

Akceleratory medyczne

Akcelerator elektronów i fantom wodny w Centrum Onkologii przy ul Rentgena w Warszawie,

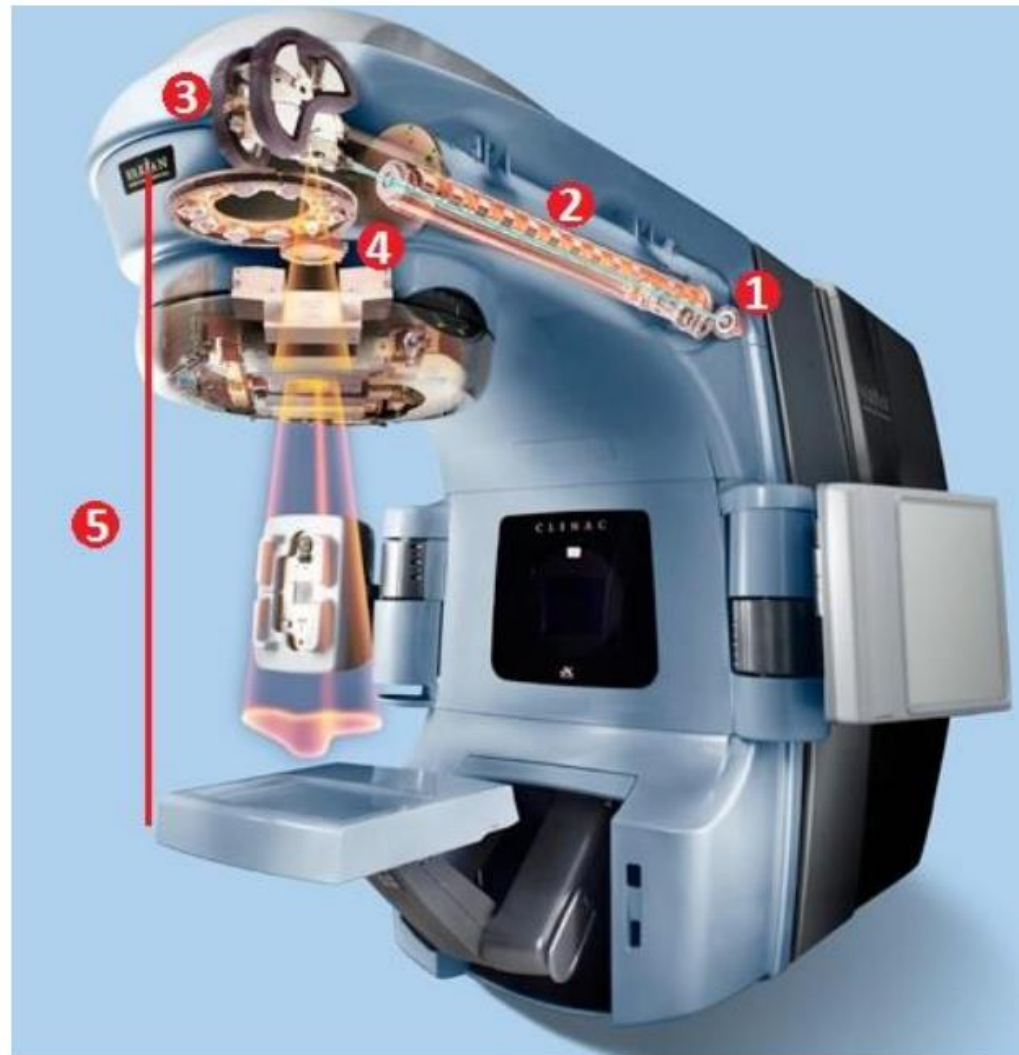
Prezentuje nam
w czasie wizyty w
ramach zajęć z
MTJ - była nasza
studentka, a
później pracownik
CO.



