

Zajímavosti z konference



International Conference
on Translational Research
in Radiation Oncology

Physics for
Health in Europe

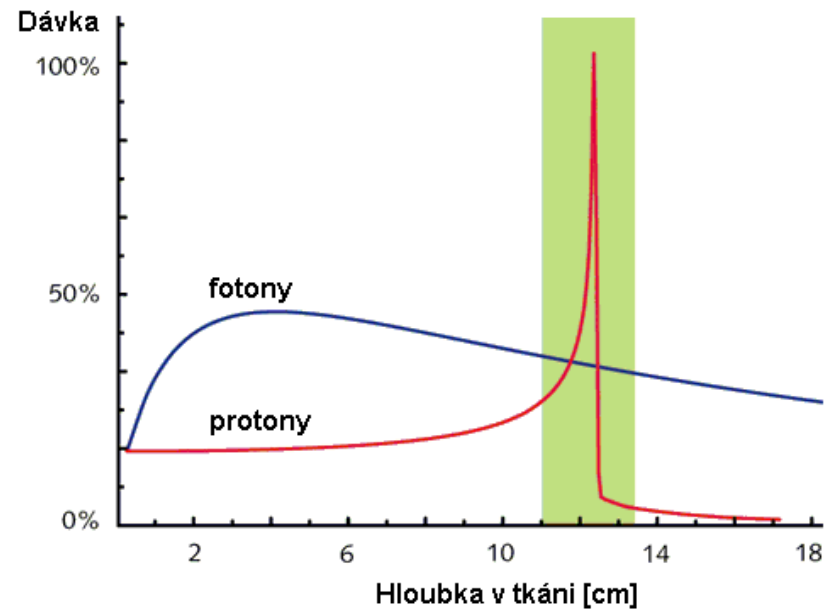
Ing. Petr Paluska, Klinika onkologie a radioterapie, FN Hradec Králové



- Novel technologies in radiation therapy
- **Hadron therapy**
- Prospects in detectors and medical imaging
- Imaging and treatment planning
- Improving precision in treatment planning
- Biological and physical optimization of treatment plans
- Radioisotopes in diagnostics and therapy
- Radiobiology
- Radiosensitivity modulation
- Tumor hypoxia and tumor metabolism
- Repair mechanisms
- Molecular biology and predictive markers

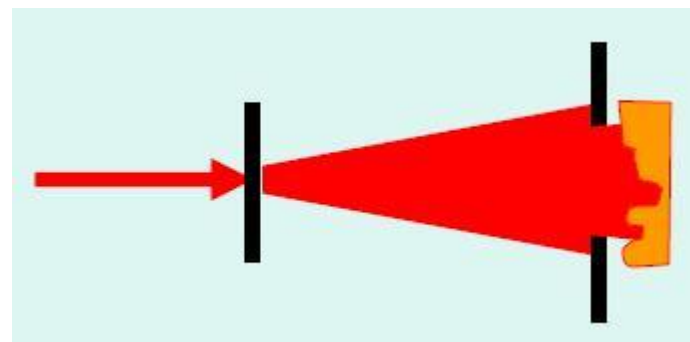
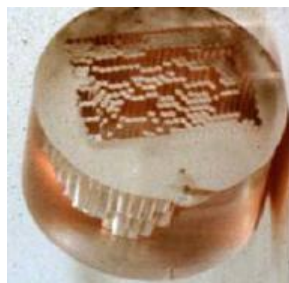
Hadronová terapie

- Malé ztráty energie po vstupu do těla pacienta
- Nejvyšší část energie odevzdaná v hloubce před koncem doletu – Braggův pík
- V tkáních ležících za Braggovým píkem není absorbována prakticky žádná dávka záření
- Poloha Braggova píku závisí na energii svazku



Rozptylová technika

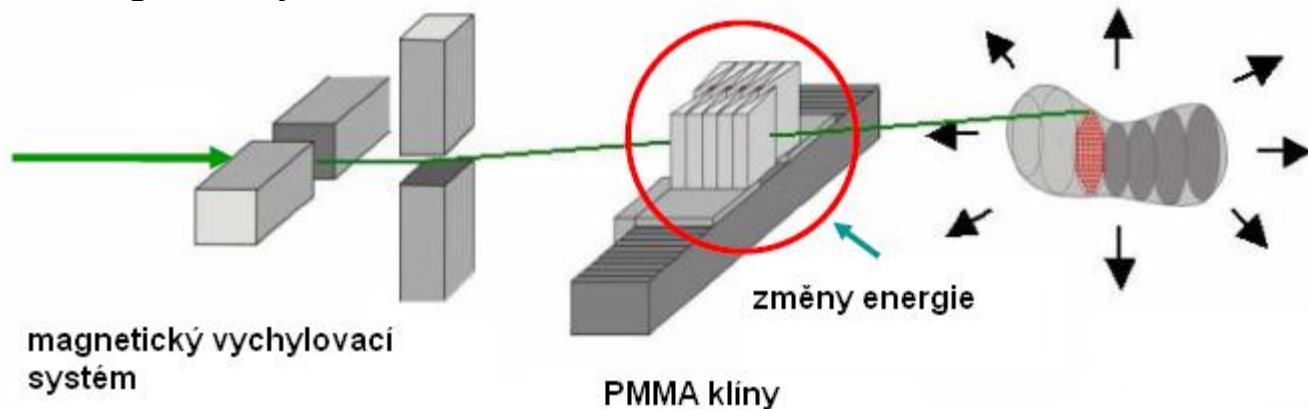
- Rozptyl úzkého svazku ve vhodném materiálu
- Tvarovací clony a kompenzátory



- Kontaminace svazku sekundárními neutrony

Skenování tužkovým svazkem

- Vychylování svazku magnetickým polem



Urychlovače

Protony

- Cyklotrony – průměr 4-5 m
- Synchrotrony – průměr 6-8 m

Uhlíkové ionty

- Synchrotrony – průměr 20-25 m



Celkové náklady na vybudování jednoho centra zpravidla přesahují 100 mil. euro.

