

Techniki Jądrowe w Diagnostyce i Terapii Medycznej

Wykład 9, 7 czerwca 2022

Zygmunt Szefliński
Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów
szef@fuw.edu.pl
<http://www.fuw.edu.pl/~szef/>

Terapia protonowa w Krakowie

Czerniak oka

Czerniak oka:

- Nowotwór złośliwy,
- Rośnie w gałce ocznej
- Głównie w populacji białych,

Radioterapia protonowa oka -
najskuteczniejsze leczenie -
wyleczenia > 90%

W Europie 7 centrów PT oka

- Berlin, HMI, D
- Catania, INFN, I
- Orsay, Inst. Curie, F
 - Nice, F
- Clatterbridge, UK
- PSI Villigen, CH
- IFJ PAN Kraków, PL

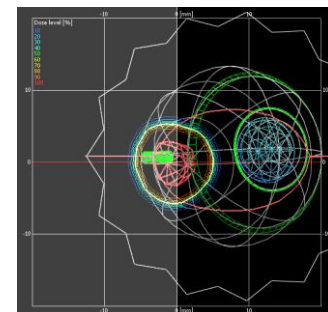
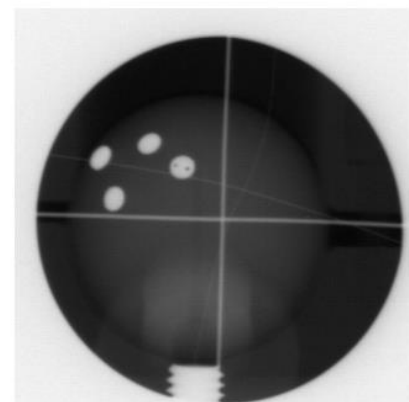
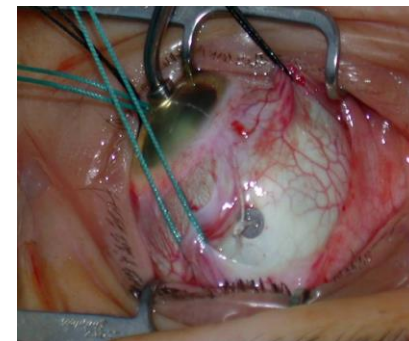
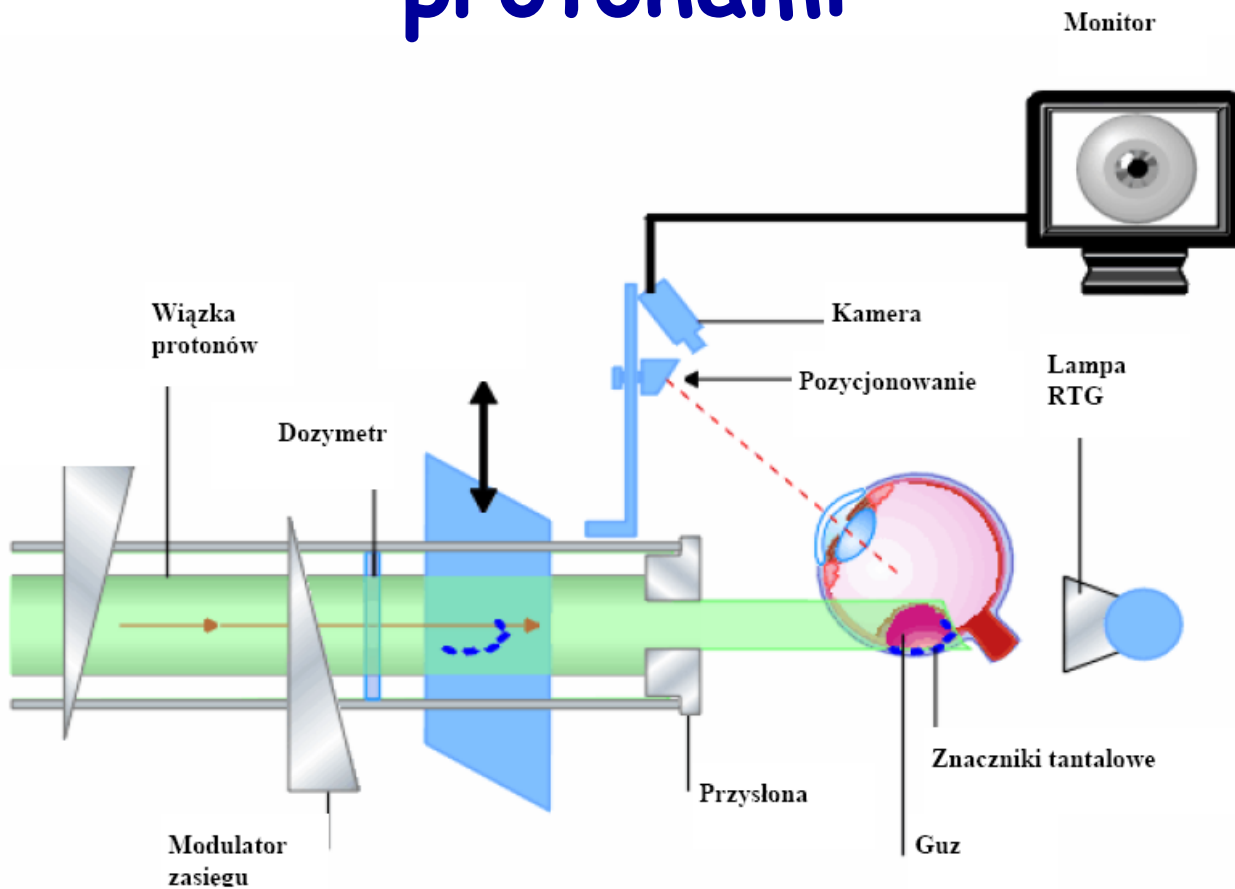