Akceleratory medyczne elektronów

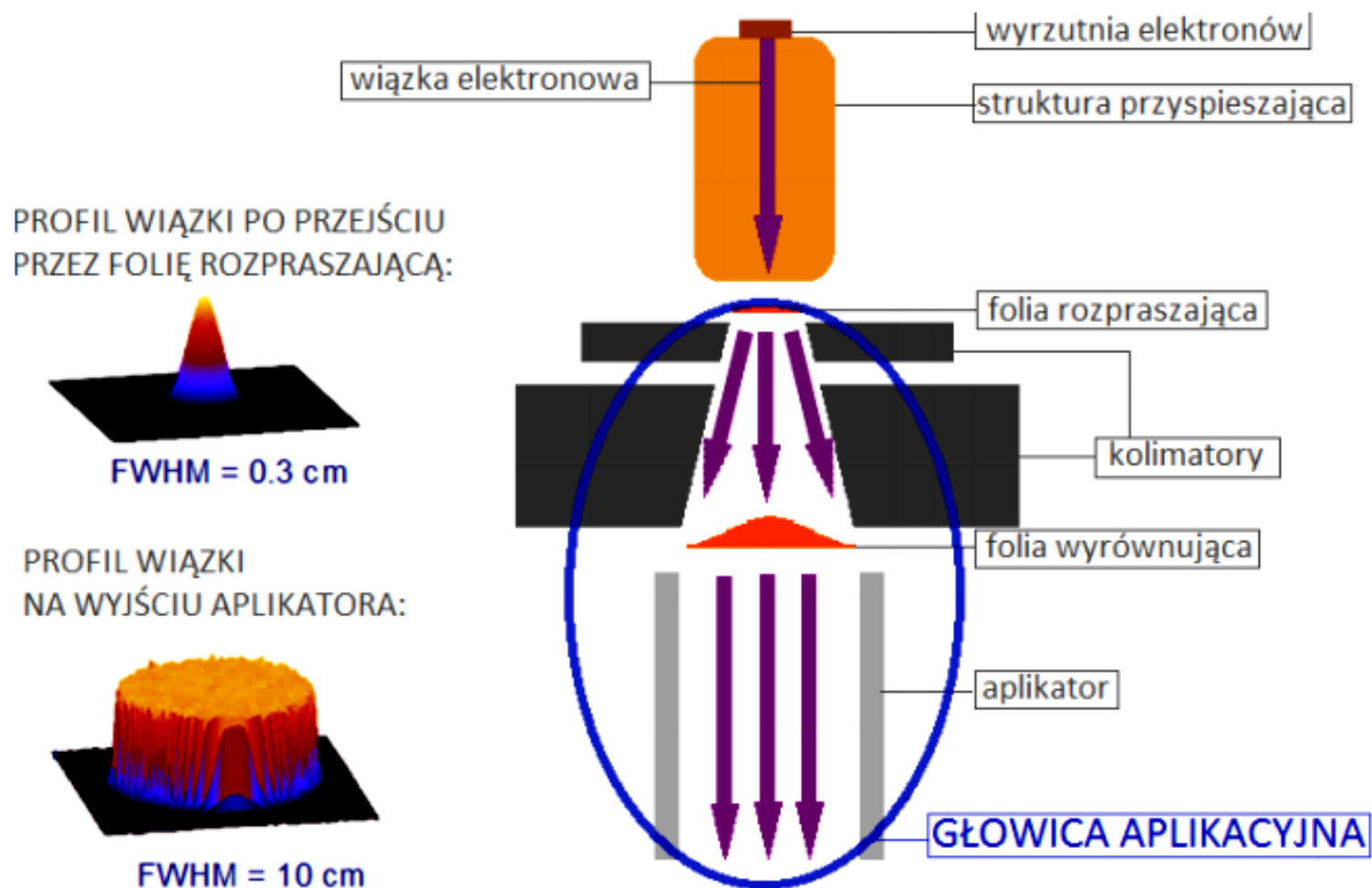
<http://www.if.pw.edu.pl/~pluta/pl/dyd/mtj/zal1/pz14/E-Oponowicz.pdf>

„Zasadniczym celem terapii jest takie zoptymalizowanie właściwości promieniowania, aby odpowiednio duża dawka została dostarczona do nowotworu przy jednoczesnej minimalizacji napromieniowania tkanek zdrowych, co szczególnie dotyczy narządów krytycznych, np. szpiku kostnego.”