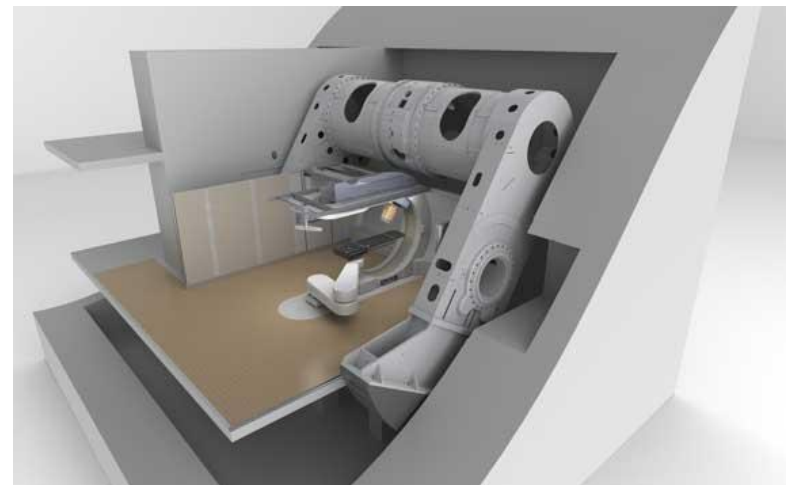
Snahy o snížení nákladů → vývoj kompaktních kruhových urychlovačů.

MEVION S250



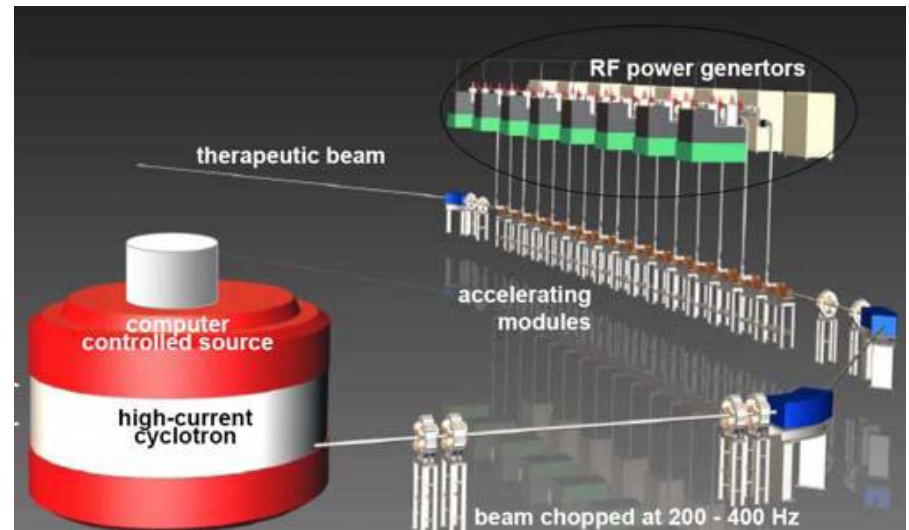
Mevion Medical Systems

- Supravodivý synchrocyclotron
- Technologie TriNiobium Core™
- Protony o energiích 250 MeV
- Průměr 1,8 m
- Montáž přímo do gantry



