

Accelerators around us + Applications of Particle Detectors

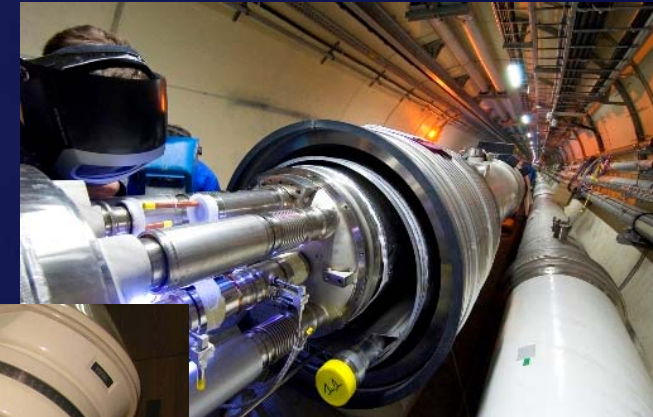
**Akceleratorzy wokół nas
Zastosowania detektorów cząstek
w życiu codziennym**



Sławomir Wronka, 17.04.2007r

Akceleratory – zastosowania

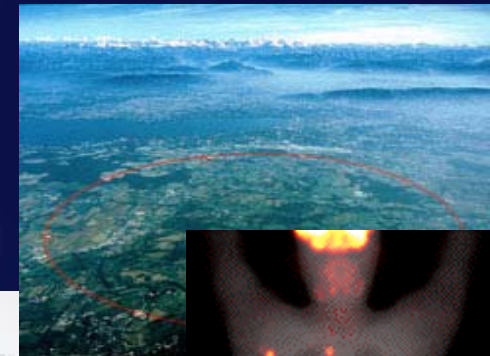
▣ Badania naukowe



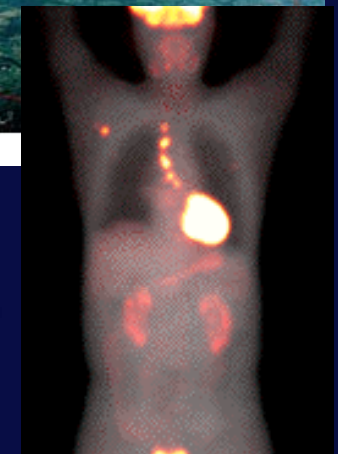
▣ Medycyna



▣ Przemysł



▣ Bezpieczeństwo



Medycyna

▣ Diagnostyka

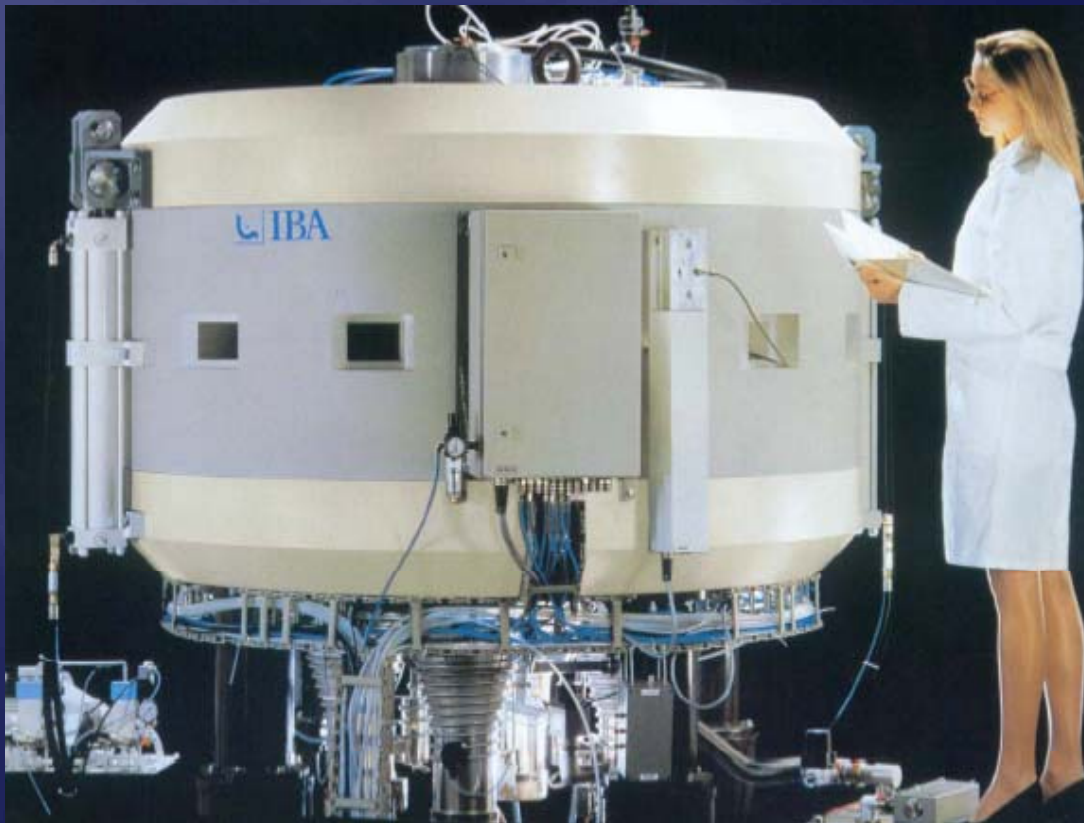
- Produkcja izotopów → PET
- Detektory w obrazowaniu → CT, SPECT, PET

▣ Terapia

- Radioterapia „standardowa”
- Radioterapia protonami, ciężkimi jonami
- Wykorzystanie neutronów

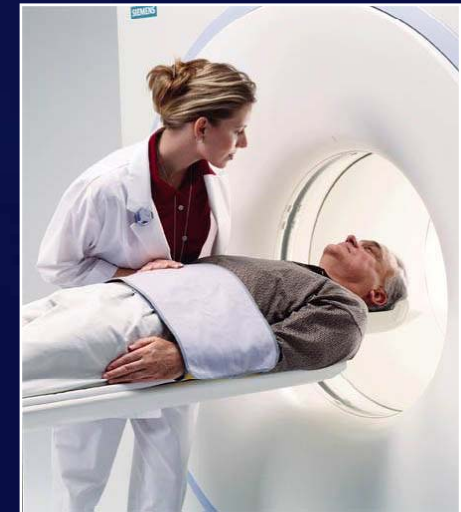
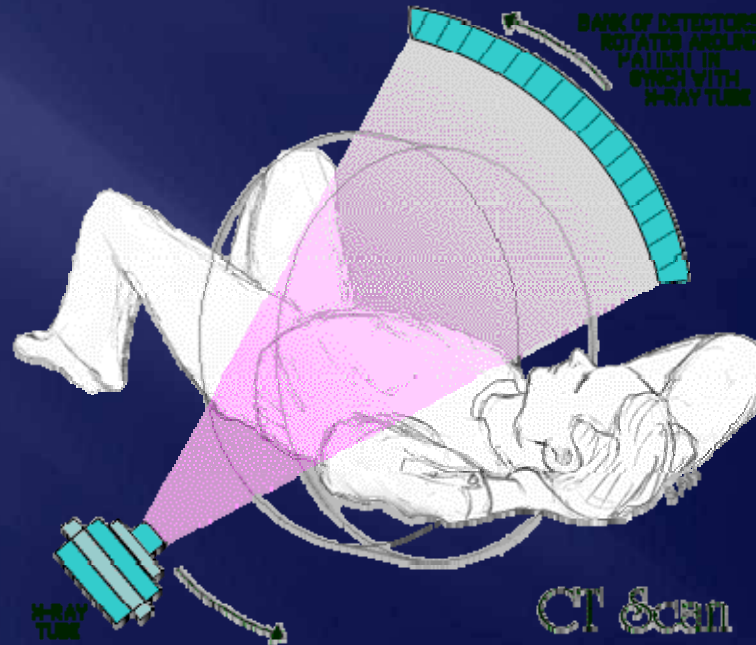
Diagnostyka medyczna

▣ Produkcja izotopów do PET



- Izotopy krótkożyciowe
- Produkcja w szpitalu
- „Kompaktowe” cyklotrony, wiązka protonów $\sim 15\text{MeV}$