Rys. 1.3. Struktura przyspieszająca [12]

Rys. 1.2. Akcelerator medyczny firmy Varian: 1 – źródło elektronów tzw. działło elektronowe, 2 – struktura przyspieszająca, 3 – układ dewiacji wiązki, 4 – układ dozymetryczny, 5 – układ formowania wiązki terapeutycznej [3]

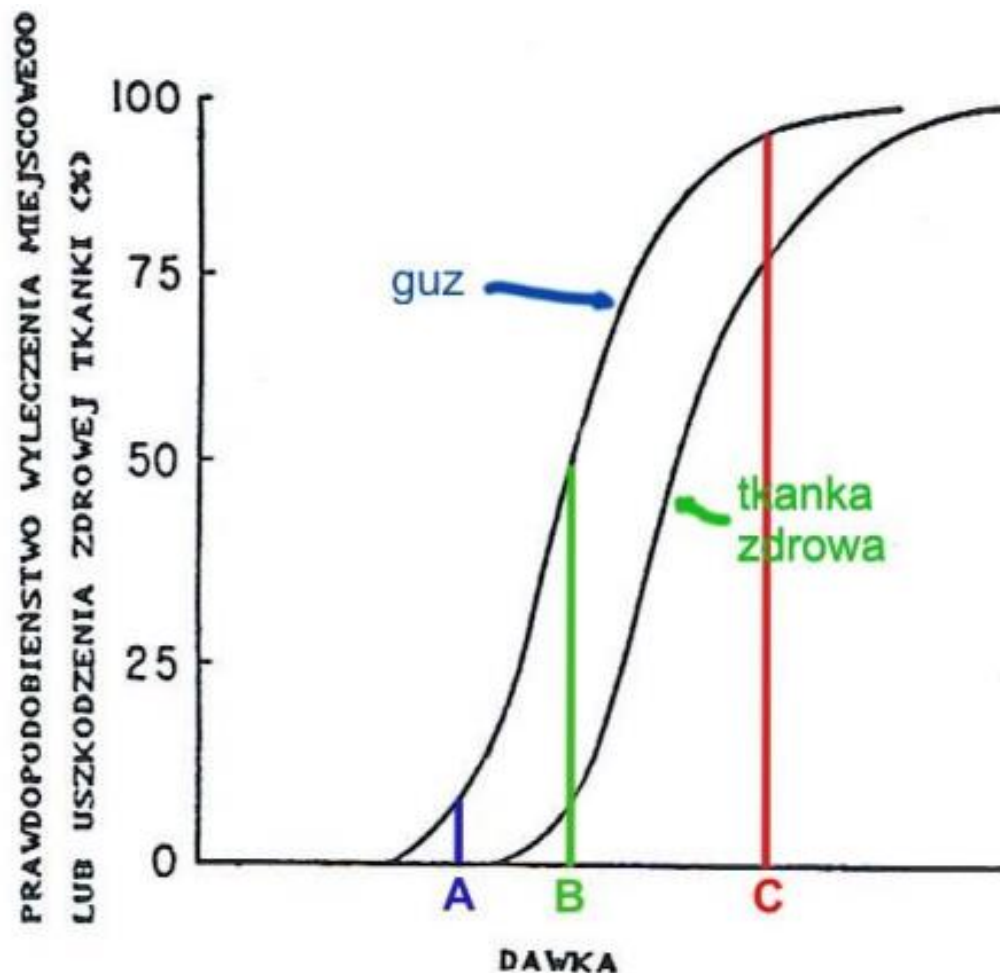


Rys. 1.4. Schemat budowy niskoenergetycznego liniowego akceleratora medycznego (krótka, umieszczona w pionie struktura przyspieszająca) [5]