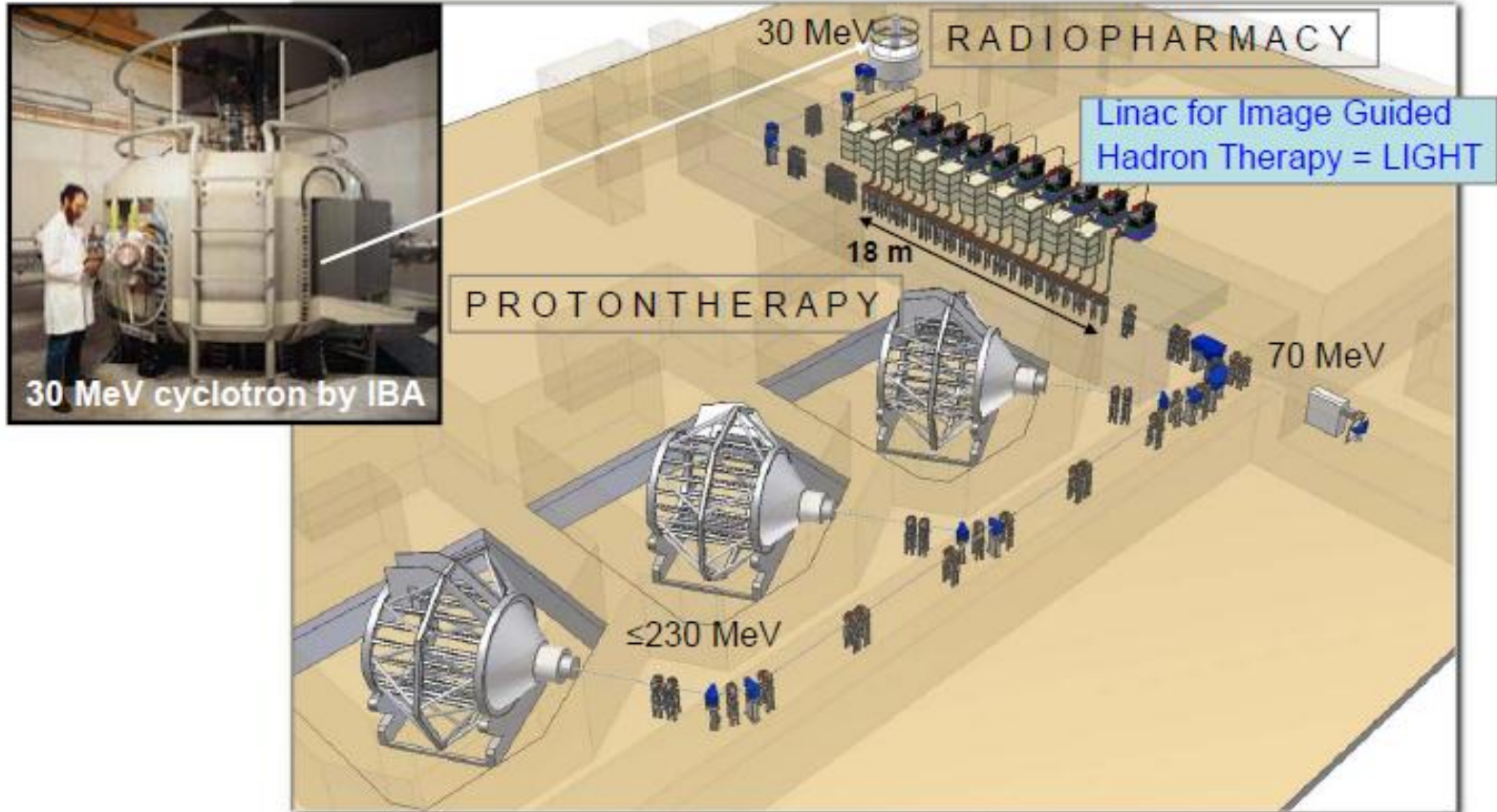
Cyclinac

- Kombinace cyklotronu s lineárním urychlovačem
- Urychlení protonů cyklotronem na energie 30 MeV
- Urychlení lineárním urychlovačem na výslednou energii 230 MeV
- Umožňuje rychlé změny energie a intenzity svazku – výhodné zejména pro skenování tužkovým svazkem při ozařování pohybujících se cílů
- Vyvedení části protonů z cyklotronu
 - Produkce radioizotopů
 - Výzkumné účely
 - Využití protonů k produkci vysokých toků neutronů



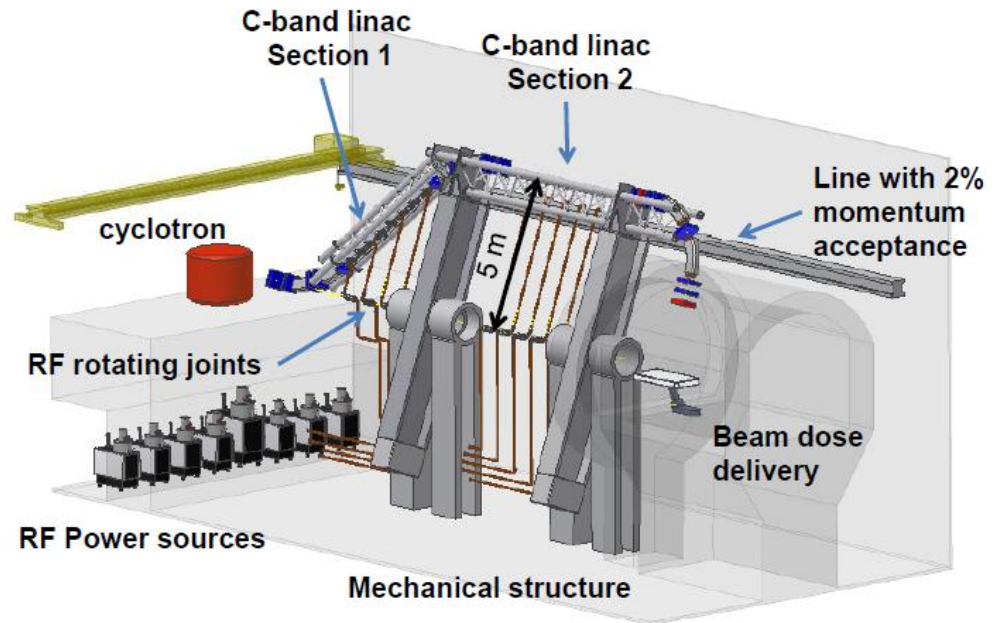
	elektronická regulace energie ?	čas potřebný na změnu energie
cyklotron	NE	> 50 ms
synchrotron	ANO	1 s
cyclinac	ANO	1 ms