Tomografia komputerowa - CT

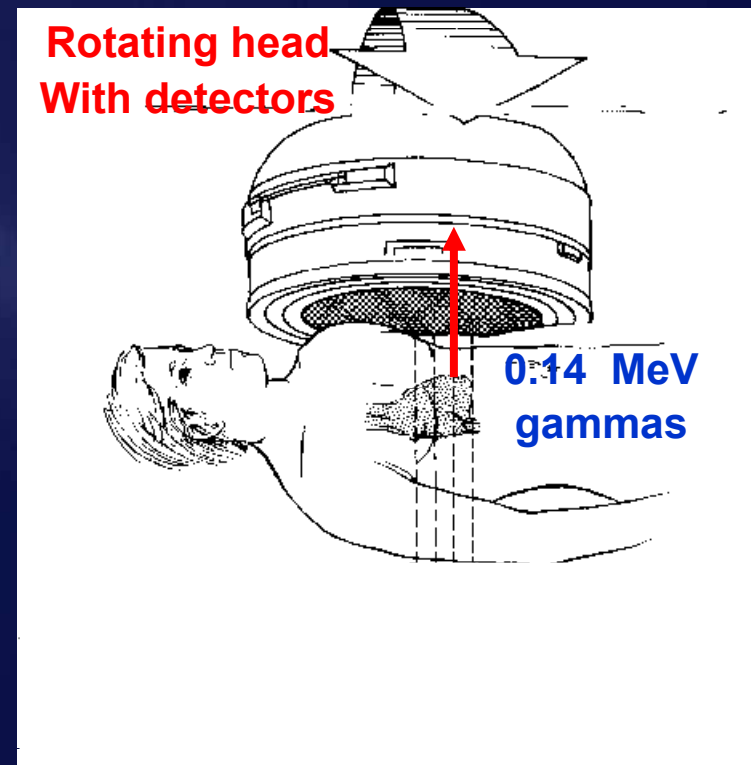


18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

SPECT scanner

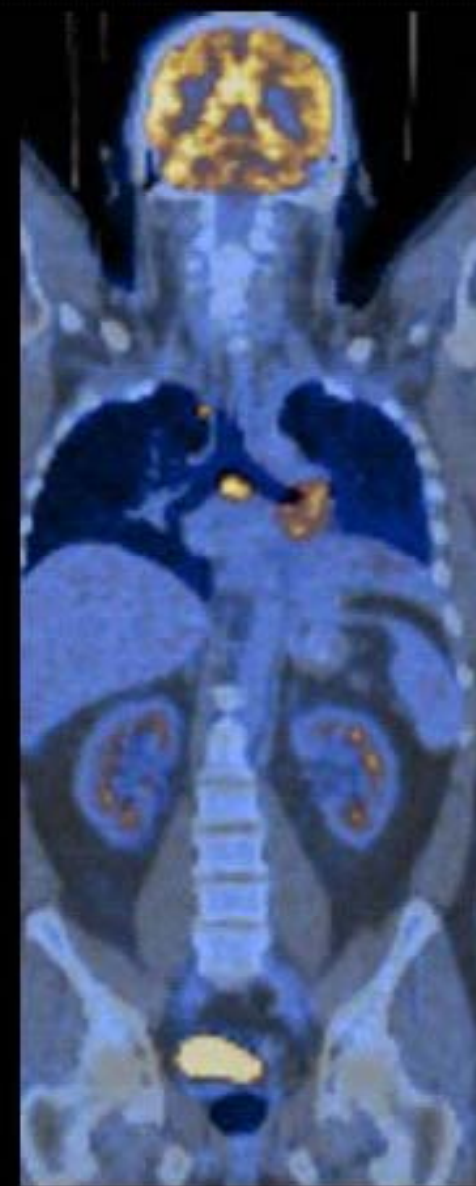
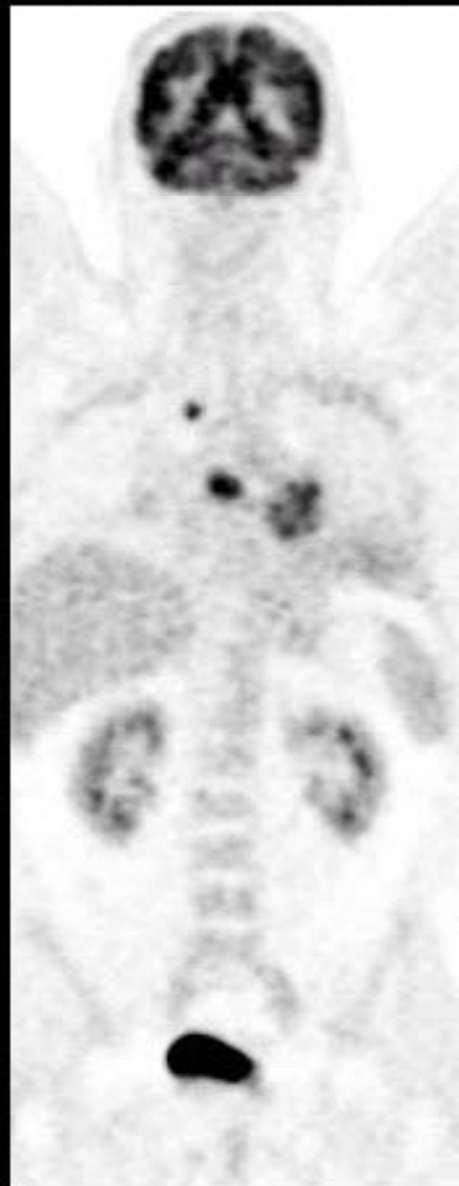
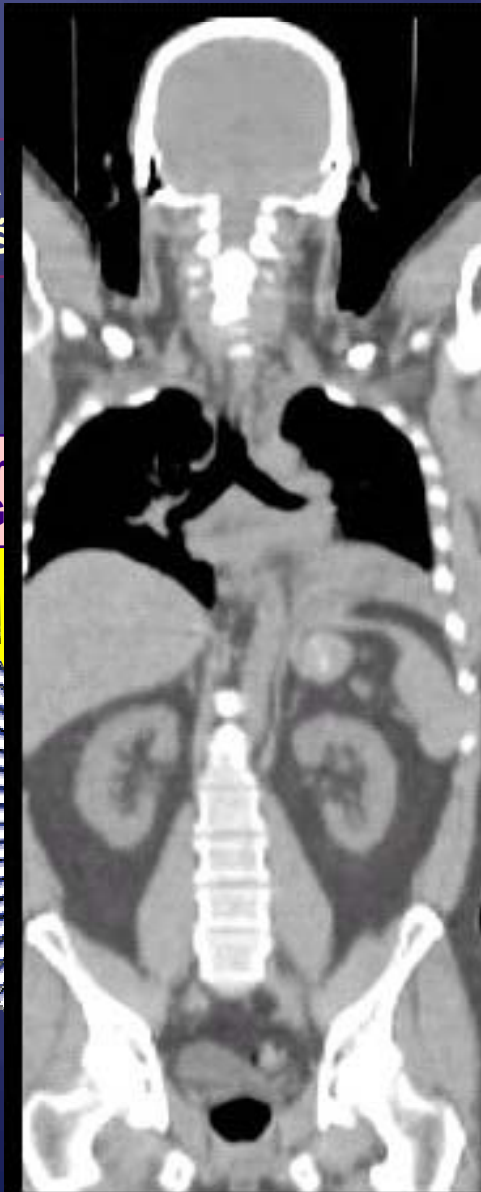
85% wszystkich badań w medycynie nuklearnej wykorzystuje ^{99}Tc



Positron Emission Tomography (PET)

