściwości chemiczne podobne do krzemu i węgla

Trwałe izotopy: ^{10}B (19%), ^{11}B (81%)

Występuje w minerałach boraks, kernit, kolemanit.

Bor w organizmie człowieka jest niezbędny do prawidłowej gospodarki wapniowej

Razem z wapniem, magnezem i witaminą D reguluje metabolizm, wzrost i rozwój tkanki kostnej. W dużych stężeniach jest toksyczny.



BNCT w NCBJ???

...a w Europie?



IAEA Technical Meeting on
Research Reactor Users' Networks (RRUNs):
advances in neutron therapy

1 – 4 July 2013 Mainz, Germany

YB-NCT7

**7TH YOUNG RESEARCHERS' BORON
NEUTRON CAPTURE THERAPY MEETING**

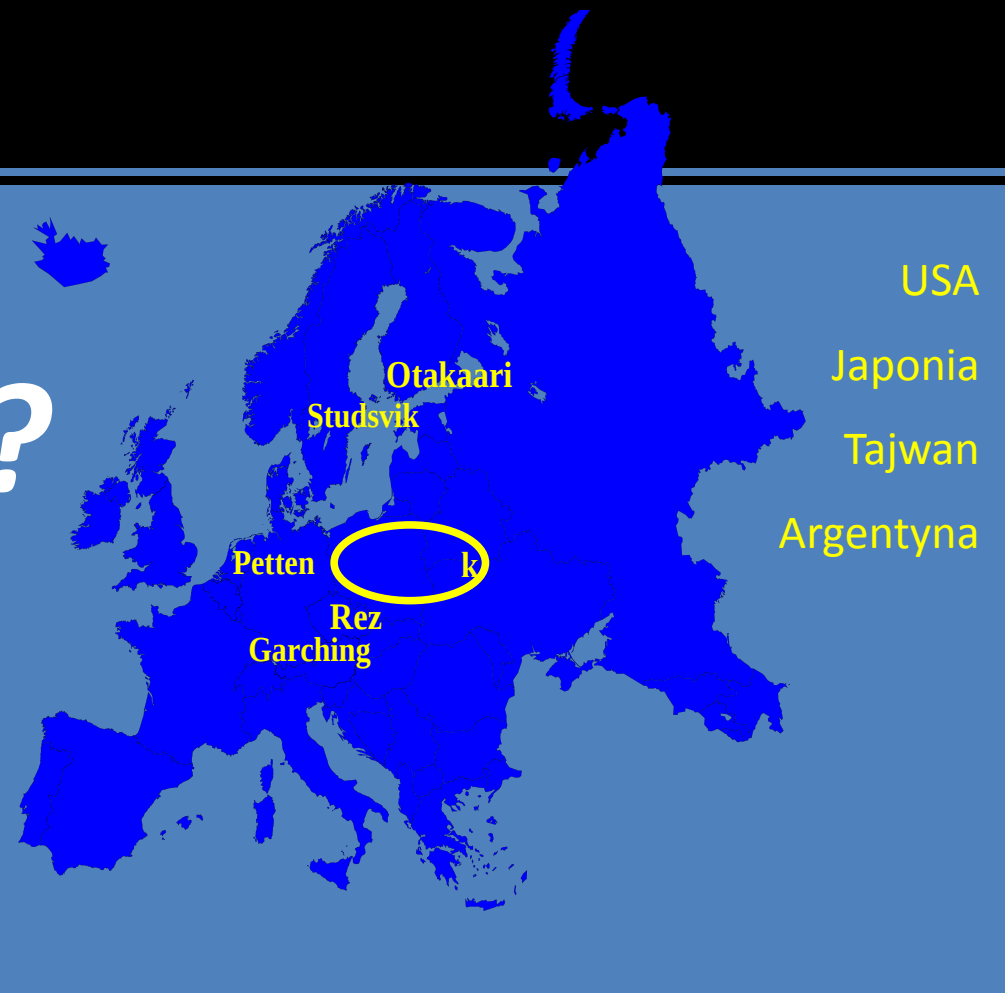
**22-26 SEP 2013
GRANADA, SPAIN**

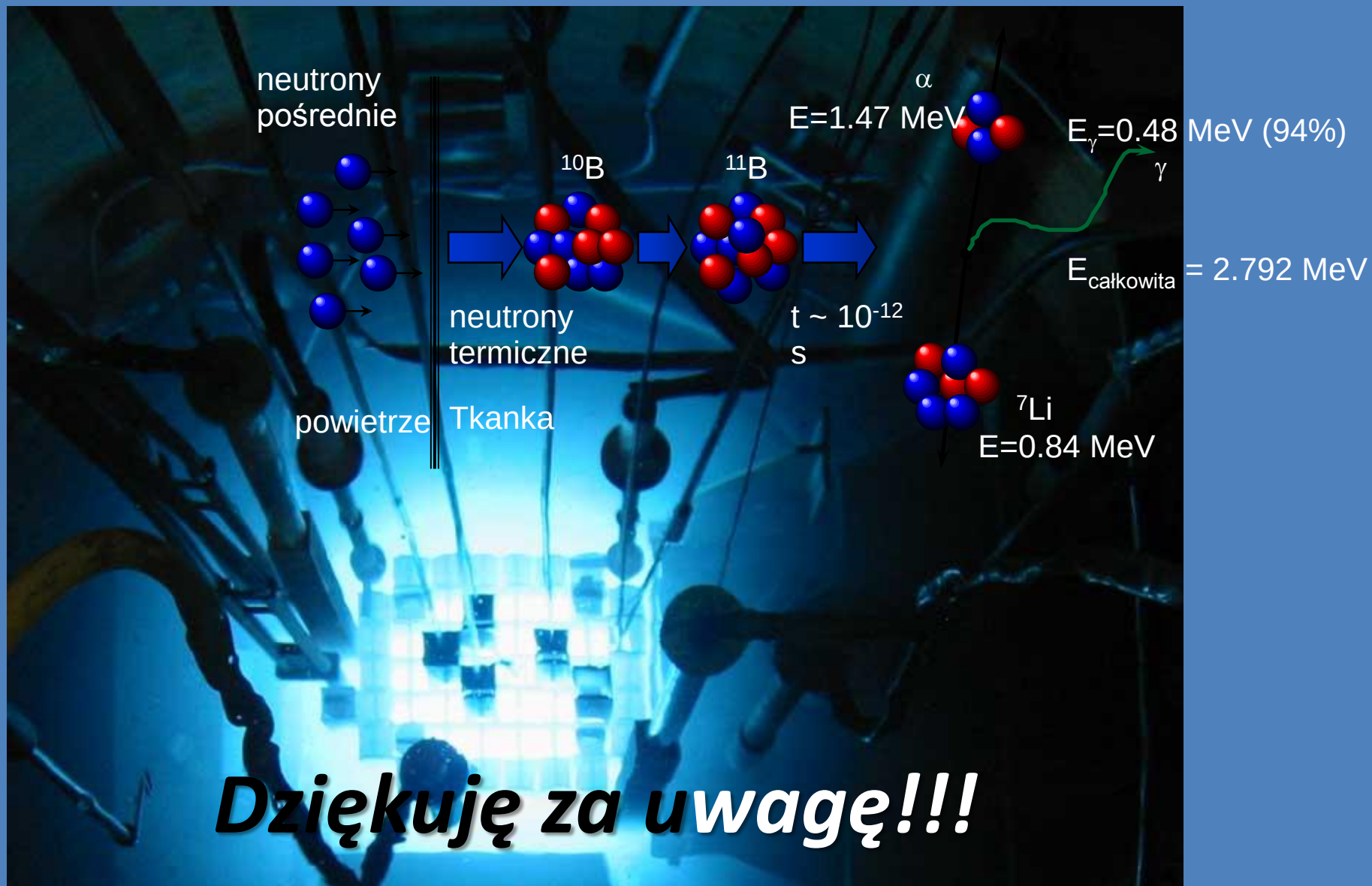
Renesans?