Eye melanoma cancer



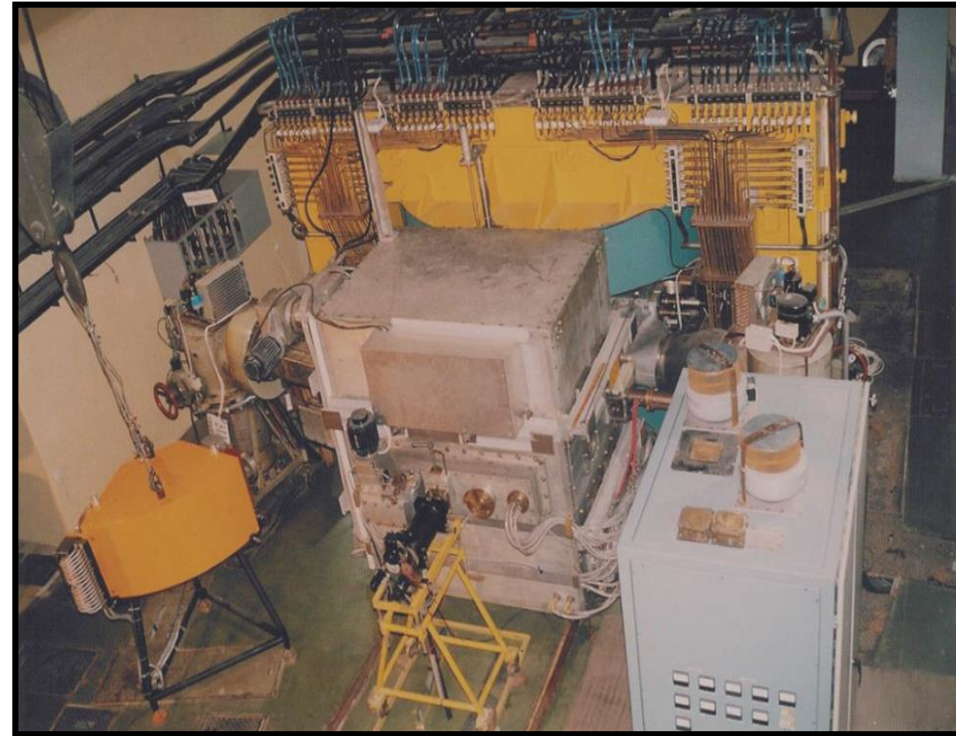
USG of eye cancer

Metoda naświetlań oka protonami



Cyklotrony w IFJ PAN

- first cyclotron developed in Poland, 48 cm (1955)
- Soviet built classical U-120 (opened 22.11.1958, stopped 1994), 12 MeV deuterons
- isochronic AIC-144 developed at IFJ PAN (from 1995) 60 MeV protons
- IBA Proteus C-235 - 230 MeV protons (start of operation Dec 2012)



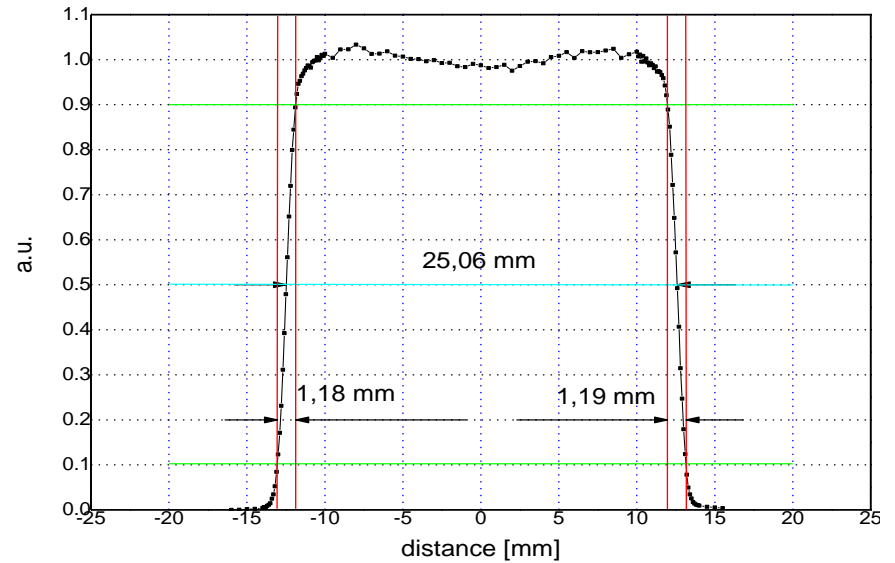
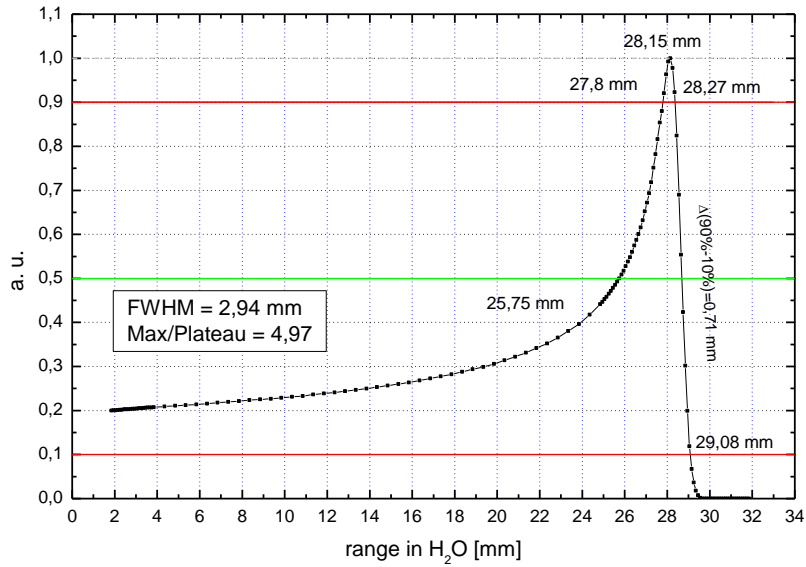
AIC -144, 1995