IDRA = Institute for Diagnostic and Radiotherapy



TULIP – Turning Linac for Protontherapy

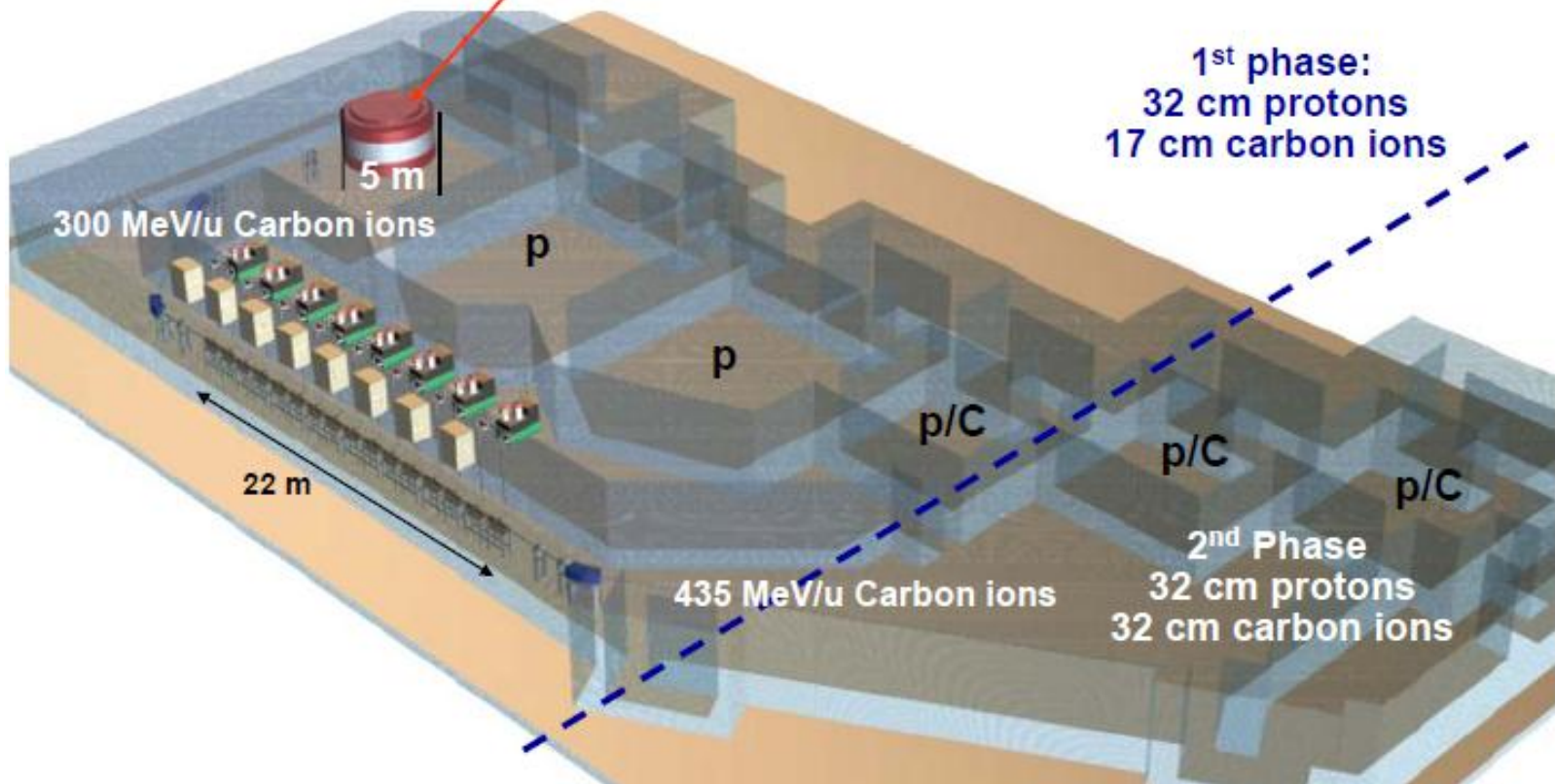
- Projekt zařízení s 1 ozařovnou
- ENLIGHT: protony vhodné alespoň pro 12 % pacientů ozařovaných fotony
 - 2.400 pac./rok na 10 mil. obyvatel
 - 1 protonová ozařovna na 1.5 mil. obyvatel
- Výhody
 - Rozprostření investičních nákladů
 - Vhodné pro jednotlivé nemocnice, nikoli protonová centra