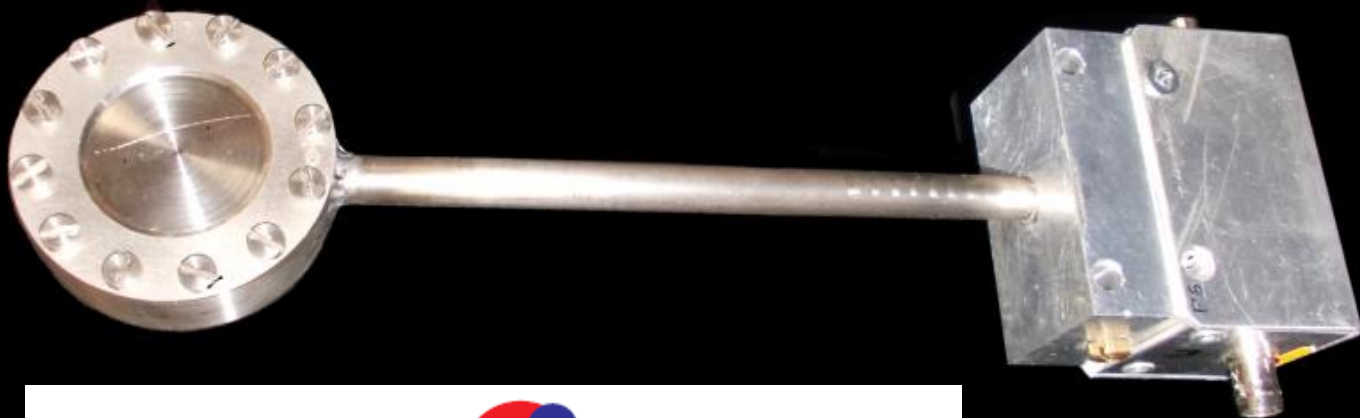
BNCT w NCBJ???

...a na świecie?

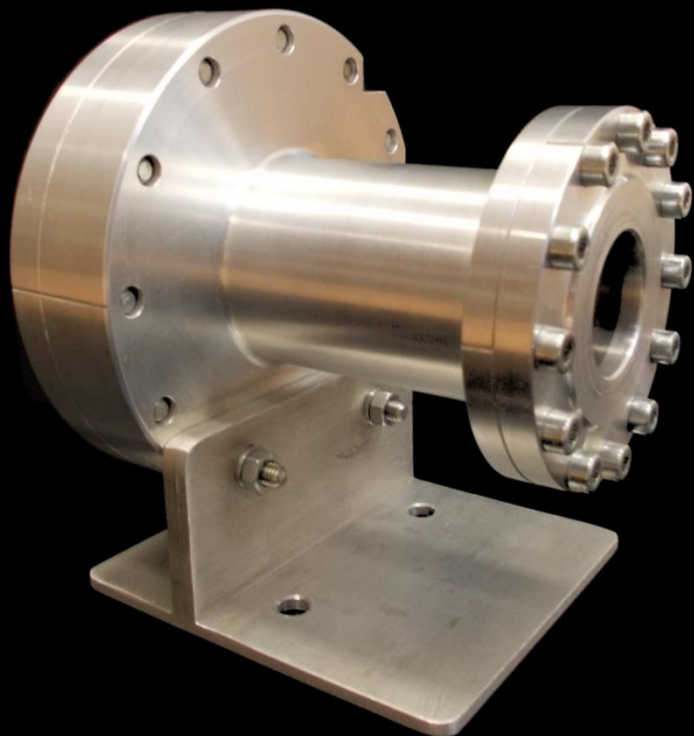




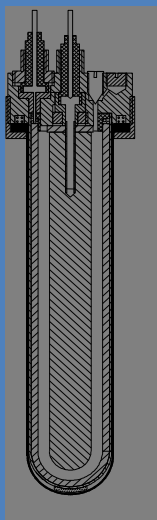
Dziękuję za uwagę!!!



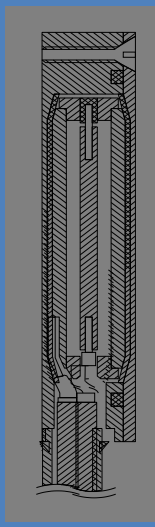
NEUTRONYH2



Udoskonalanie **komór rekombinacyjnych** wynalezionych w Polsce i projektowanych dla dozymetrii neutronowej.