Używa
najczęściej

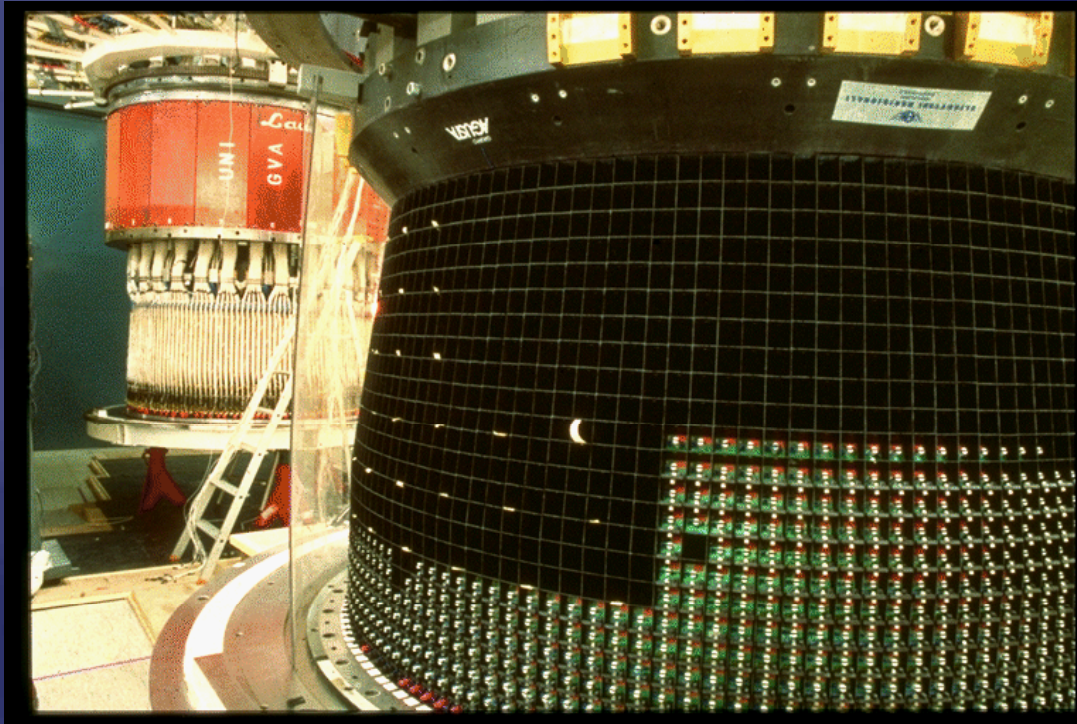
Gamma r
(Ex. BG



tron

ET

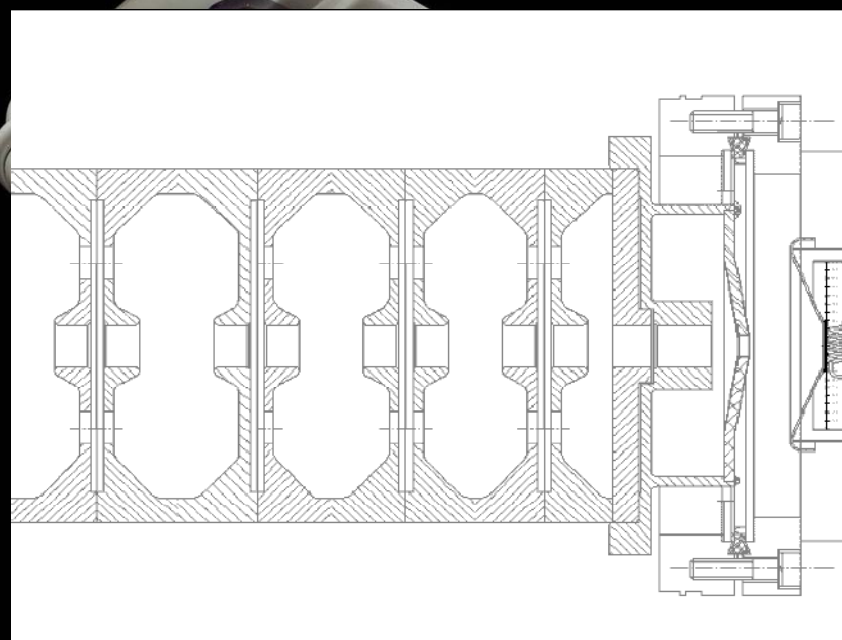
The BGO calorimeter of the L3 experiment at LEP (CERN 1989-2000)



BGO crystals have been developed for detectors in particle physics

- ▣ 11000 BGO crystals
- ▣ Precise measurement of the energy deposited by the particles
- ▣ Almost 4π coverage