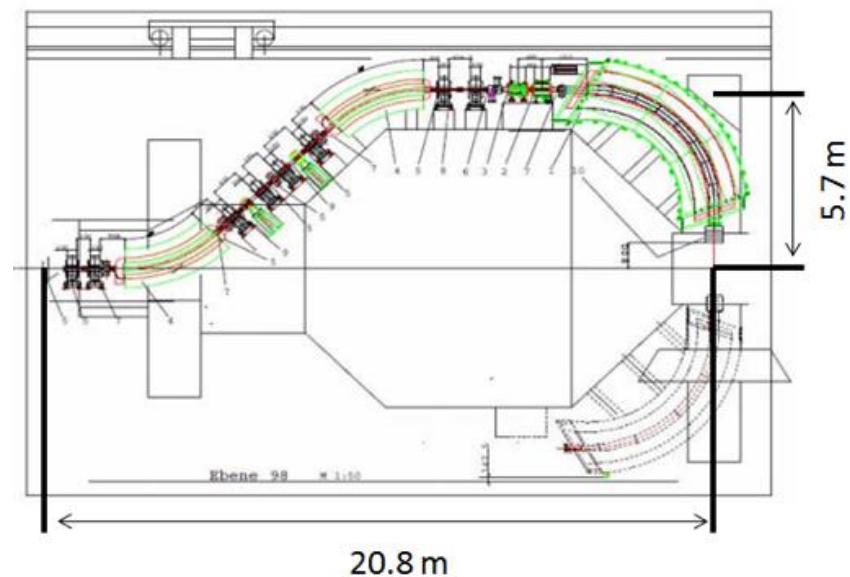
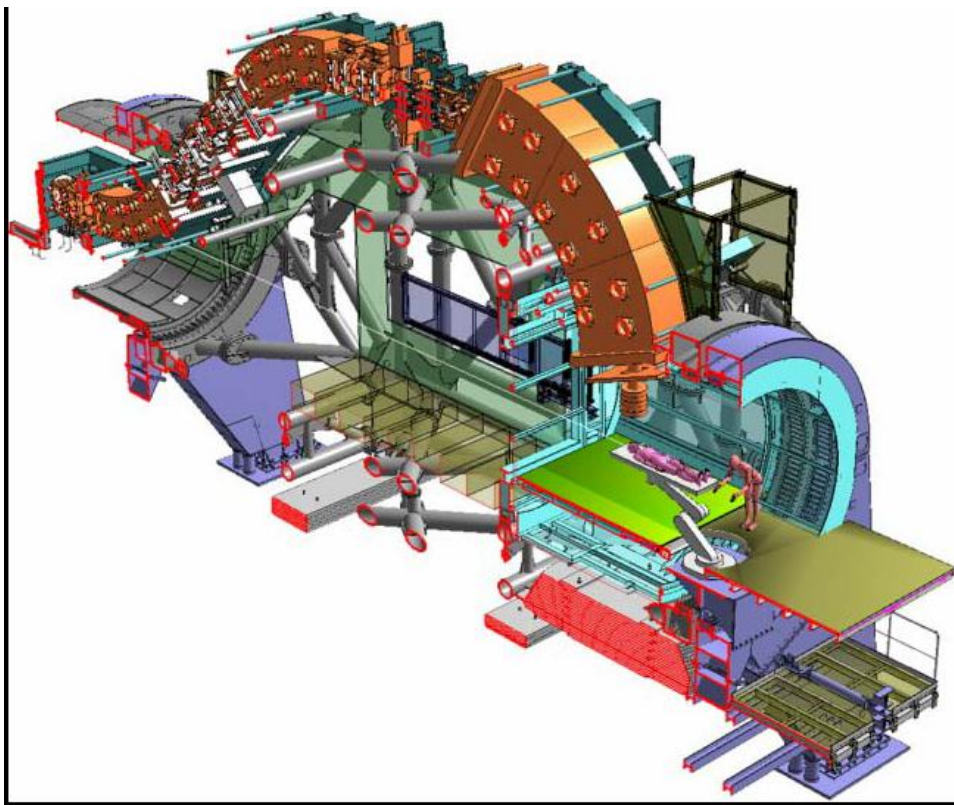
@5.7 GHz (C-band) from 35 to 210 MeV		
Quantity [unit]	Section 1	Section 2
Output energy [MeV]	80	210
Total length [m]	3.9	5.9
Avg. E_0 [MV/m]	20-24	32-38
Max. E_{SURFACE} [MV/m]	150	170
Number of units	1 (4)	7
Peak Power [MW]	25	84
Repetition rate [Hz]	200	200
Pulse length [μs]	2.5	2.5

CABOTO – Carbon Booster for Therapy in Oncology

Superconducting cyclotron by LNS/IBA (250 MeV protons and 3600 MeV carbon ions) is now commercialized by IBA



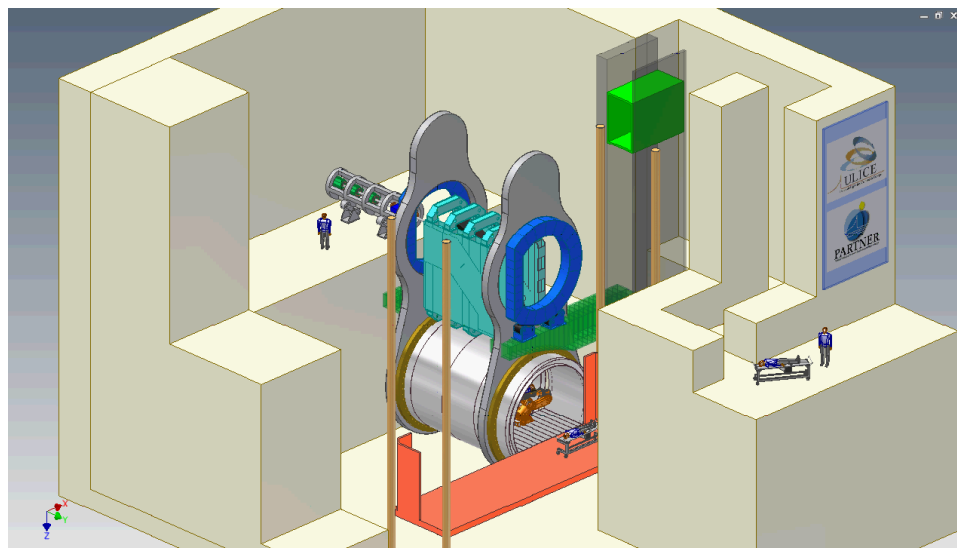
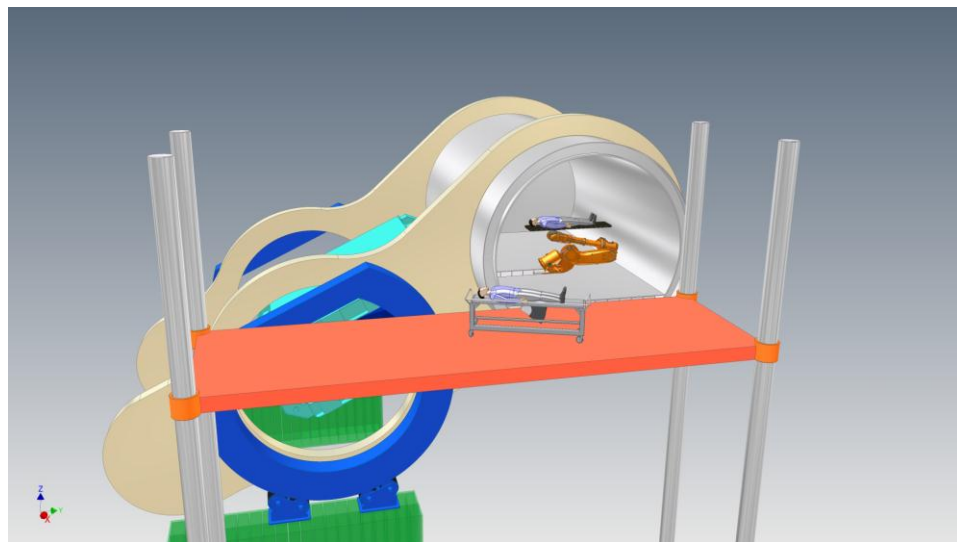
Gantry pro uhlíkové ionty