TELERADIOTERAPIA

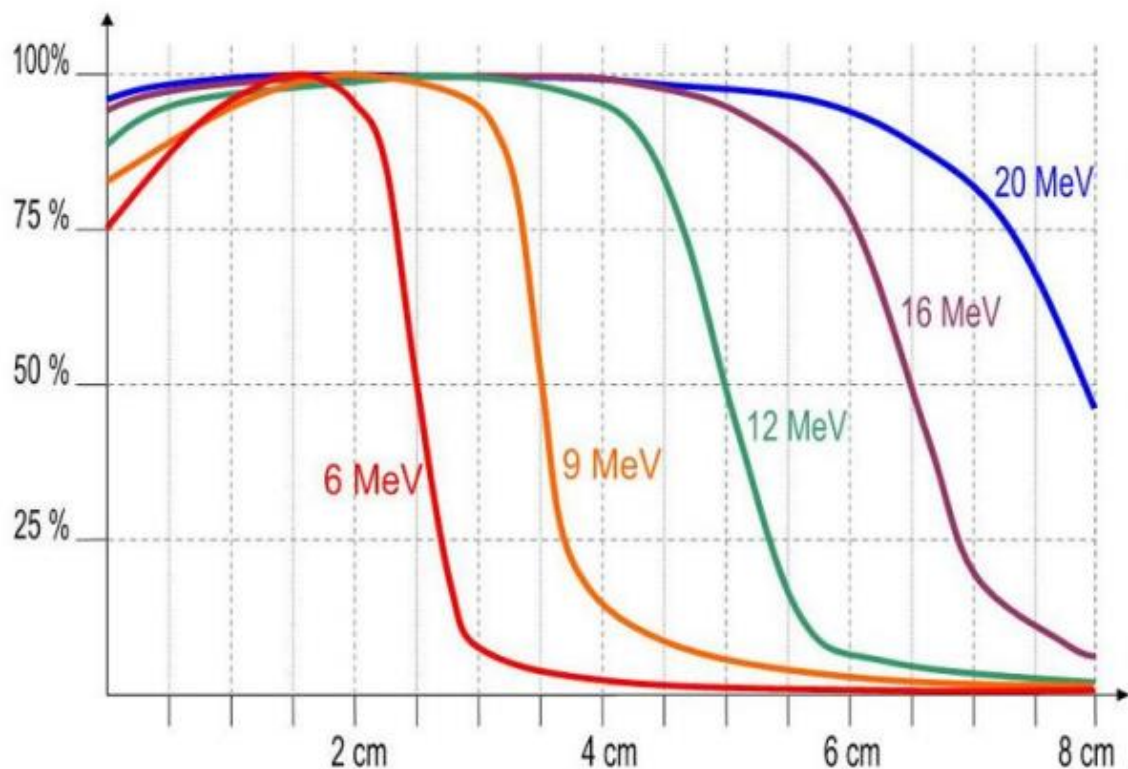
wykorzystanie promieniowania w medycynie

Anna Buszko
Centrum Onkologii-Instytut
im. M. Skłodowskiej-Curie



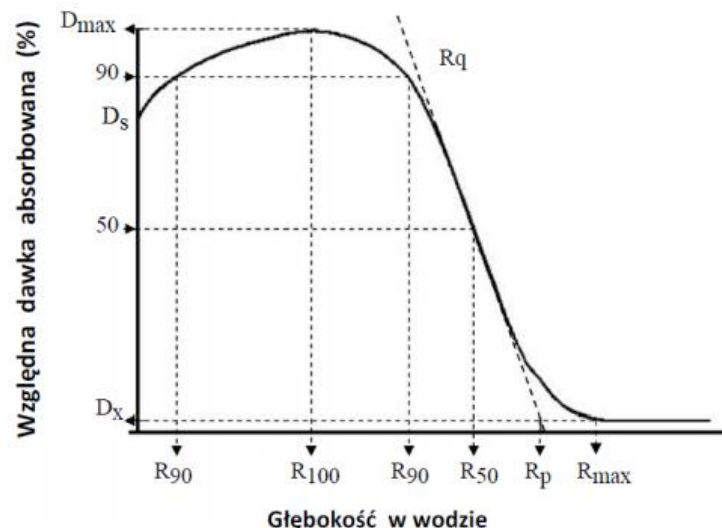
Rys. CO 2. Prawdopodobieństwo wyleczenia miejscowego lub uszkodzenia zdrowej tkanki [CO 2].
punkt A - dawka, która nie uszkadza tkanek zdrowych ale daje małe prawdopodobieństwo wyleczenia
punkt B - dawka o małym prawdopodobieństwie uszkodzenia tkanek zdrowych i ~ 50%
prawdopodobieństwie wyleczenia guza
punkt C - dawka o bardzo dużym prawdopodobieństwie wyleczenia guza oraz dużym
prawdopodobieństwie uszkodzenia tkanek zdrowych