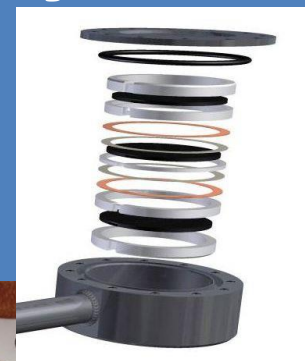
T5, G5

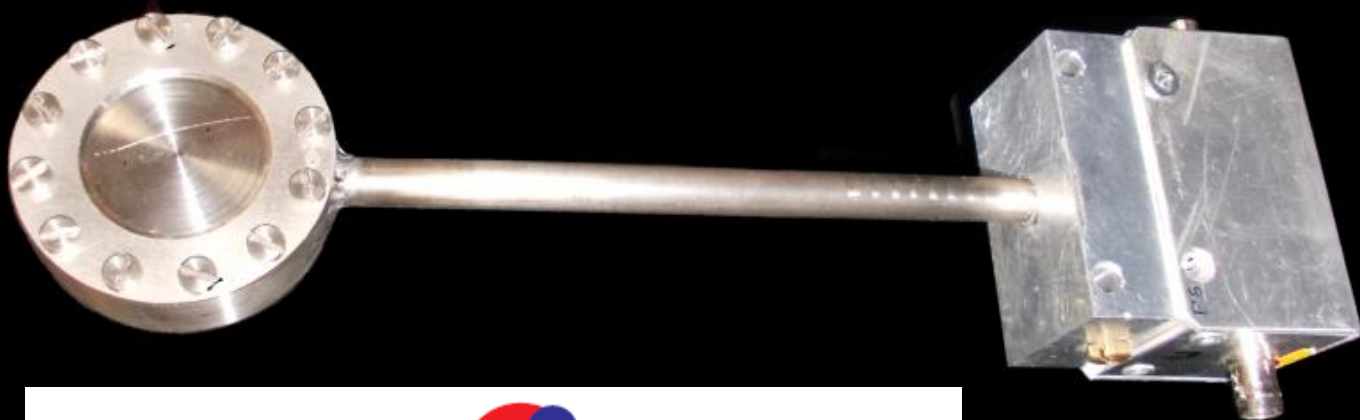


F1

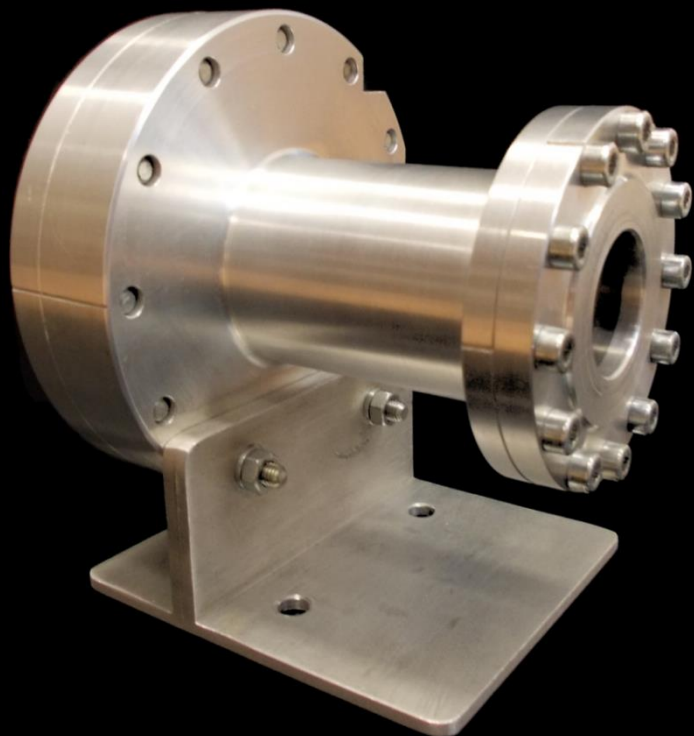


F5, F6





NEUTRONYH2



D_T total absorbed dose

Components of absorbed dose

D_B neutron capture on boron nucleus (α and ${}^7\text{Li}$)

D_g gamma (beam contamination and neutron capture on H)

D_n fast neutrons

D_N protons coming from capture of thermal neutrons on nitrogen – reaction ${}^{14}\text{N}(n,p){}^{14}\text{C}$