IFJ PAN pokój terapii oka



Therapy room developed at IFJ 2006-2009 in
collaboration with Helmholtz Centre, Berlin

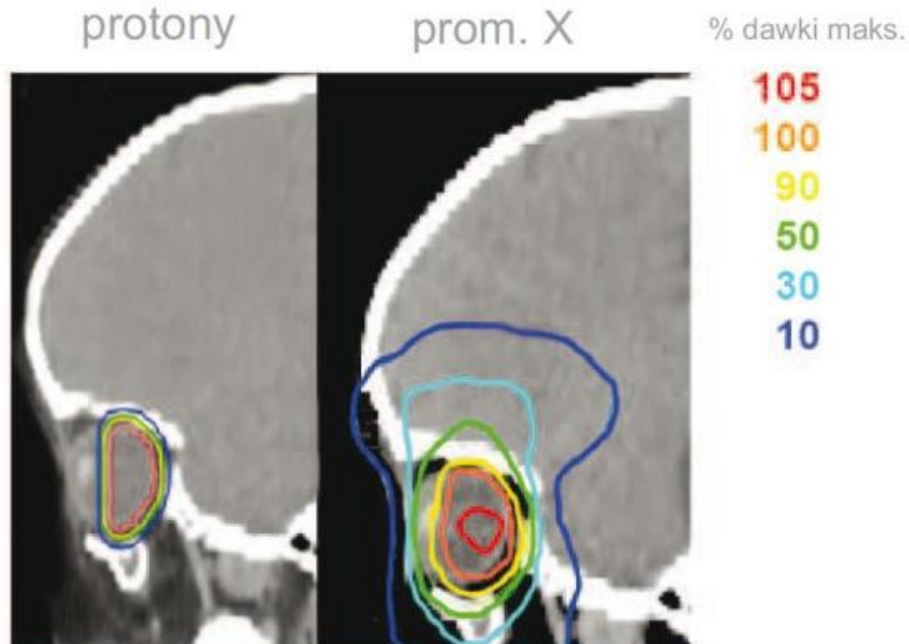
Parametry wiązek do terapii oka



PT centre	Range [mm]	Max/plateau	F.W.H.M. [mm]	Distall fall-off $d_{90\%-10\%}$ [mm]
CATANIA	30.60	4.68	3.29	0.81
CCO	31.0	4.85	3.65	0.80
PSI	30.0	4.47	-	1.10
IFJ	28.4	4.97	2.94	0.75

Parametry wiązek do terapii oka

Porównanie możliwości formowania wiązki:
protony i fotony



Źródło: Małgorzata Nowina-Konopka, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

Regularne terapie oka od kwietnia 2013



- Pierwszy pacjent leczony w lutym 2011
- Od kwietnia 2013 protonoterapia oka finansowana przez NFZ
- Ok 200 pacjentów do kwietnia 2019

Polska w Unii Europejskiej

Wejście do UE 1 Maja, 2004

- W latach 2007 -2013 **60 mld. €** przeznaczono na unowocześnienie infrastruktury w ramach Funduszy Strukturalnych
- **1.3 mld. €** na infrastrukturę w nauce i technologii



Narodowe konsorcjum Radioterapii Hadronowej NCRH

Założone: 12.09.2006

IFJ PAN Kraków - coordinator

Akademia Górniczo-Hutnicza

Center of Oncology, Gliwice

Center of Oncology, Kraków

Center of Oncology, Poznań

Center of Oncology, Warsaw

Collegium Medicum UJ, Kraków

Holycross Center of Oncology, Kielce

Jagiellonian University, Kraków

Medical University, Warszawa,

National Center of Nuclear Research, Warsaw

Silesia University

Warsaw Polytechnic

Warsaw University



Project of the National Centre of Hadron Radiotherapy- Bronowice Cyclotron Centre (NCRH -CCB)

Part 1 „Cyclotron”:

- building + Proteus C-235 cyclotron
- funds: ~ 27 M€
- the project ready till Dec 2012
- vendor: contract signed with Ion Beam Application (IBA), Belgium

Part 2 „Gantry”

- medical building + 2 proton gantries
- funds: ~ 33 M€
- project signed in Nov. 2011
- Gantry 1 ready in May 2014
- Gantry 2 in Sept. 2015