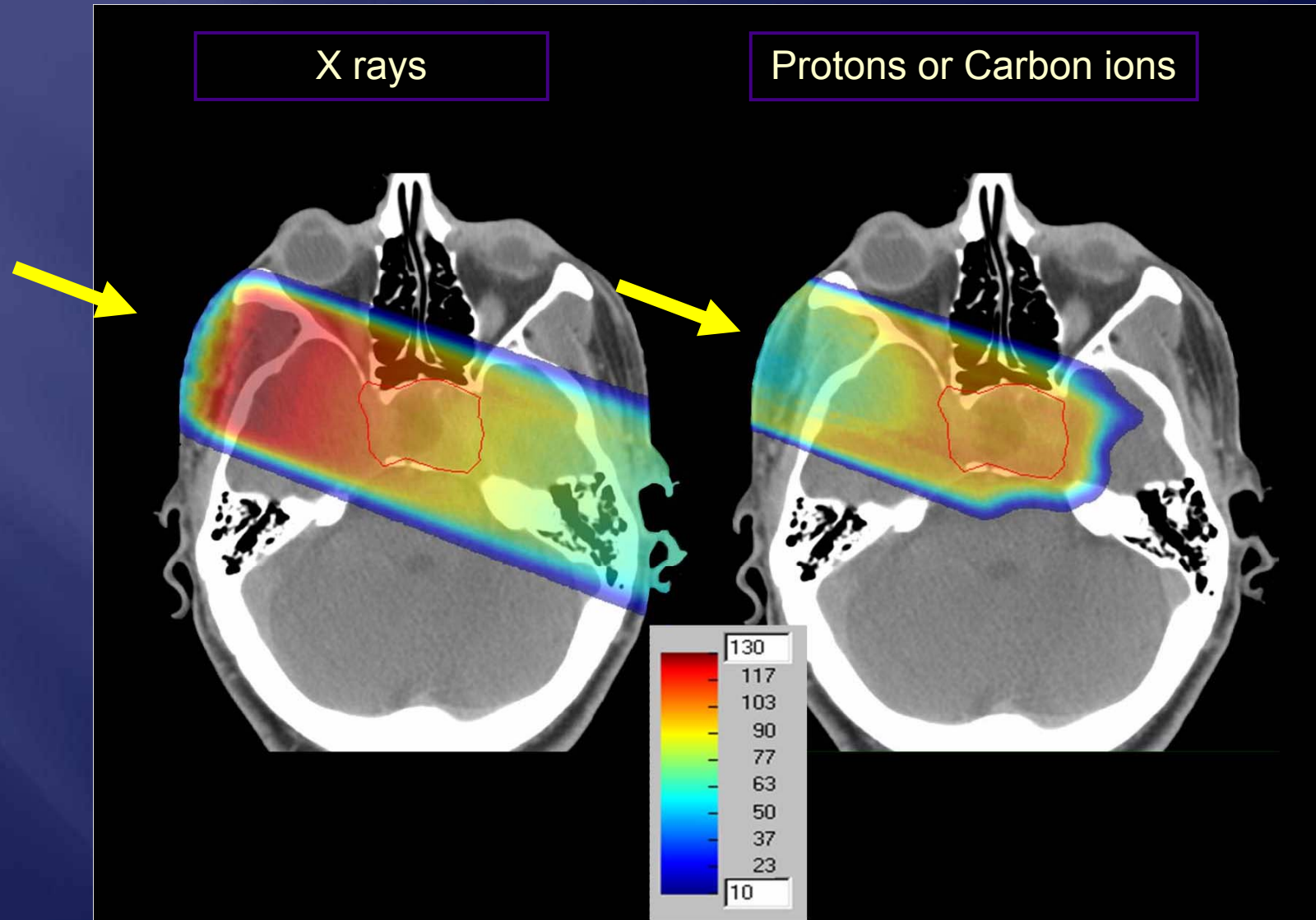
Radioterapia: X, e⁻



18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

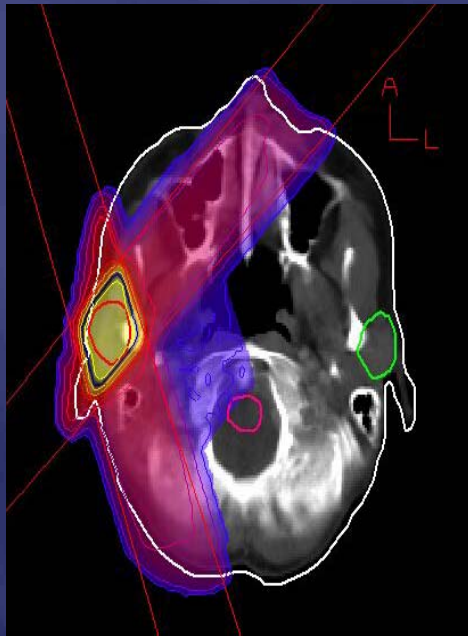
X-rays vs protons



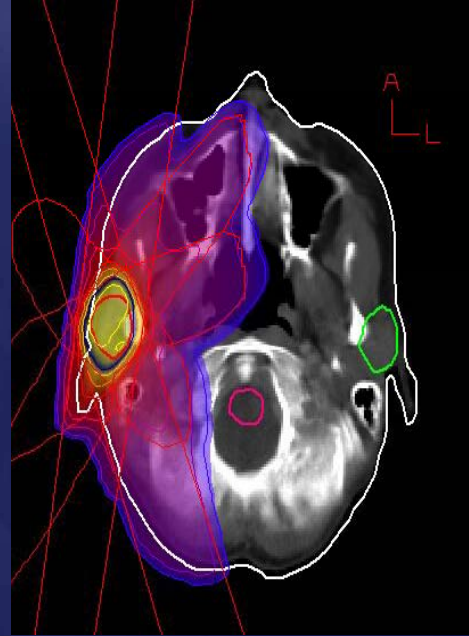
Comparison of Treatment Plans

Glandula parotid cancer

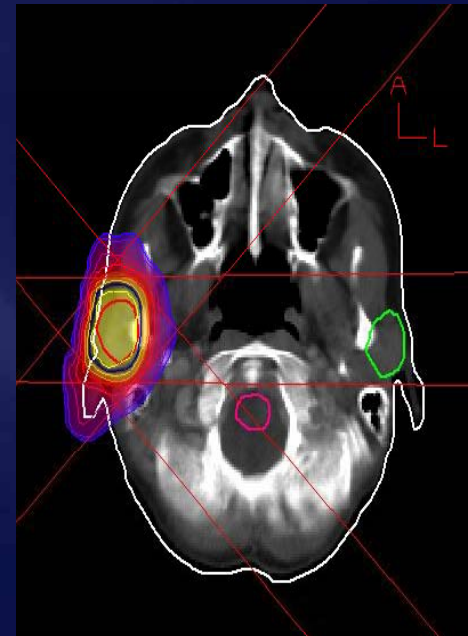
Photons 2 fields



Photons 5 fields



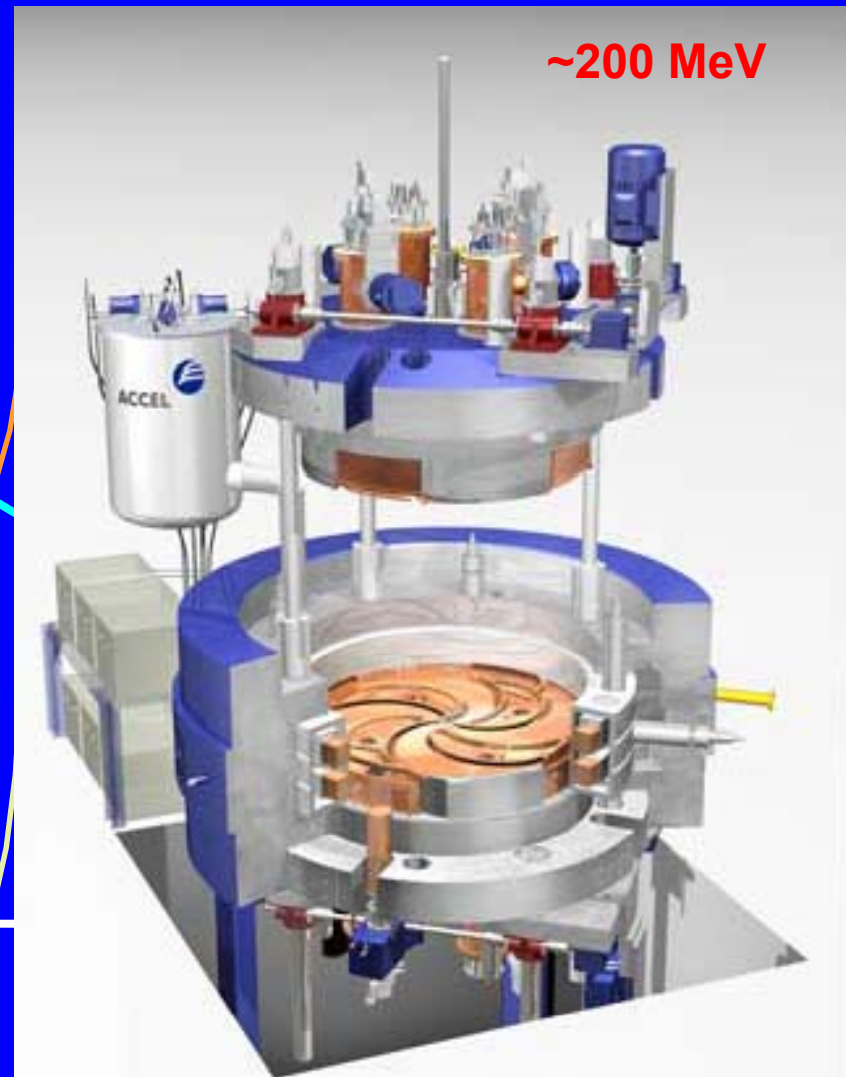
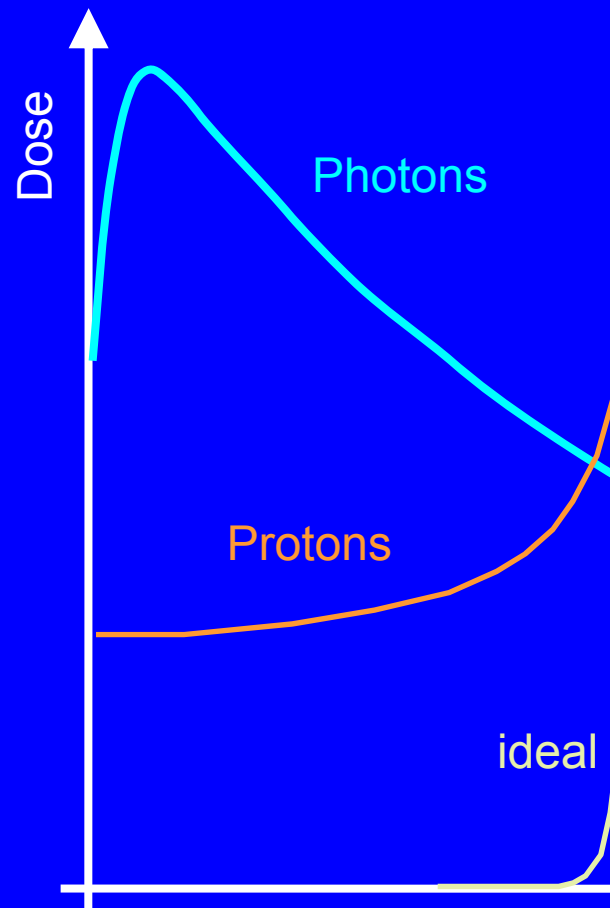
Protons 3 fields

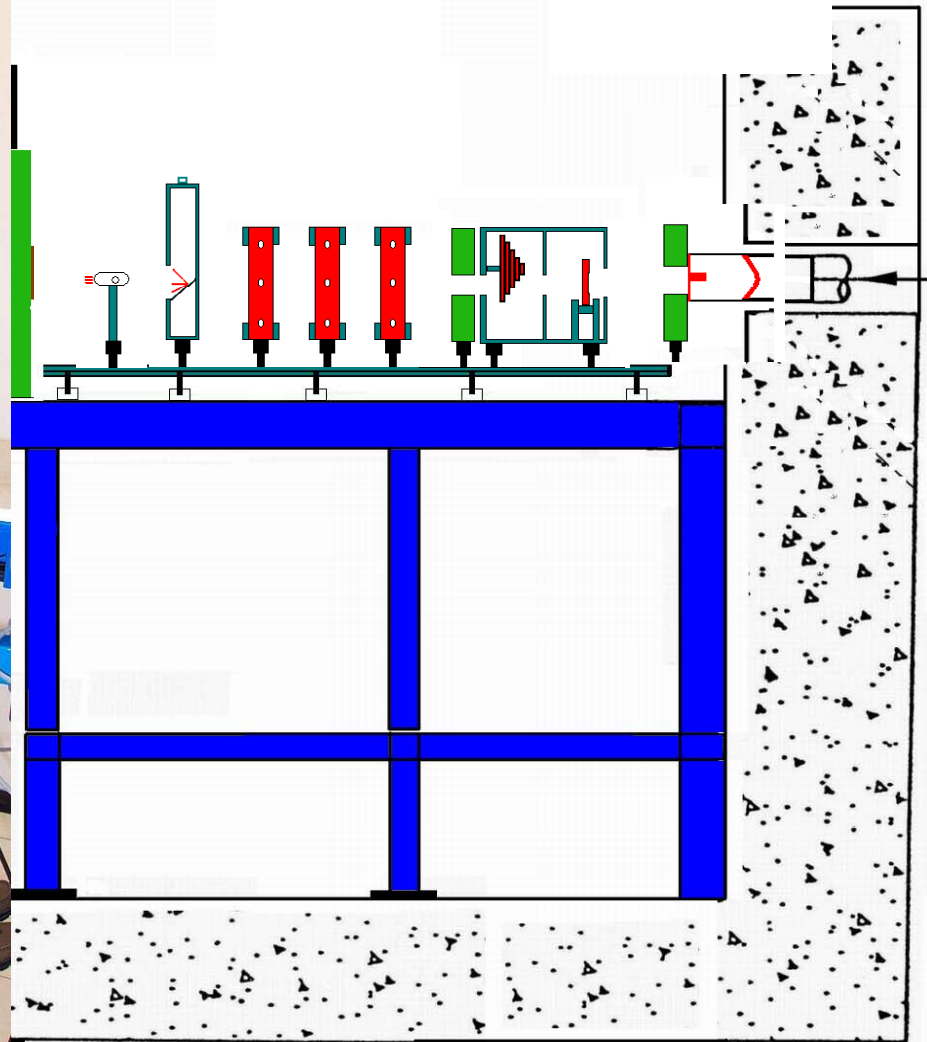


100.0
95.0
90.0
80.0
70.0
50.0
30.0
10.0
5.0
95.0

Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie, AKH, Wien

The ideal depth-dose distribution?