Every dose components have different RBE, therefore
everyhave to be determined separately

Beam monitoring

Total absorbed dose

D_T

=

D_B

+

D_g

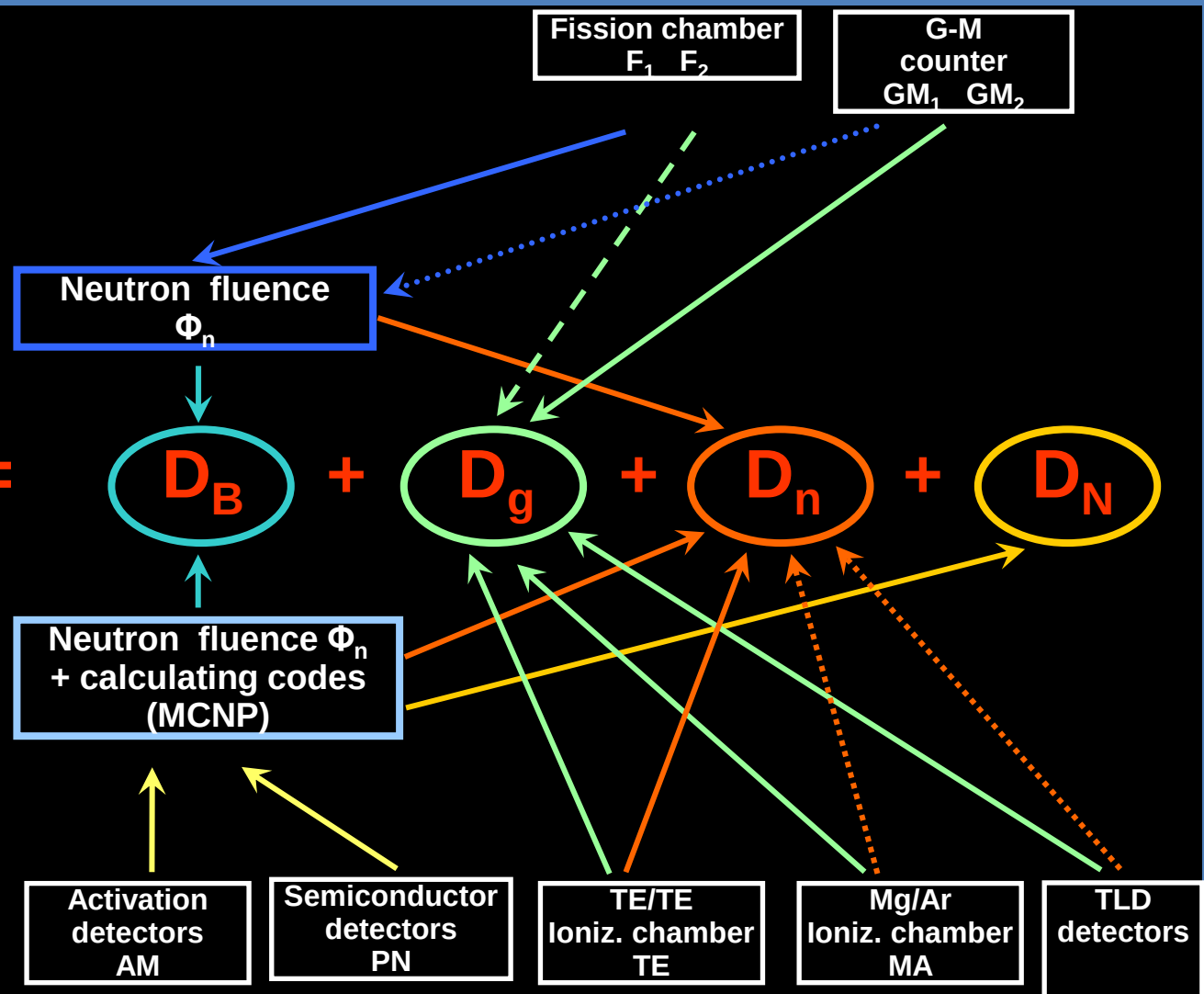
+

D_n

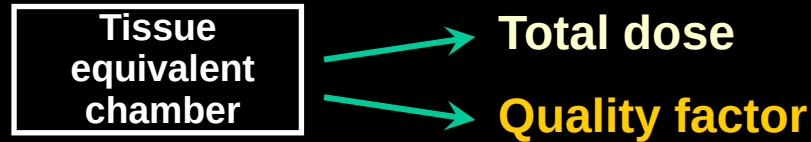
+

D_N

Beam characterisation



Beam monitoring



Beam characterisation

Total
Absorbed
dose

D_T

=

D_n

+

D_g

+

D_B

+

D_N

Tissue
equivalent
chamber

Tissue equivalent chamber

Two detector method
Recombination
Microdosimetric method
RMM

Chamber
filled with
 BF_3

Method RMM