Signing the contract for the Part 1
IFJ PAN - IBA 2 August 2010



Harmonogram budowy NCRH - CCB



- signing of the contract 08.2010
- start of the construction 03.2011
- installation of the C-235 cyclotron 05.2012
- acceptance tests 11.2012
- medical building and gantry 1 05.2014
- installation of gantry 2 06.2015
- end of the contract 09.2015

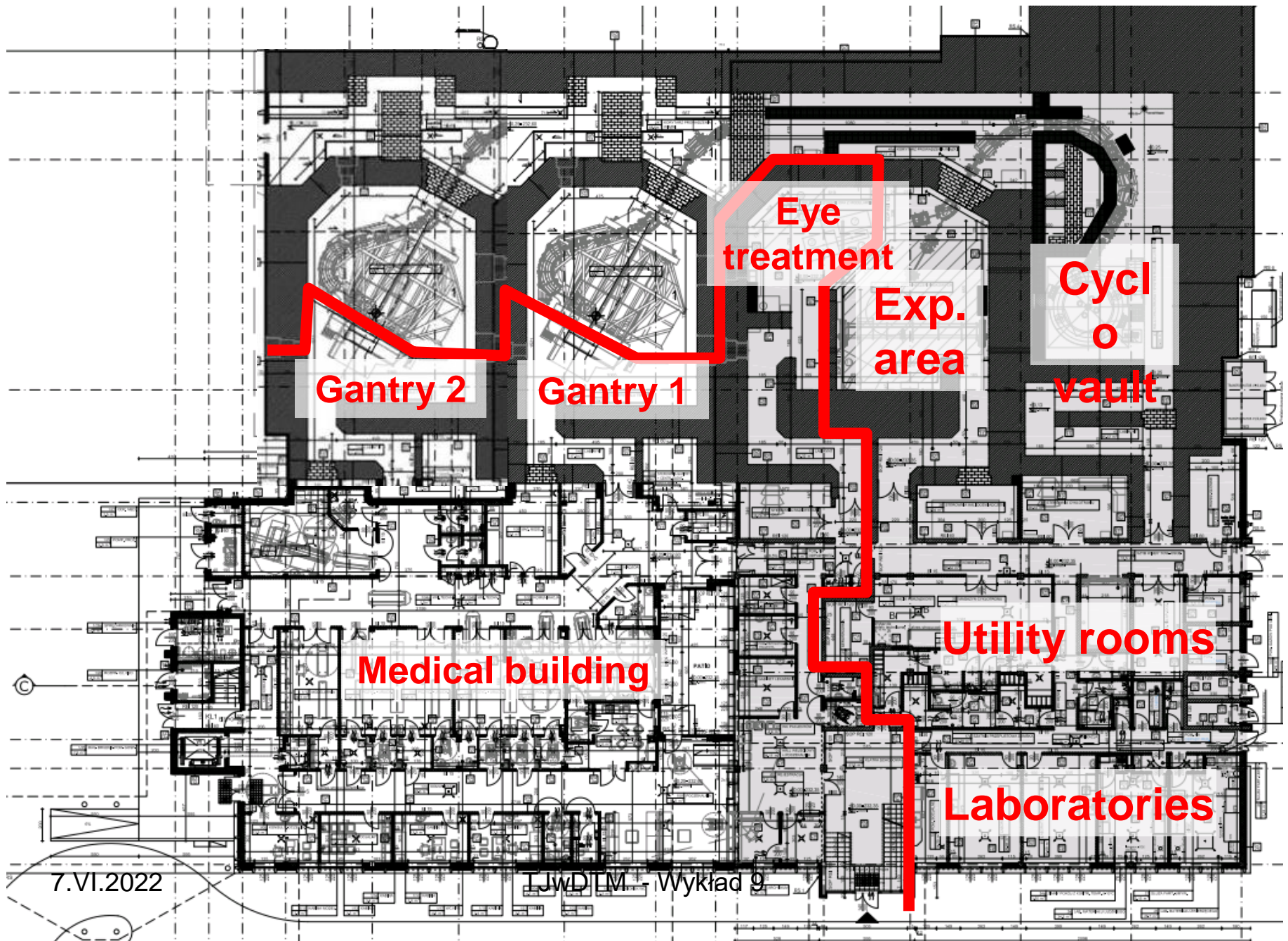
Cyklotron dla NCRH- CCB



7.VI.2022

TJwDTM - Wykład 9

Schemat pomieszczeń NCRH-CCB