Terapia jonami węgla

1998 - GSI pilot project

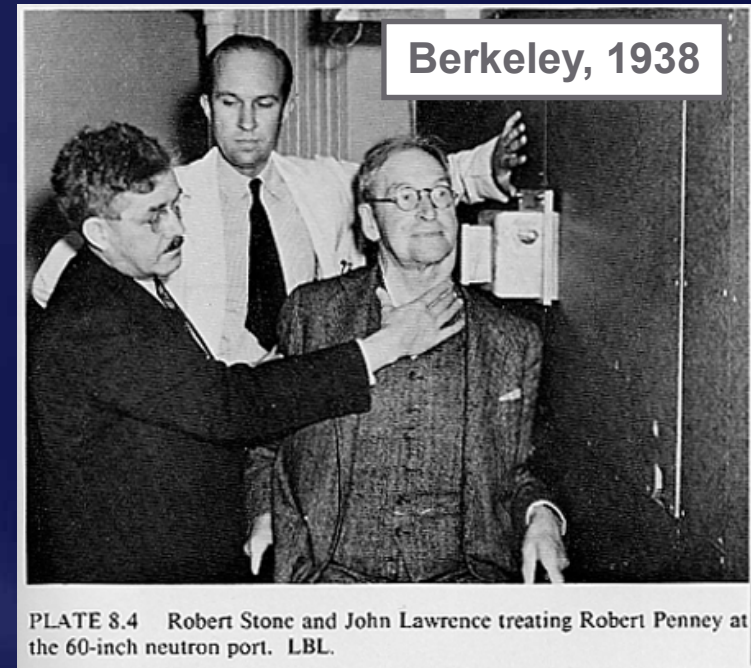
200 patients treated
with carbon ions



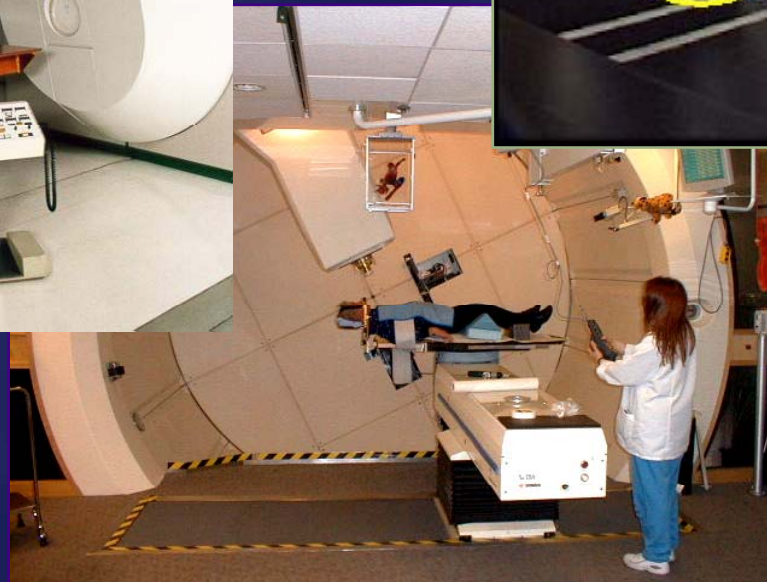
PET on-beam

Terapia neutronami

- ▣ Rozkład dawki – podobny do fotonów
- ▣ Produkcja w cyklotronie ($p + \text{Be}$)
- ▣ Silne oddziaływanie biologiczne – stosowane do „opornych” guzów
- ▣ Około 9 ośrodków na świecie



Bramki obrotowe



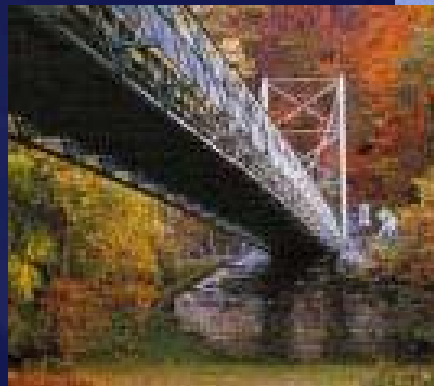
18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

Przemysł



- ▣ Sterylizacja (medyczny sprzęt jednorazowy, woda, żywność, pasza)
- ▣ „Obróbki” radiacyjne
- ▣ Ochrona środowiska
- ▣ Radiografia



18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

Sterylizacja

Sterylizacja radiacyjna sprzętu i materiałów medycznych jest prowadzona w celu zabicia drobnoustrojów i ich form przetrwalnikowych. Proces wykorzystuje silne właściwości bakteriobójcze promieniowania jonizującego, polegające głównie na nieodwracalnym uszkodzeniu błon komórkowych oraz zakłócaniu procesu replikacji.

Sterylizacja

Główne zalety sterylizacji radiacyjnej to:

1. Prostota procedury i realizacja wyjaławiania w temperaturze pokojowej,
2. Szybkość operacji wyjaławiania i możliwość sterylizacji dowolnej partii wyrobów w systemie ciągłym,
3. Stosowanie całkowicie szczelnych opakowań jednostkowych i zbiorczych,
4. Nieobecność zanieczyszczeń po sterylizacji.

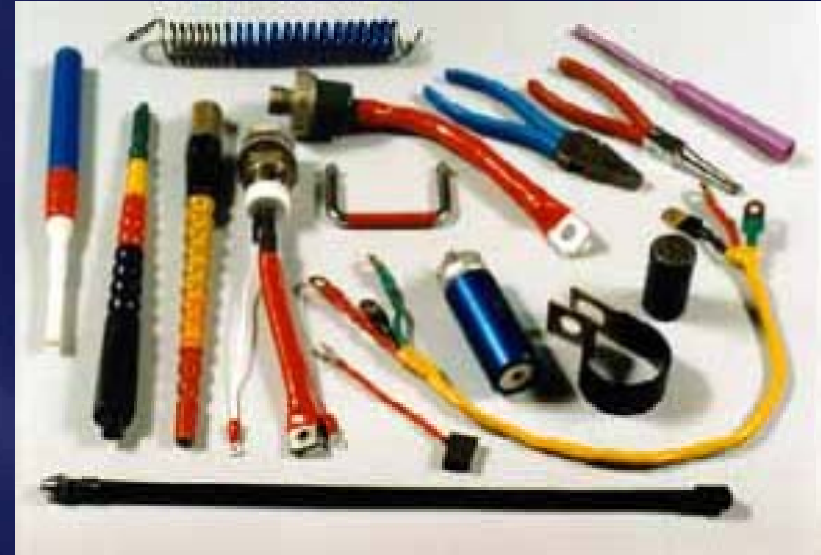


Sterylizacja

- ❑ Sterylizacja radiacyjna nie wywołuje radioaktywności w napromieniowanym produkcie, jest więc pod tym względem całkowicie bezpieczna.
- ❑ Czynnikiem sterylizującym mogą być przyspieszone elektrony lub promieniowanie gamma. Oba źródła energii charakteryzują się wysoką efektywnością wyjaławiania.
- ❑ Opakowane wyroby umieszczone w tekturowych kartonach są wprowadzane przy pomocy transportera pod wiązkę elektronów o energii 10 MeV, gdzie w ciągu kilku minut podlegają sterylizacji.
- ❑ IChTJ jest jedynym w Polsce ośrodkiem wykonującym sterylizację radiacyjną wysokoenergetycznymi elektronami. Wykorzystywane są do tego celu dwa akceleratory elektronów - LAE 13/9 i Elektronika 10/10.

„Obróbki” radiacyjne

- ▣ Sieciowanie polimerów, głównie polietylenu w postaci rur i taśm termokurczliwych



„Obróbki” radiacyjne

- ▣ Modyfikacja struktur półprzewodnikowych przy pomocy wiązki elektronów



Uwaga!
Nie wszystkie materiały nadają się do kontaktu z promieniowaniem. Kłopoty z PCW, niektórymi światłowodami.

„Obróbki” radiacyjne

- ▣ Konserwacja obiektów sztuki, renowacja obrazów, starodruków i zabytków kultury.
- ▣ Implantacja jonów – zmiana własności materiałów – np. ostrza tnące, noże, ochrona przed korozją.

Napromienianie żywności

- ▣ Radiacyjna metoda konserwacji żywności



- ▣ Wiązka e^- max. 10MeV, fotony max. 5MeV.

Napromienianie żywności

- ▣ Zapobieganie psuciu się żywności poprzez eliminację bakterii, pleśni, grzybów i pasożytów powodujących jej rozkład;
- ▣ Eliminacja drobnoustrojów chorobotwórczych do poziomu zapewniającego bezpieczeństwo konsumpcji;
- ▣ Przedłużenie okresu składowania świeżych owoców i warzyw poprzez hamowanie naturalnych procesów biologicznych - dojrzewania, kiełkowania, starzenia się produktów.
- ▣ Niezastąpione w przypadku np. przypraw, suszonych warzyw - **eliminowanie konieczności stosowania chemicznych środków konserwujących.**

Napromienianie żywności

- ▣ Prowadzone od wielu lat badania naukowe udowodniły, że poddana obróbce radiacyjnej żywność zachowuje wartość odżywczą oraz jest bezpieczna pod względem toksykologicznym i bakteriobójczym.