Chamber
Filled with
 N_2

Method RMM

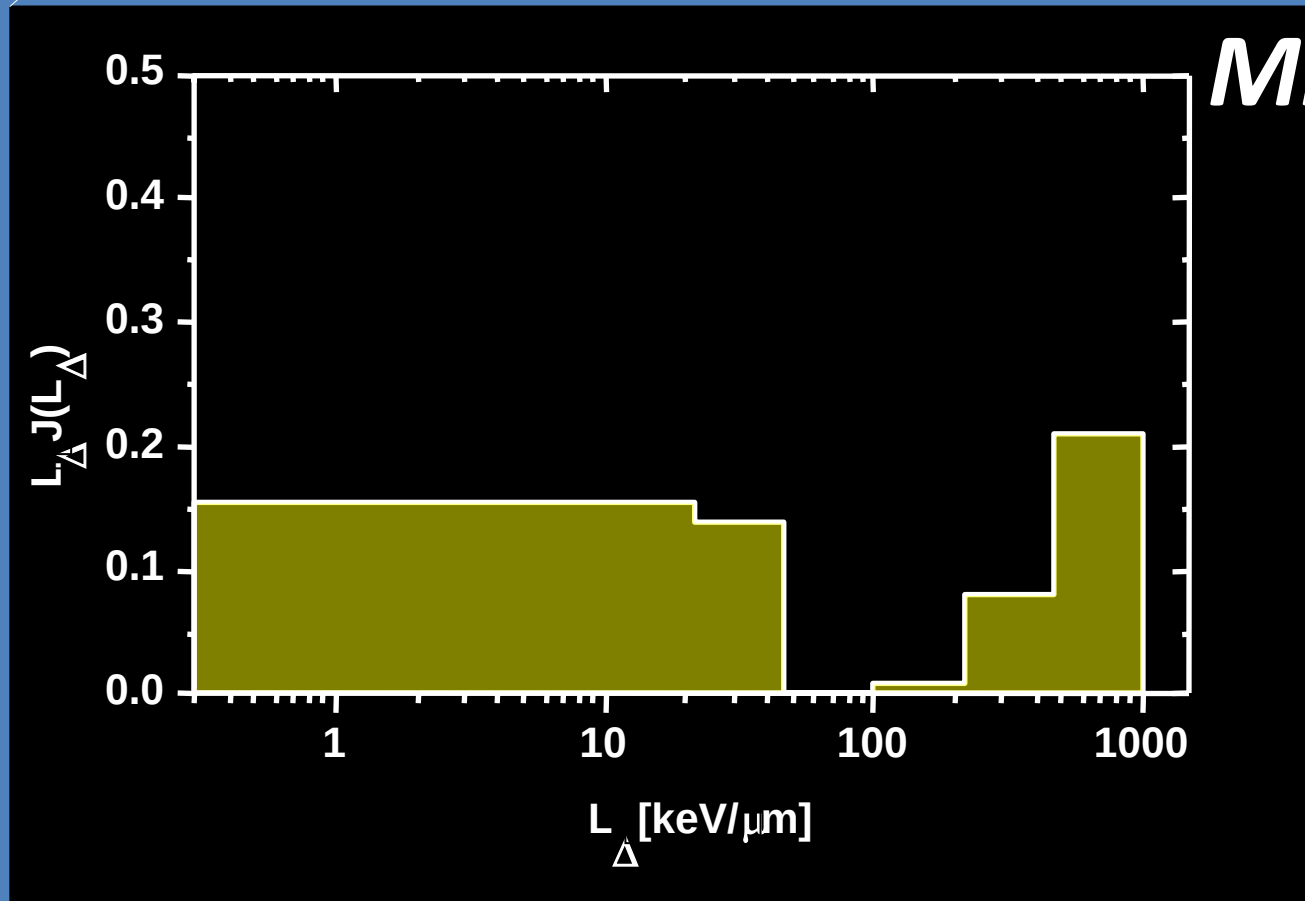
Improvements of methods

New methods

Recombination chambers

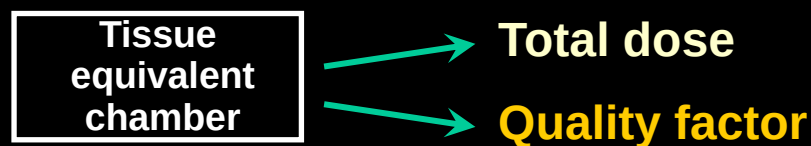


Recombination Microdosimetric Method



RMM - unique method

Beam monitoring



Beam characterisation

Total
Absorbed
dose

D_T

=

D_n

+

D_g

+

D_B

+

D_N

Tissue
equivalent
chamber

Tissue equivalent chamber

Two detector method
Recombination
Microdosimetric method
RMM

Chamber
filled with
 BF_3

Method RMM

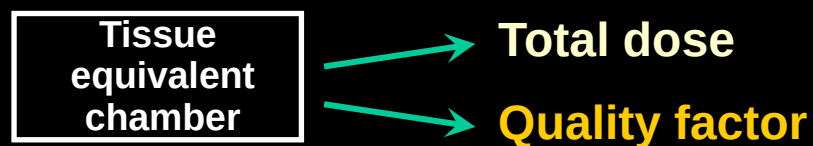