7.VI.2022

LJWD/EM Wykład 9

Cyklotron i selektor energii

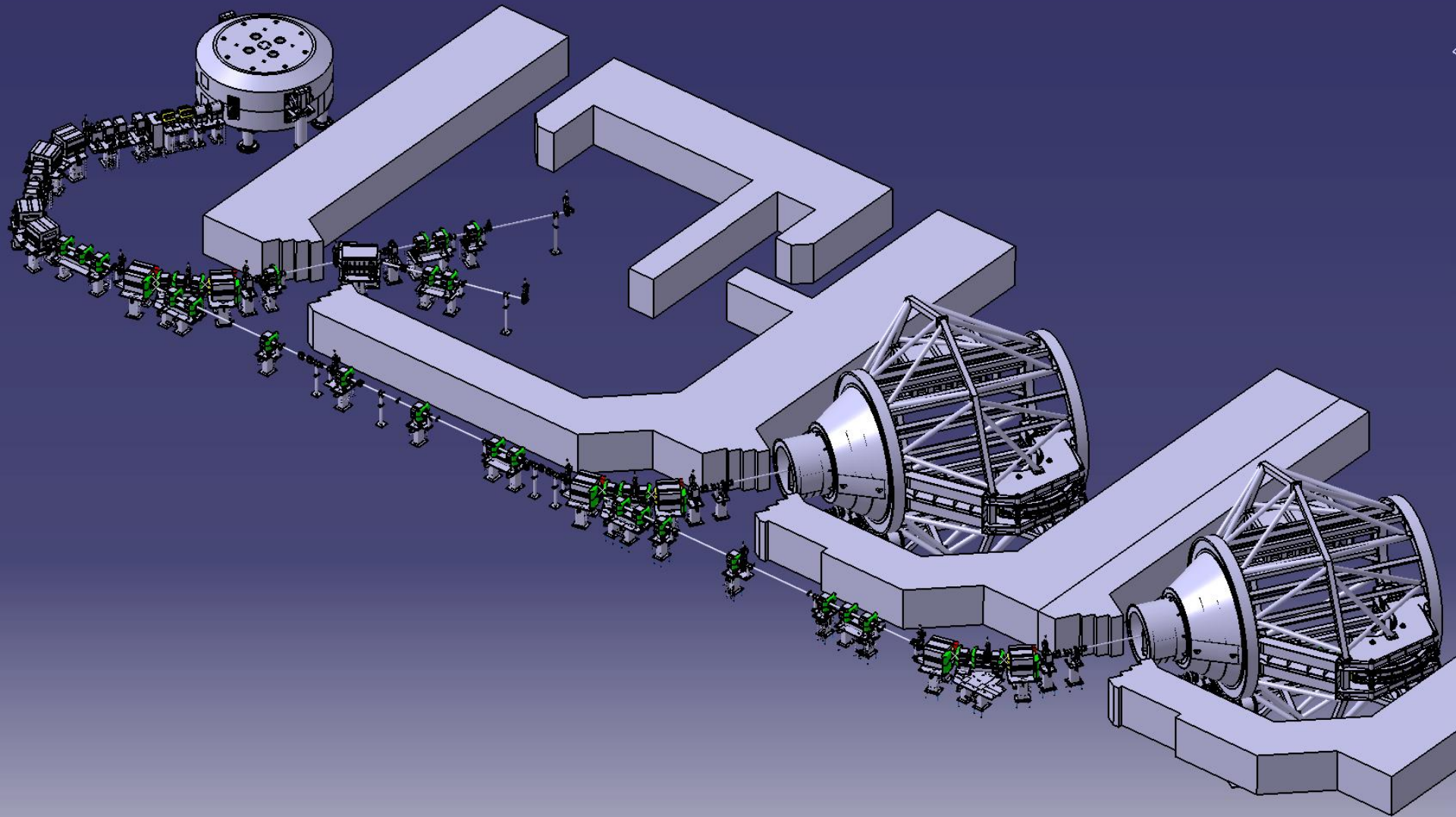
**Ion Beam Applications S.A. (IBA), Louvain-la-Neuve,
Belgium**



cyclotron: isochronic, 4-sectors, CW
particles
ion source: protons P.I.G with hot cathod
proton energy: 230 MeV ($\beta = 0.596$, $\gamma = 1.245$), constant
energy dispersion: $\Delta E/E < 0.7\%$
beam intensity: 600 nA (4×10^{12} p/s) – 0.1 nA (6×10^8 p/s)
emittance horizontal - 11π mm mrad,