Ale... są też wady:

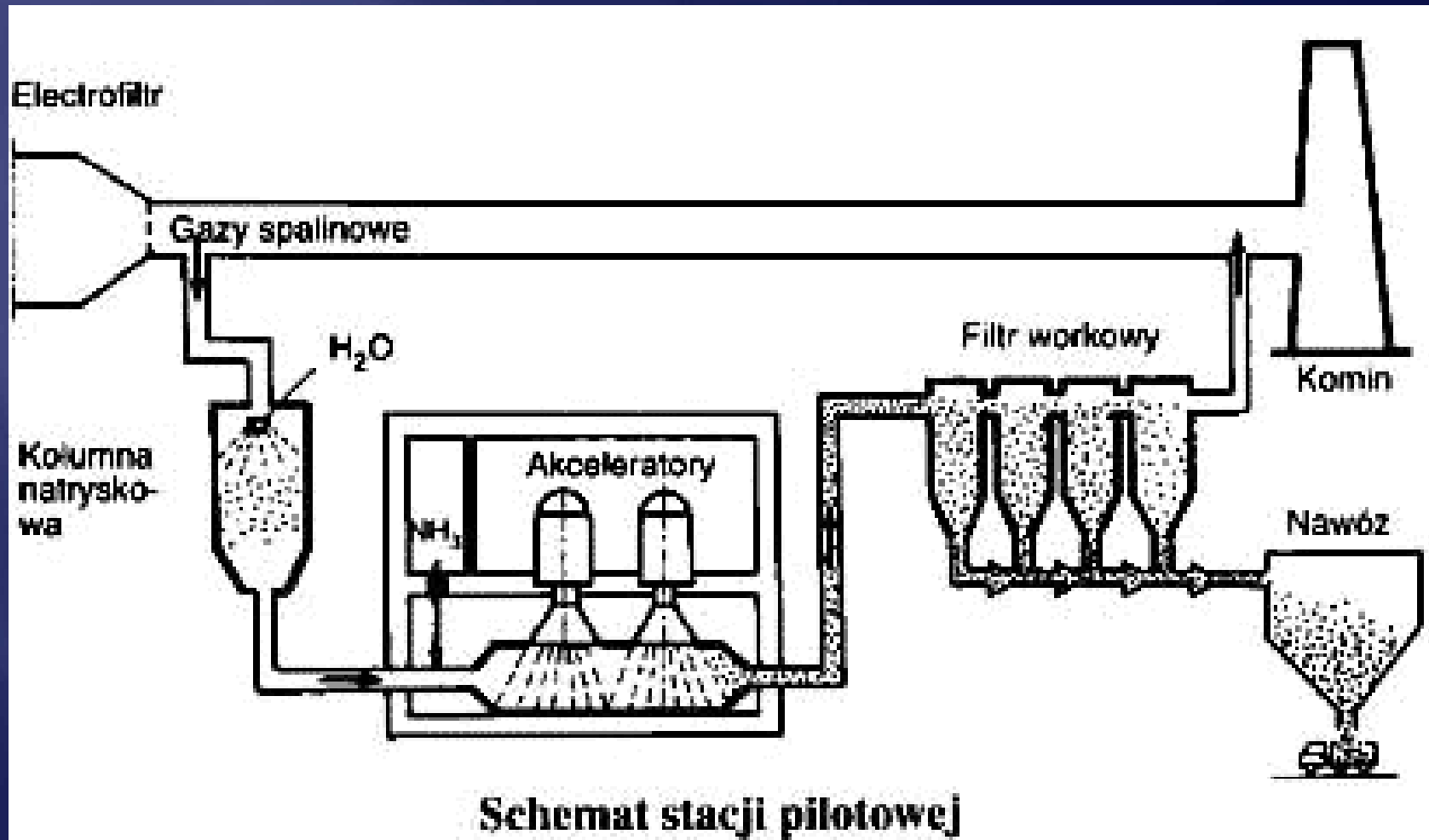
- ▣ Poddawanie napromieniowaniu żywności zanieczyszczonej mikrobiologicznie i wprowadzanie jej do obrotu jako czystej i świeżej. Promieniowanie jonizujące, podobnie jak inne metody utrwalania, zabija drobnoustroje, ale pozostawia ich toksyczne produkty przemiany materii. Tego typu działania są szczególnie niebezpieczne, bo stwarzają możliwość nadużyć nieuczciwym przedsiębiorcom.
- ▣ Poddawanie działaniu promieniowania jonizującego świeżych owoców i warzyw może być mylące dla konsumenta przy ocenianiu ich świeżości i stopnia dojrzałości.
- ▣ Wydłużanie trwałości i czasu przechowywania leży wyłącznie w interesie przedsiębiorcy, a nie konsumenta.

Ochrona środowiska

Usuwanie SO_2 i NO_x z gazów odlotowych przy
użyciu wiązki elektronów

Technologia opiera się na wzbudzeniu cząsteczek gazu za pomocą wiązki elektronów. SO_2 i NO_x są utleniane i reagują z parą wodną tworząc kwasy, które neutralizuje się amoniakiem. Otrzymany stały produkt jest handlowym nawozem sztucznym stosowanym w ogromnych ilościach.