Chamber
Filled with
 N_2

Method RMM

Improvements of methods

New methods

Beam monitoring



Beam characterisation

Total
Absorbed
dose

D_T

=

D_n

+

D_g

+

D_B

+

D_N

Tissue
equivalent
chamber

Tissue equivalent chamber

Two detector method
Recombination
Microdosimetric method
RMM

Chamber
filled with
 BF_3

Method RMM

Chamber
Filled with
 N_2

Method RMM

Improvements
of methods

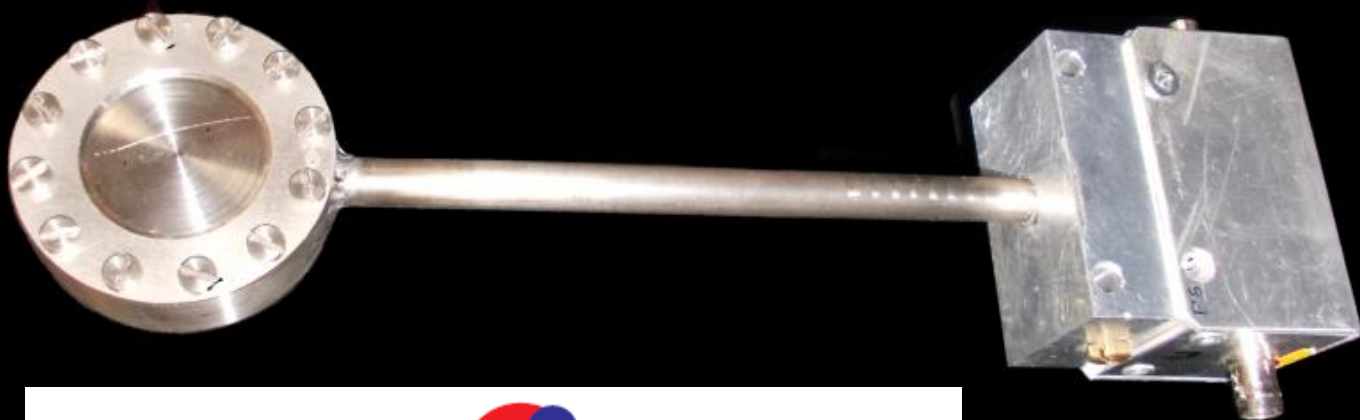
New methods

Under test now!



*Dziękuję...
ponownie
...za uwagę!!!*





NEUTRONYH2