Wraz ze wzrostem energii wiązki zwiększa się głębokość, na której deponowana jest maksymalna dawka promieniowania. Miejsce depozycji największej dawki zależne jest także od rodzaju wiązki, przy czym szczególnie korzystne jest stosowanie wiązki elektronowej, dla której maksymalna dawka deponowana nie jest bezpośrednio pod skórą. W przypadku niżej położonej zmiany nowotworowej pozwala to na ochronę powierzchni skóry i zdrowych tkanek leżących ponad guzem. Wraz ze wzrostem energii maksimum charakterystyki przestaje być tak ostro zarysowane. Wiązka elektronowa charakteryzuje się także stosunkowo szybkim spadkiem wartości dawki wraz ze wzrostem głębokości oraz skończonym zasięgiem, co z kolei chroni tkanki zdrowe poniżej nowotworu (Rys. 1.1).

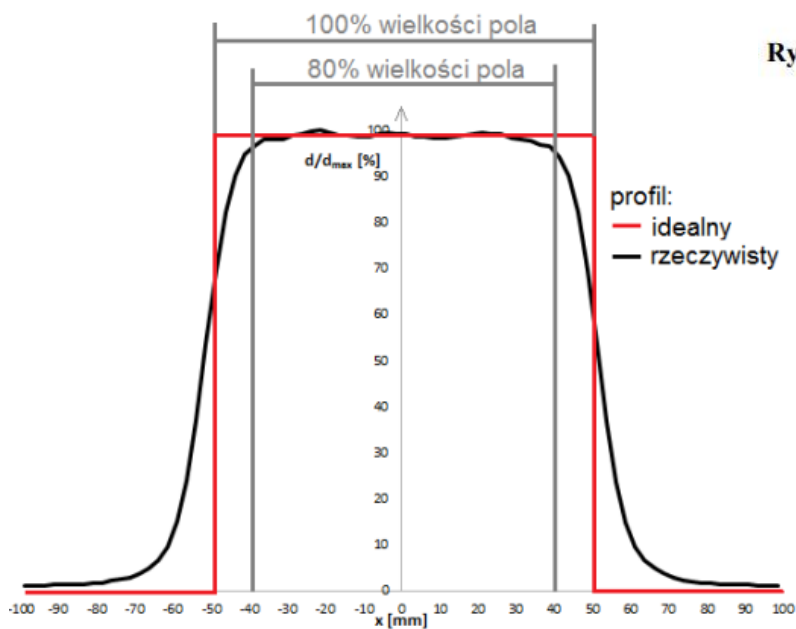


Rys. 1.1. Procentowy rozkład głębokościowy dawki w wodzie dla wiązek elektronowych o różnych energiach [2]

Wykorzystanie wiązki elektronowej do zastosowań radioterapeutycznych wymaga, aby rozkład przestrzenny dostarczonej dawki (profil) był równomierny w objętości naświetlanego obiektu oraz jak najmniej poza nim.



Rys. 2.1. Procentowy rozkład głębokościowy dawki promieniowania elektronowego w wodzie



Rysunek 2.2. Profile wiązki (idealny i rzeczywisty) dla pola napromieniania o wielkości