Pavia – jediné ^{12}C gantry na světě
• Hmotnost 600 t

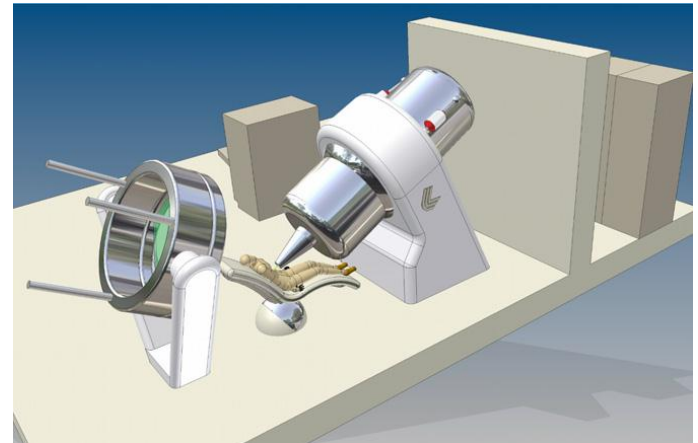
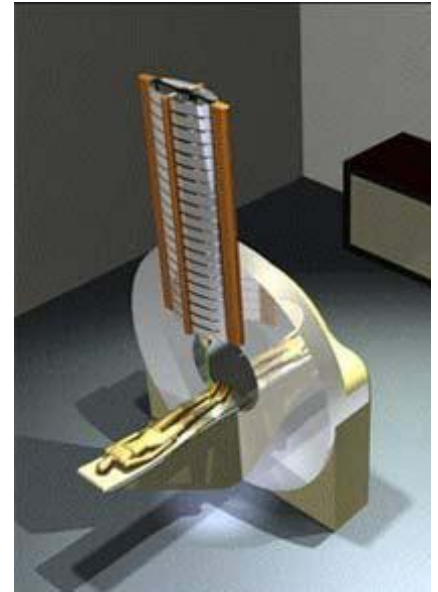
^{12}C gantry – návrh ULICE, PARTNER

- Pohyblivé izocentrum
 - Rotace v rozmezí 180°
 - Pohyb ozařovny v rámci několikapatrové budovy
 - Velikost pole $20 \times 20 \text{ cm}^2$
 - Konvenční magnety
 - Zjednodušená mechanická struktura
 - Nižší hmotnost, menší deformace
- Nižší náklady



Dielectric wall accelerator

- Indukční lineární urychlovač
- HGI – *high gradient insulator* – zabraňují vzniku výbojů
- Protony v krátkých pulsech ~ ns, 10 Hz
- Silné elektrické pole 100 MV/m po délce 2,5 m
- Zatím dosaženo: 20 MV/m v délce 4 cm
- Kompaktní urychlovač ve standardní ozařovně
- Energie může být měněna s každým pulsem