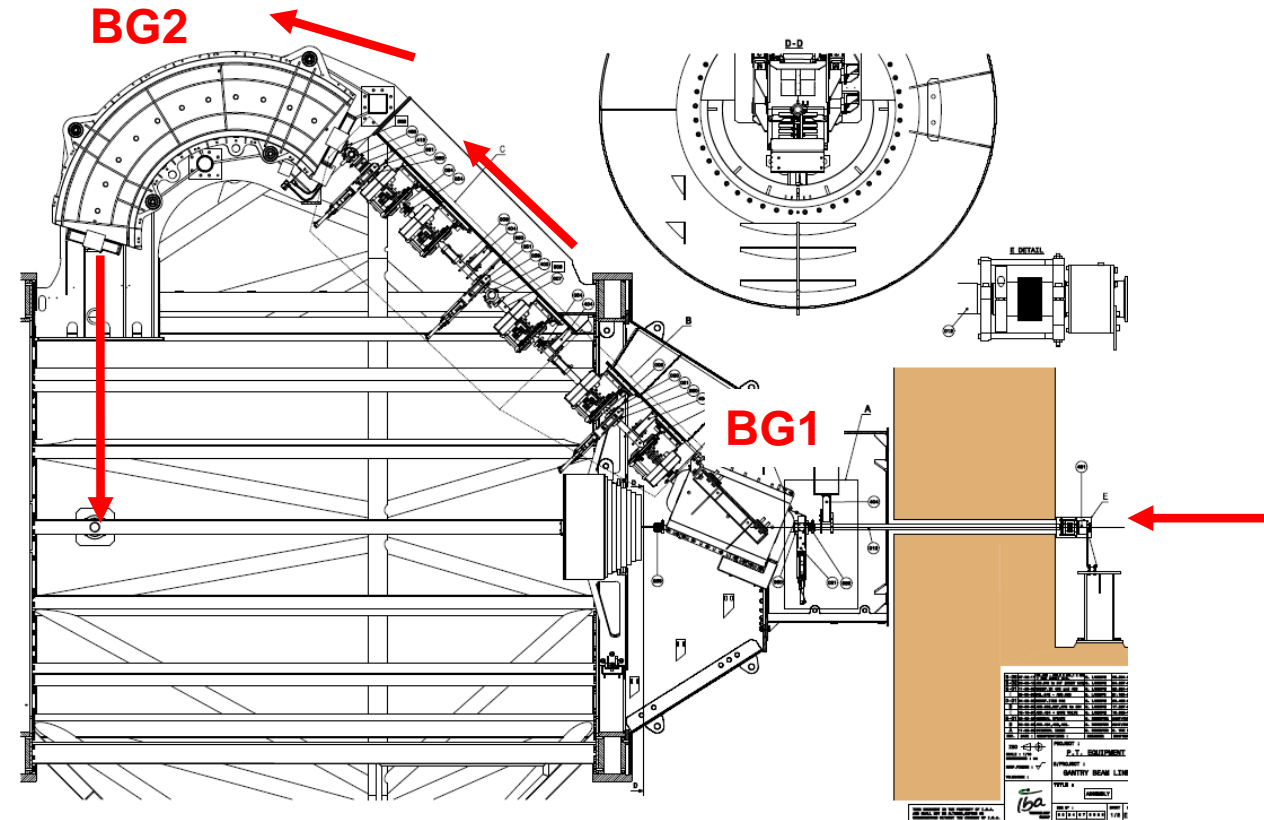
System rozprowadzenia wiązki



Gantry IBA w IFJ PAN

Source Axis Distance
 SAD-X - 1848.1 mm
 SAD-Y - 2229.0 mm

Radius of the bending magnet:
 $\rho = 1468.5 \text{ mm}$

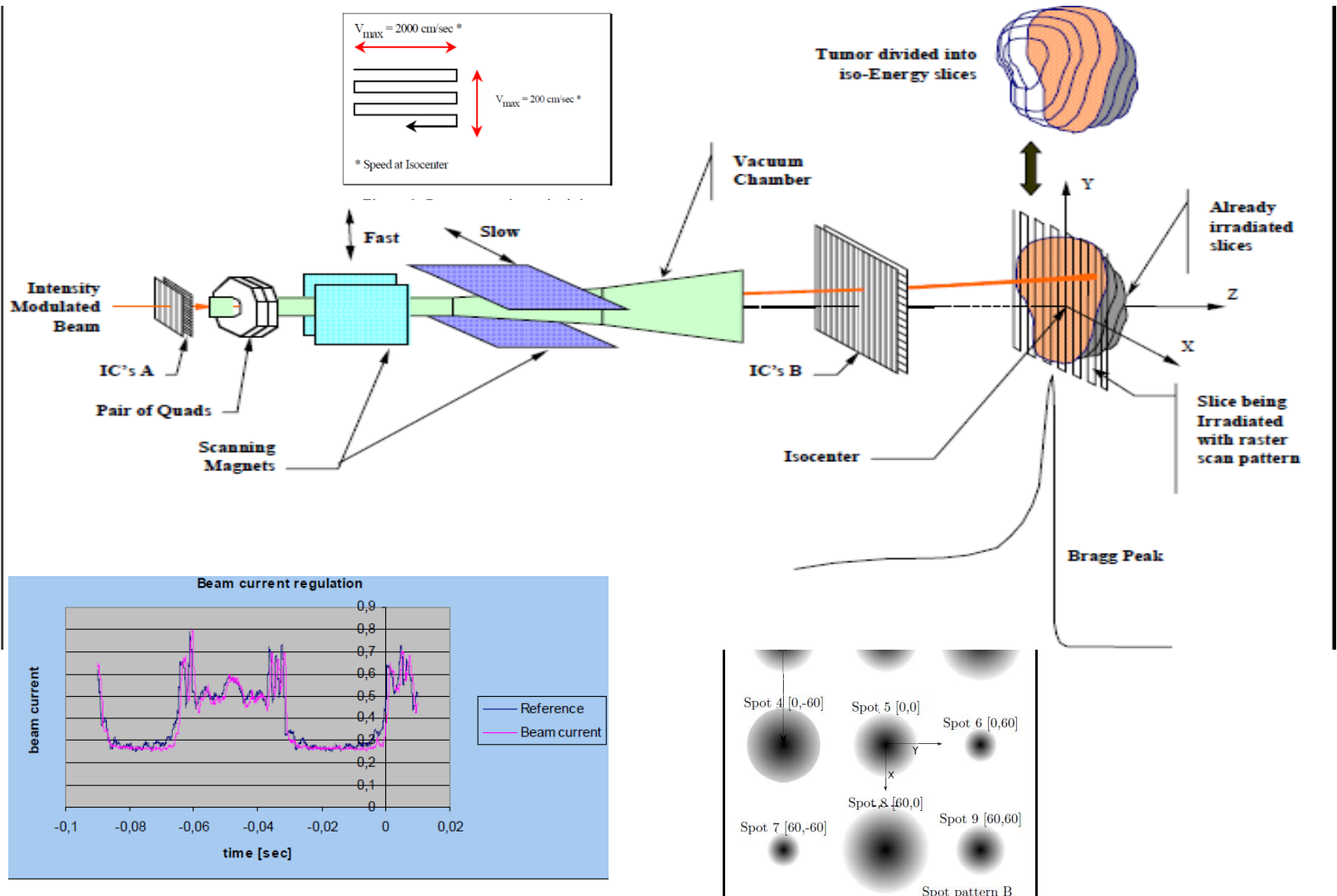


Energy (MeV)	Range (g.cm ⁻²)	B1G2		B2G2	
		Current (A)	Field (T)	Current (A)	Field (T)
98.40	4.00	155.39	0.81772	165.39	0.84105
140.10	14.00	226.54	1.17675	239.75	1.20743
191.09	24.00	279.06	1.38966	292.37	1.42410
230.22	33.00	332.45	1.54071	343.86	1.57598