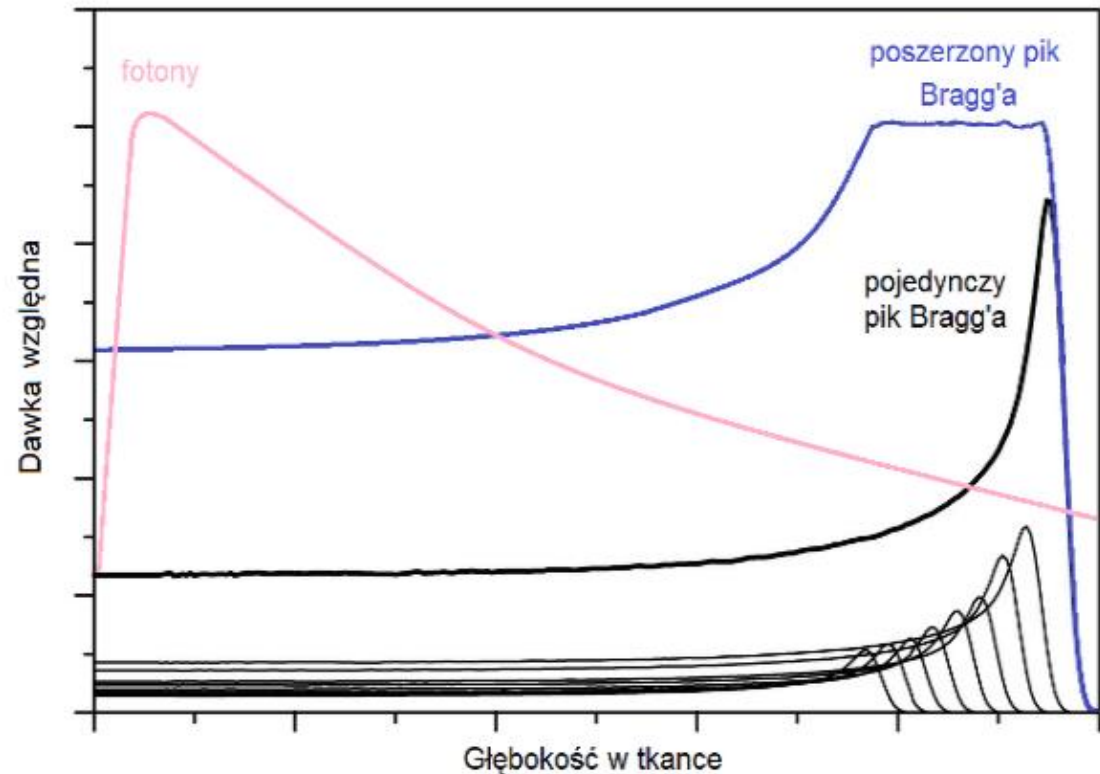
10 x 10 [cm²]

Wynika zatem, że w idealnej sytuacji spadek dawki promieniowania powinien być skokowy na granicy pola terapeutycznego. W rzeczywistości jednak, ze względu na oddziaływania, osiągnięcie takiego profilu nie jest możliwe.