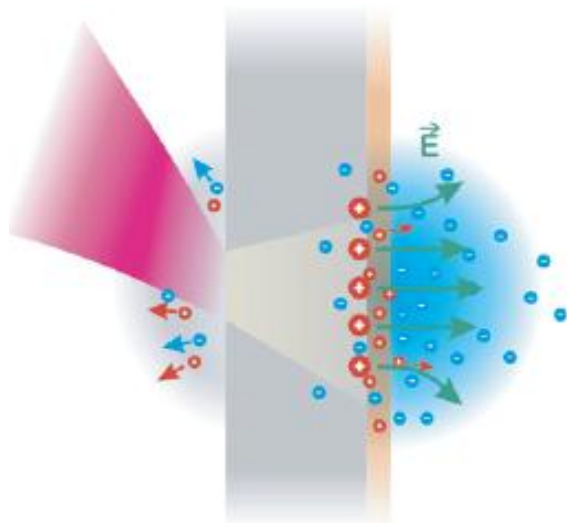


Protony urychlené laserem

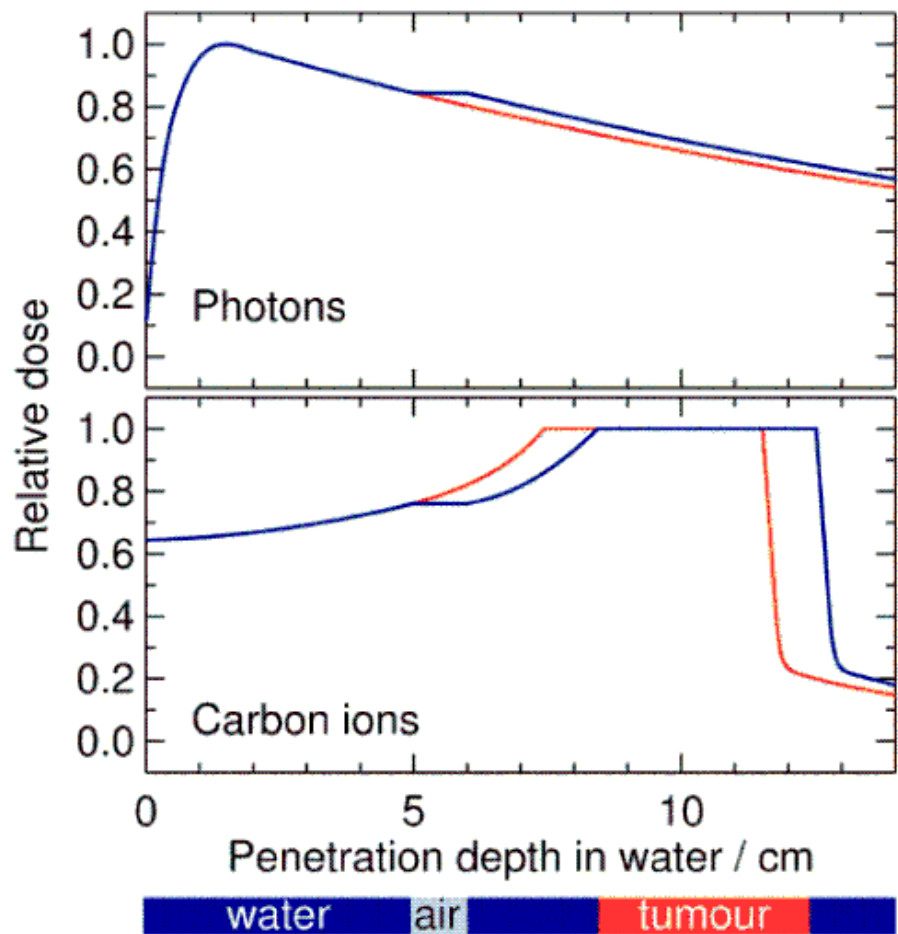
- Fokuzovaný laserový svazek dopadá na tenkou folii
- „zahřáté“ elektrony opouštějí folii a vytvářejí silné elektrické pole, které urychluje ionty

Laserový systém DRACO (Drážďany):

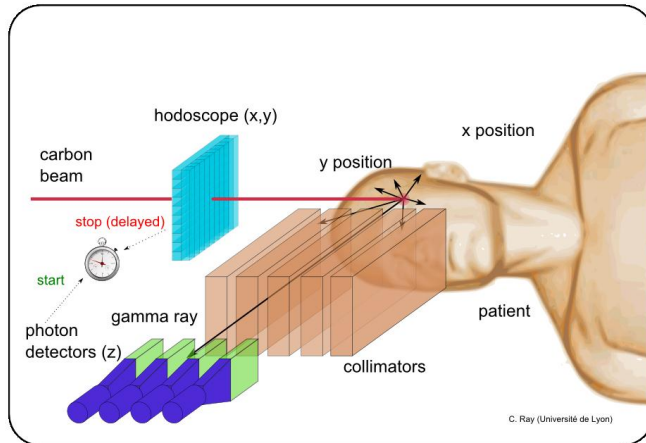
- Radiobiologické experimenty
- Výkon 150 TW
- Ultrakrátké laserové pulzy ~ 30 fs o energii 3J
- Ohnisko o průměru 3 μm
- Titanová folie o tloušťce 2 μm
- Intenzita $10^{21} \text{ W.cm}^{-2}$
- Energie protonů okolo 10 MeV
- Při zvýšení výkonu na 500 TW lze očekávat dosažení energií 50 MeV.



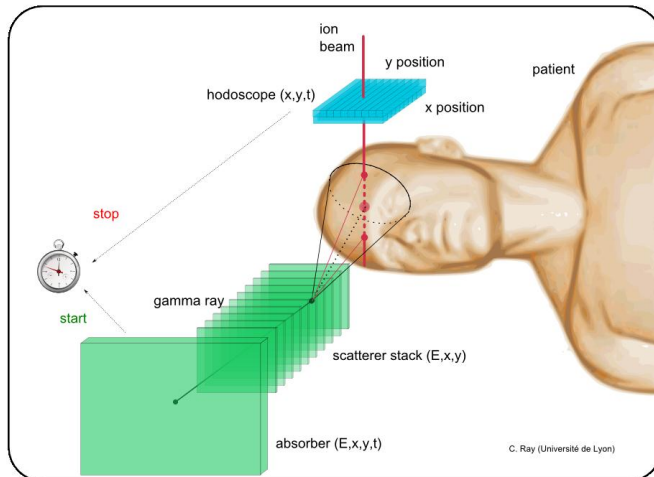
Monitorování dosahu svazku při léčbě



Monitorování dosahu svazku při léčbě



Kolimovaná kamera



Comptonova kamera

- Měření okamžitého gama
 - Vzniká jadernými reakcemi v těle pacienta v časech $\ll 1$ ns