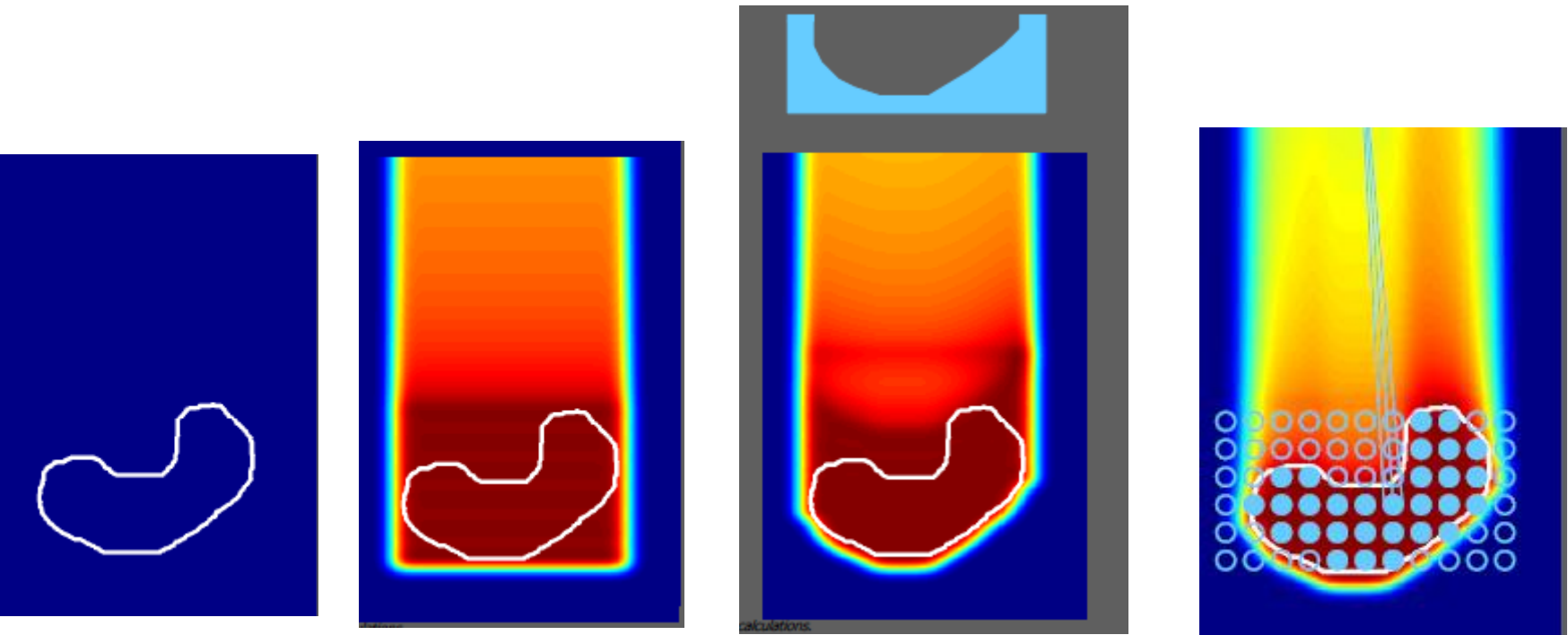
Pomieszczenie gantry w NCRH-CCB

Spot scanning: stop & shoot
Proton range: 0 do 32 g/cm²
2 spot sizes : $\sigma = 2.7$ mm i $\sigma = 4$ mm
Volumetric repainting
Maximal field: 30 x 40 cm²
Gantry rotation 360°
6 degrees of freedom of the positioning system