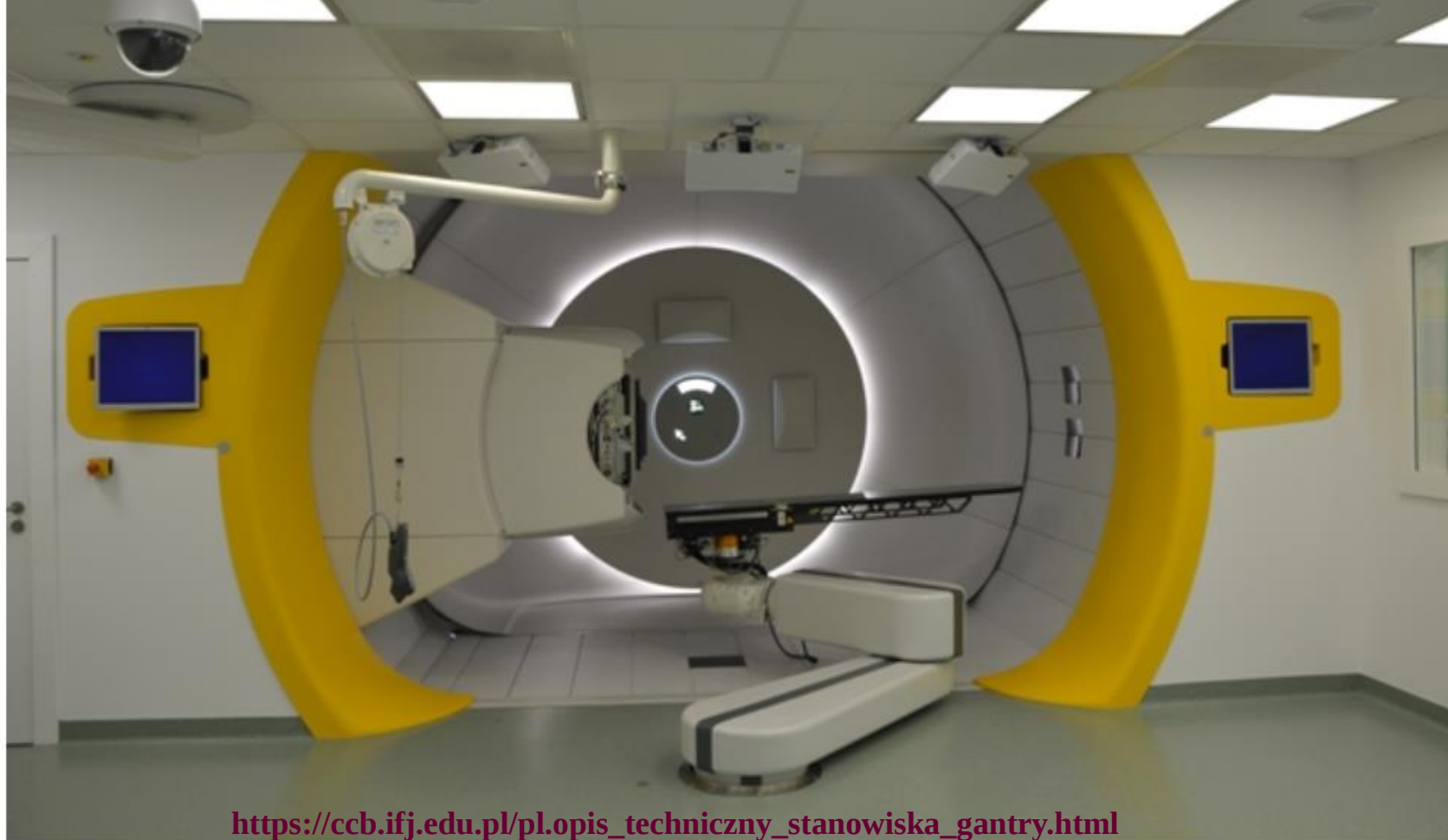


Główną zaletą protonoterapii jest możliwość precyzyjnego dostarczenia wysokich dawek promieniowania do zmian nowotworowych przy jednoczesnym oszczędzeniu tkanek zdrowych. Jest to możliwe dzięki temu, że przyspieszone protony przekazują swą energię głównie pod koniec drogi w ciele pacjenta, w obszarze tzw. piku Bragga. Za pikiem Bragg'a dawka bardzo szybko spada, a co za tym idzie tkanki położone głębiej niż obszar napromieniany otrzymują praktycznie zerowe dawki.

Odpowiednio dobierając energie protonów, fizyk może zaplanować leczenie w taki sposób, że wysoka dawka promieniowania zostanie dostarczona jednorodnie w całym obszarze zmiany nowotworowej, przy jednoczesnym oszczędzeniu tkanek zdrowych.



Porównanie rozkładów dawek od wiązki fotonowej (linia czerwona) i protonowej (niebieska). Położenie piku Bragga dobiera się do usytuowania i wielkości obszaru leczonego.



https://ccb.ifj.edu.pl/pl.opis_techiczny_stanowiska_gantry.html

Pacjent podczas trwania terapii leży na stole terapeutycznym, który jest osadzony na ramieniu robotycznym umożliwiającym jego ruch w 6 osiach, co pozwala na bardzo precyzyjne pozycjonowanie pacjenta przed napromienianiem. Dodatkowo gantry wyposażone jest w układ dwóch lamp rentgenowskich oraz paneli obrazowych. Przed napromienianiem wykonuje się zdjęcia rentgenowskie wybranego obszaru ciała pacjenta, na podstawie których możliwe jest jego dokładne umieszczenie pacjenta na stole terapeutycznym. Stanowisko gantry jest również wyposażone w system kamer Align RT do pozycjonowania pacjenta i bramkowania wiązki w trakcie przeprowadzania radioterapii. Bramkowanie polega na śledzeniu ruchów oddechowych na klatce piersiowej pacjenta przez system kamer i automatycznym wstrzymywaniu i wznowianiu wiązki w trakcie trwania napromieniania.