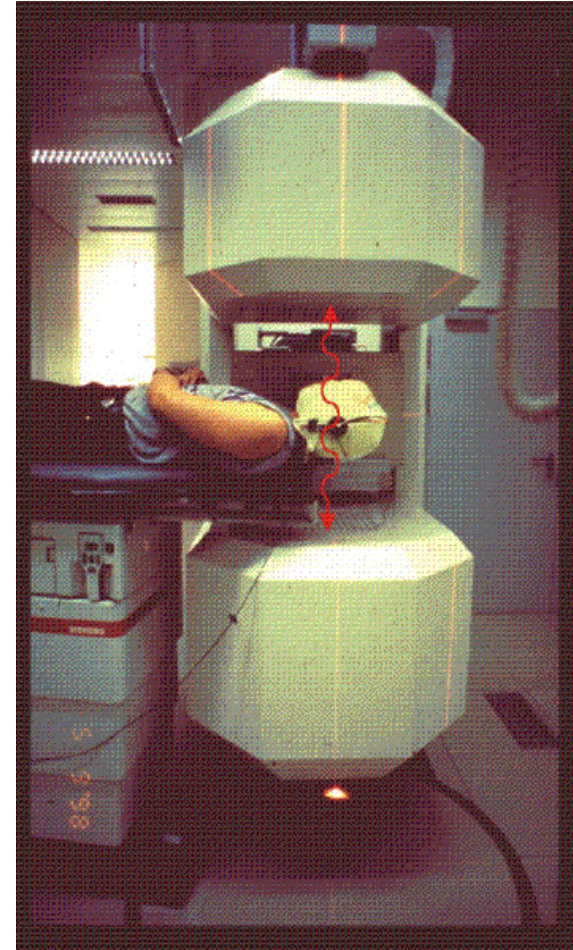
Hodoscope

- Pole scintilačních vláken
- Časové rozlišení < 1 ns



Monitorování dosahu svazku při léčbě

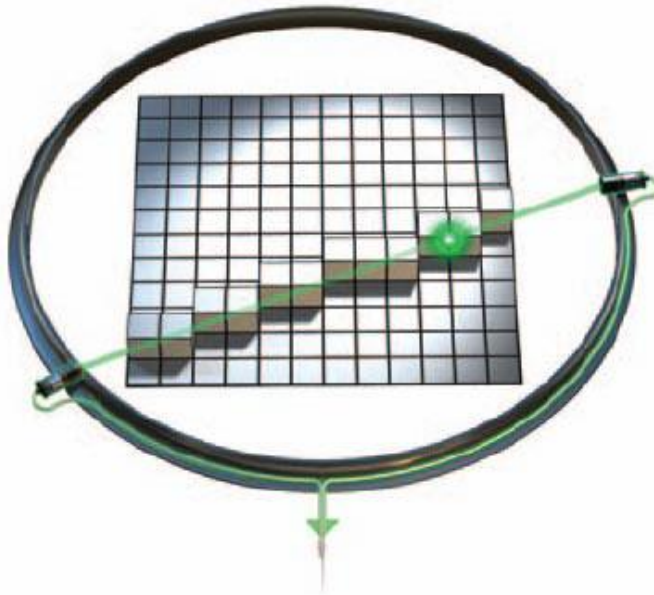
- In-beam PET monitoring
 - detekce β^+ aktivních fragmentů vznikajících interakcemi hadronů s ozařovanou tkání (^{11}C , ^{15}O , ^{10}C)
 - $^{12}\text{C} \rightarrow ^{11}\text{C} + n$
 $^{11}\text{C} \rightarrow ^{11}\text{B} + e^+ + \nu$ ($T_{1/2} \sim 20 \text{ min}$)
 $e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$
 - detekce scintilačními krystaly
 - využití standardní technologie pro PET
 - time of flight (TOF)



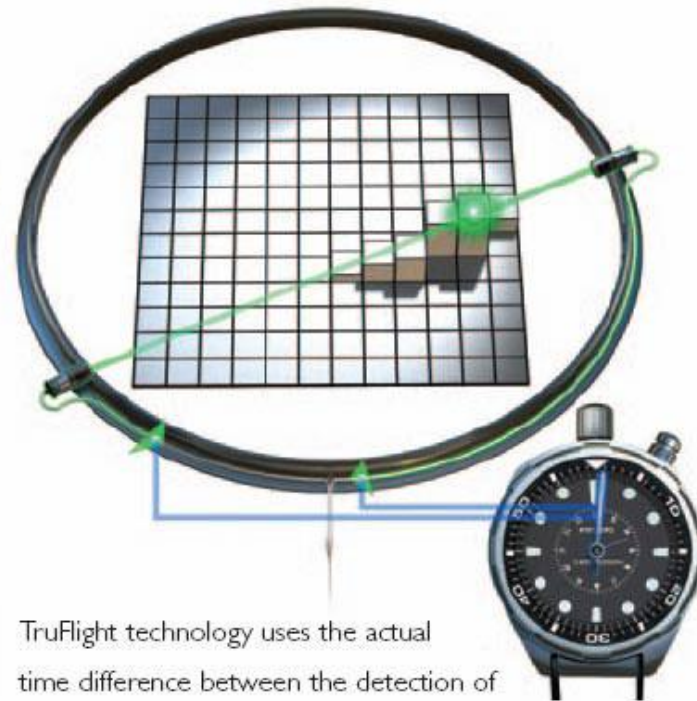
GSI Darmstadt

Time of Flight PET

Philips TruFlight: The solution to better PET imaging



In conventional PET imaging, it's possible only to know that a coincident event has taken place on the line of response, but not the actual location of the event.



TruFlight technology uses the actual time difference between the detection of coincident events to more accurately identify the origin of the annihilation. Better identification leads to a quantifiable improvement in image quality.



**NADACE
VÝCHODOČESKÁ
ONKOLOGIE**