Ochrona środowiska

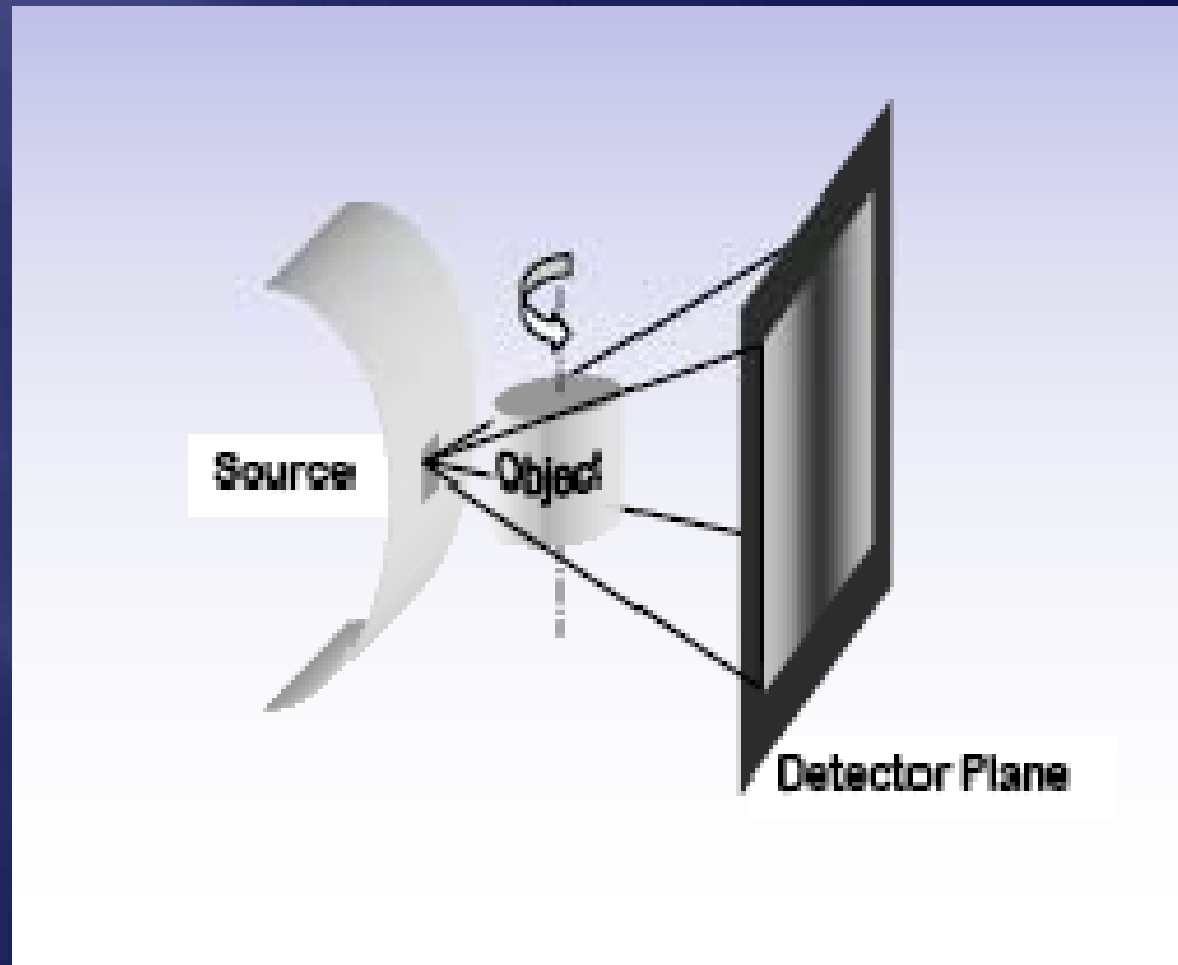


Ochrona środowiska

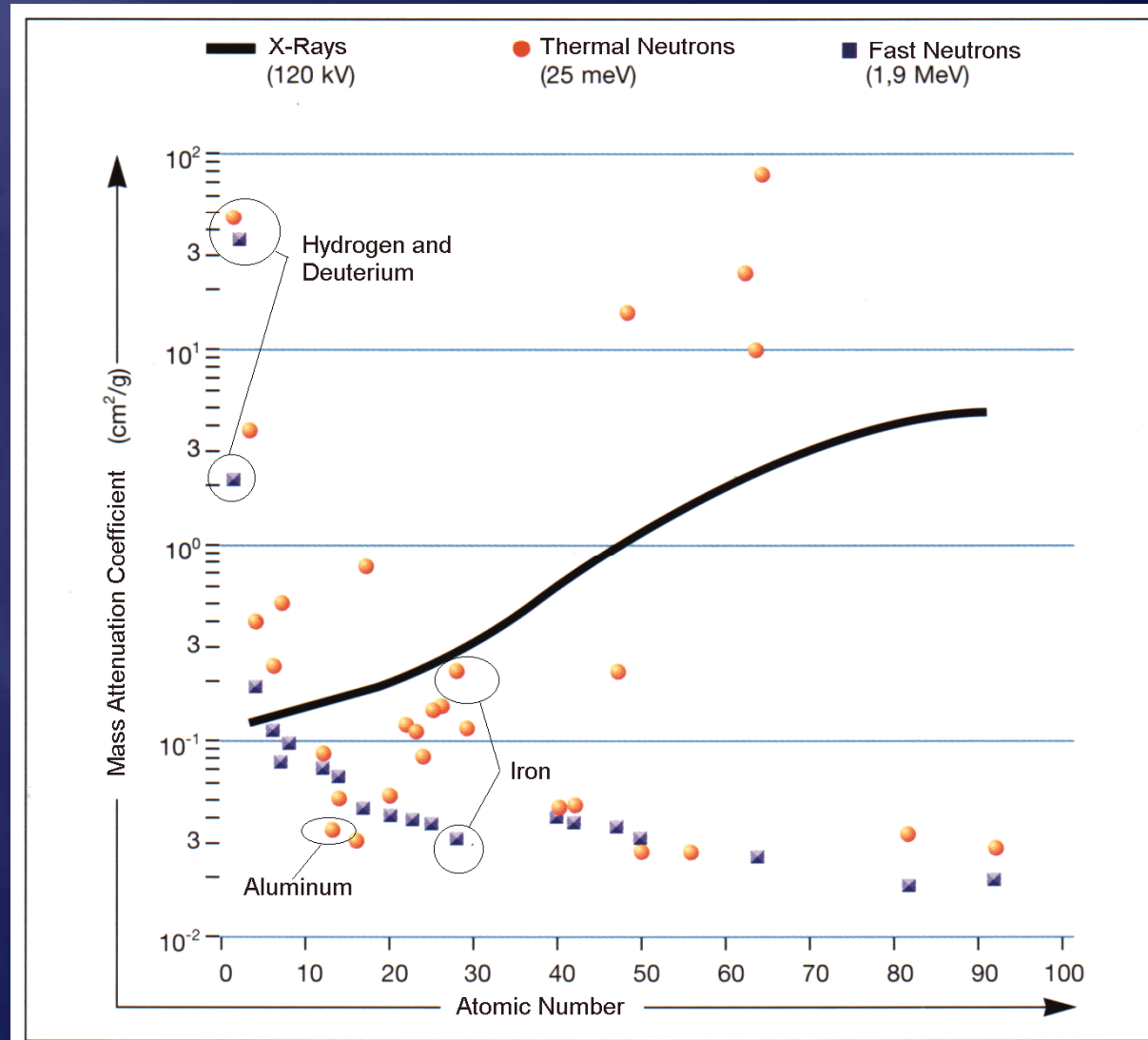
Higienizacja osadów ściekowych przy użyciu wiązki elektronów

Metoda higienizacji dotyczy osadów ściekowych zakażonych drobnoustrojami chorobotwórczymi oraz pasożytami. Tak uzdatnione osady, jeśli nie zawierają nadmiernych ilości metali ciężkich, stanowią doskonały, sanitarnie bezpieczny, nawóz organiczny.