Aktywne sterowanie wiązką - wiązka skanująca

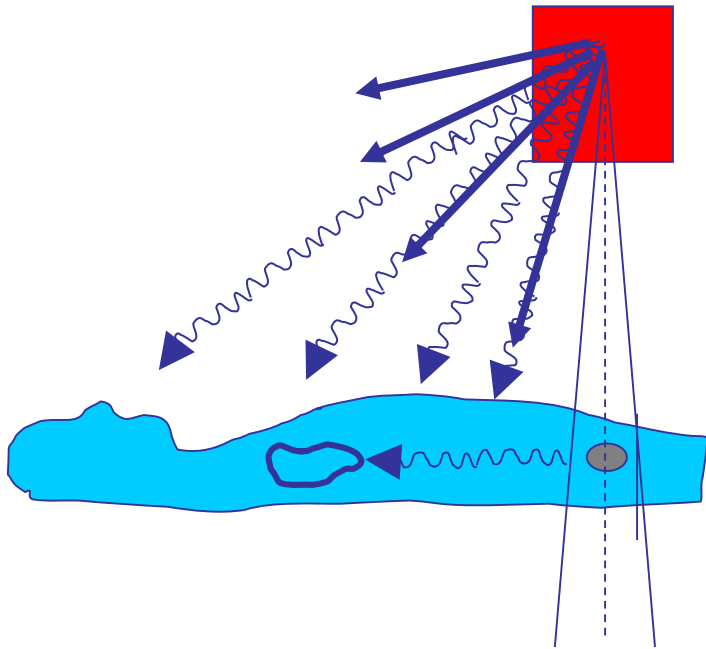


Wiązka rozproszona vs. skanująca

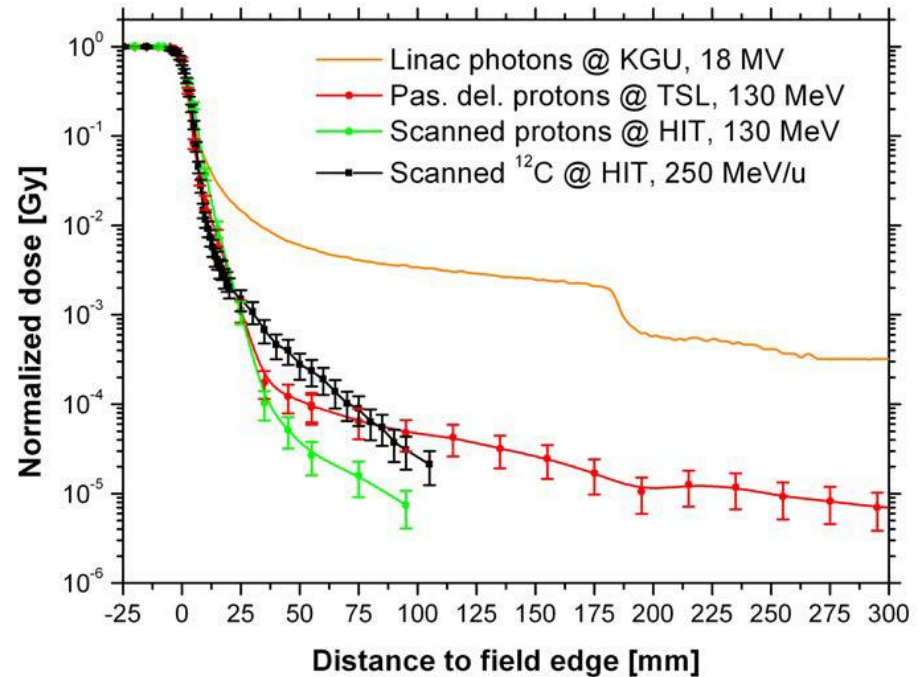


Proximal doses for **scattered beam** much higher than for **scanned beam**

Wiązka skanująca - mniejsze dawki od rozproszonego promieniowania



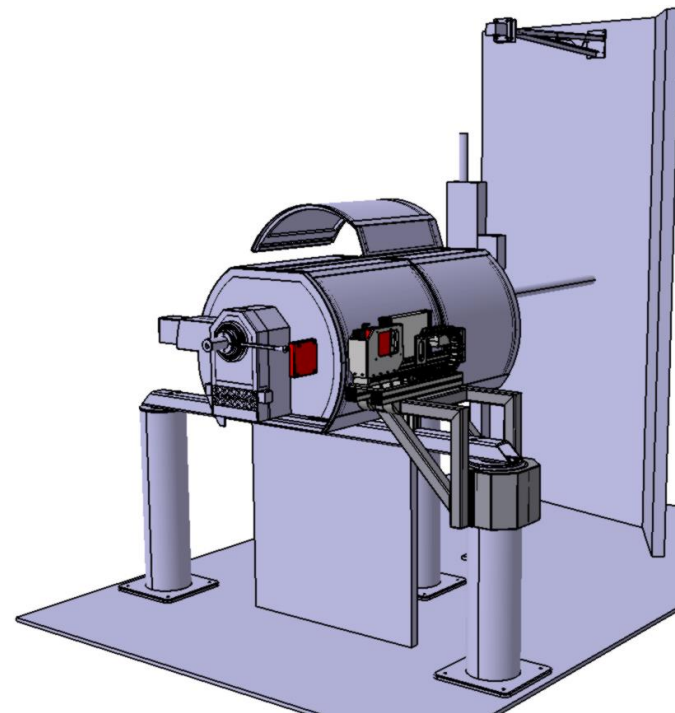
Lateral profiles for a 5x5 cm² field using different techniques



Robert Kaderka, Ph.D Thesis, GSI, 2011

For scanning proton beam the doses for distant organs due to scattered radiation are 2-3 orders of magnitude lower than for MV X-rays

Nowy pokój terapii oka



Model 3D linii terapii oka

- New isocentric, user friendly, robotic chair
- No limitations of energy (range)
- Improved positioning

Praca kliniczna

Start in October 2015

- 250-350 per gantry after 3-4 years of operation
- 100 eye melanoma patients/year

Our clinical partners:

- University Hospital , Kraków
- Center of Oncology, Kraków
- Members of NCRH consortium



Our waiting room for children- who will find more animals?

Projekty w Warszawie i Poznaniu

Warsaw:

Institution: Warsaw Medical University

Localisation: Ochota Campus

Facility: 12C + p

Statuts: proposals prepared and submitted



Koncepcja urbanistyczno-architektoniczna
campusu „Ochota”

Poznan:

Institution: Wielkopolskie Centrum Onkologii

Localisation: Campus Morasko

Facility: proton facility

**Statuts: letter of intention signed
place available, ready before 2020**