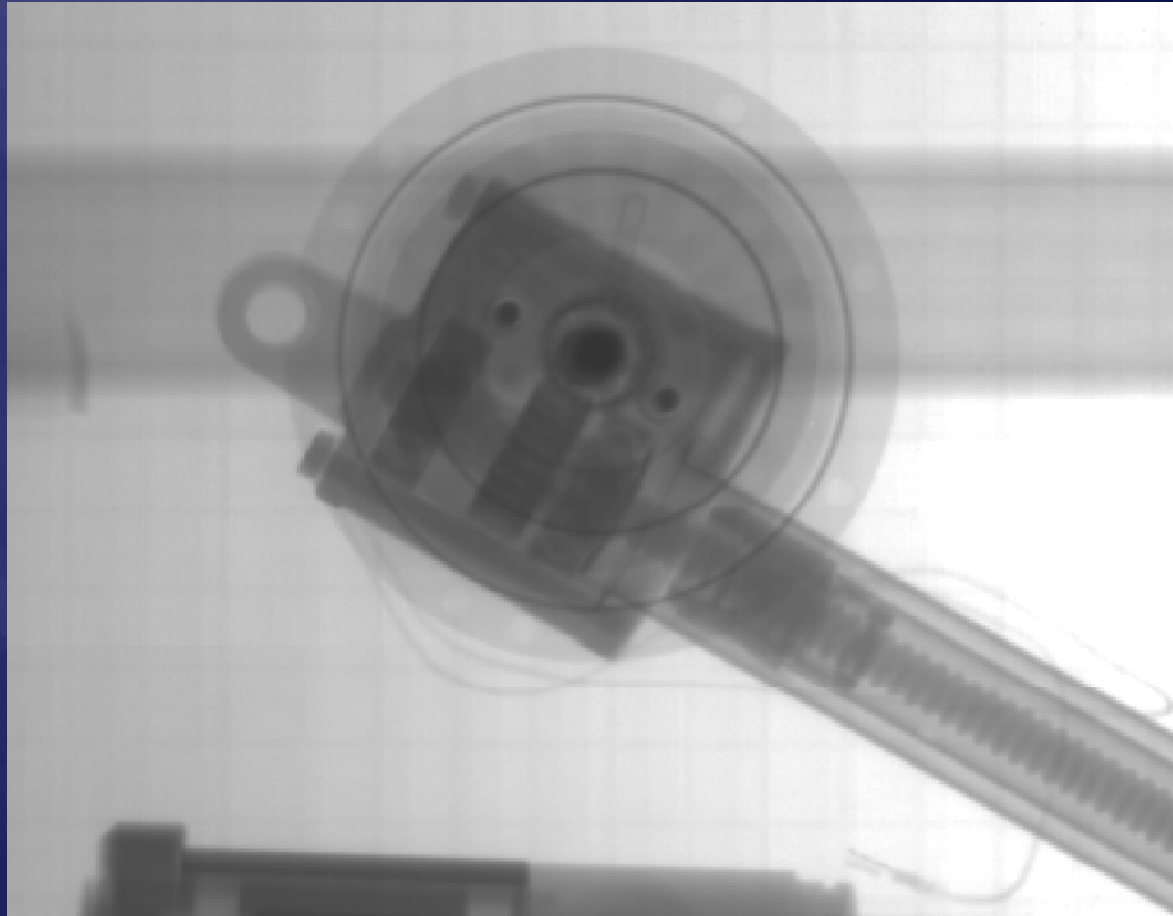
Radiografia /radioskopia/



X vs neutrony



Radiografia X – akceleratorzy e^- do ~ 15 MeV



18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

Radiografia neutronowa



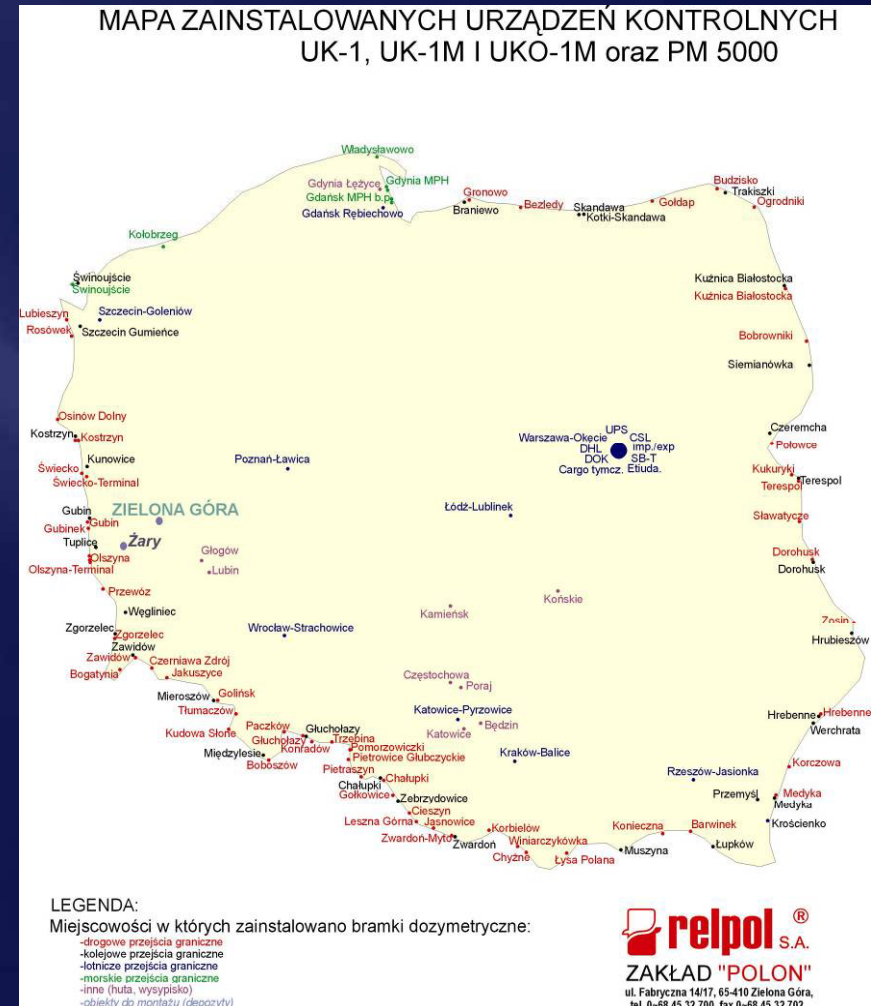
Bezpieczeństwo

- ▣ Ochrona granic
 - Wykrywanie przemytu materiałów radioaktywnych
 - Wykrywanie przemytu materiałów wybuchowych, narkotyków, przemytu ludzi
 - Kontrola osób na lotniskach
- ▣ Ochrona „antyterrorystyczna”
- ▣ Wykrywanie min, materiałów wybuchowych

Terrorism



Kontrola granic w Polsce



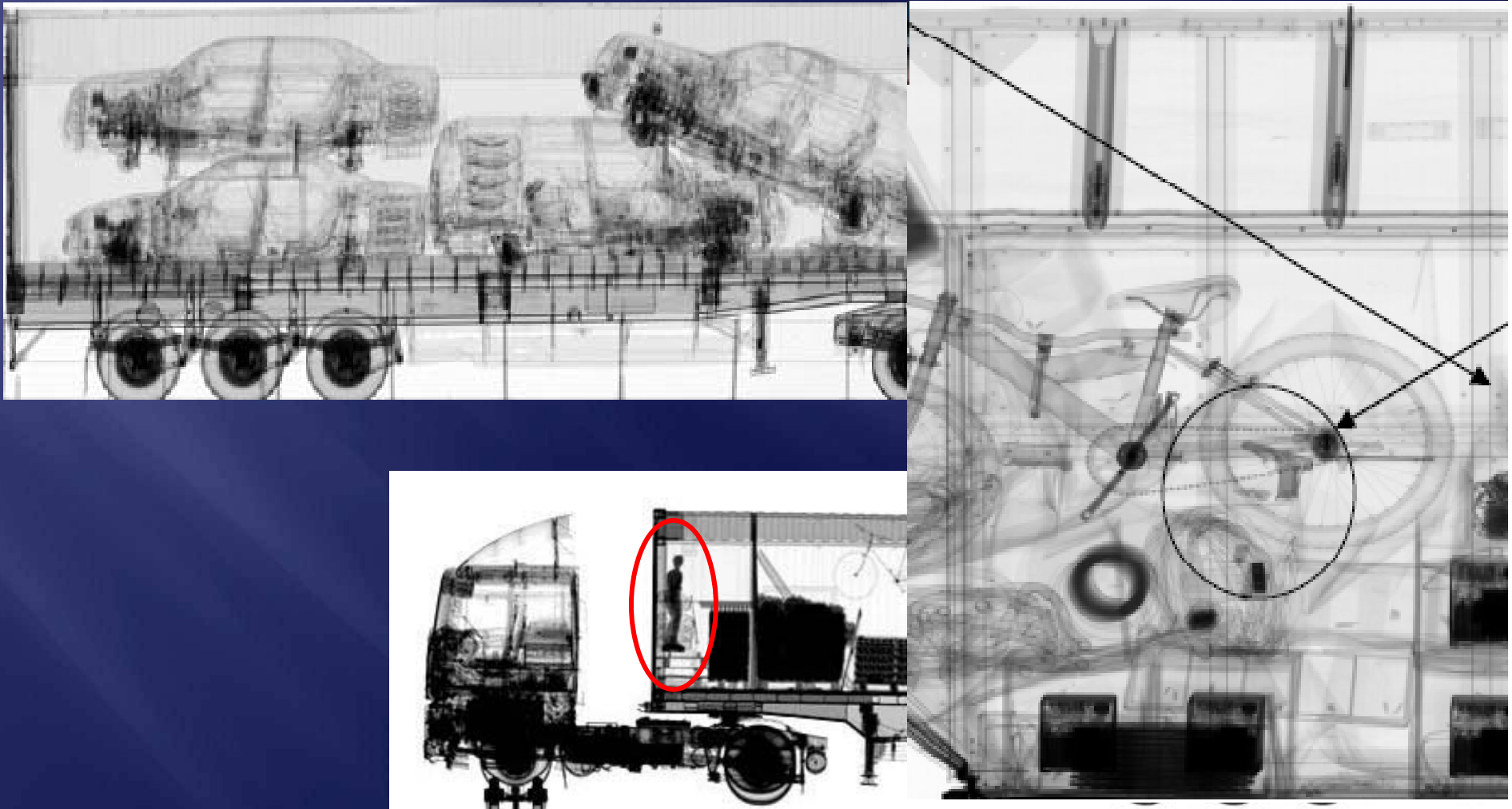
Wykrywanie materiałów radioaktywnych



18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

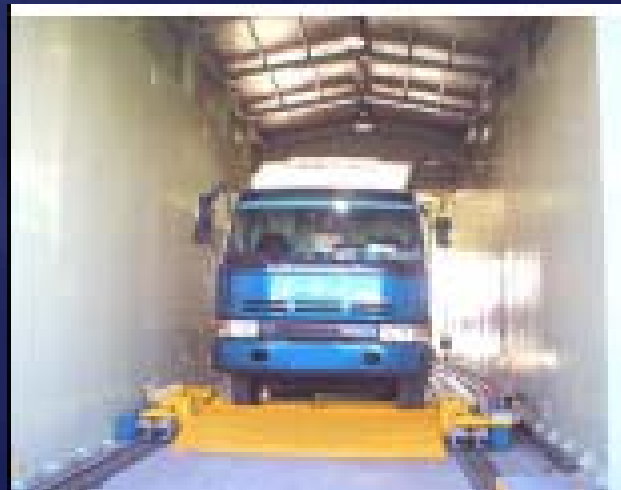
Technika radiografii X



18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

Technika radiografii X



18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

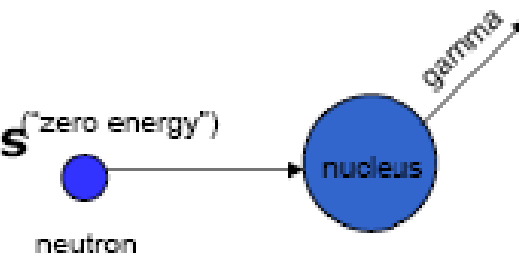
Wykrywanie materiałów niebezpiecznych



Neutron Inspection

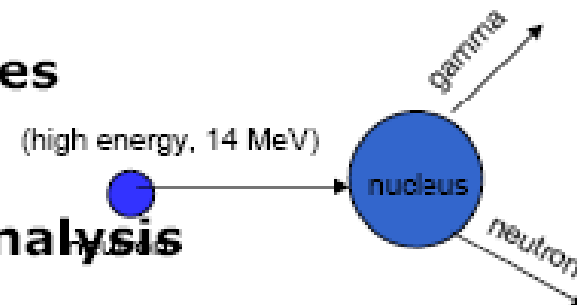
- **TNA[®]** - Thermal Neutron Analysis

- "Room temperature" neutrons completely absorbed by material
- Characteristic gamma ray identifies element



- **FNA** - Fast Neutron Analysis

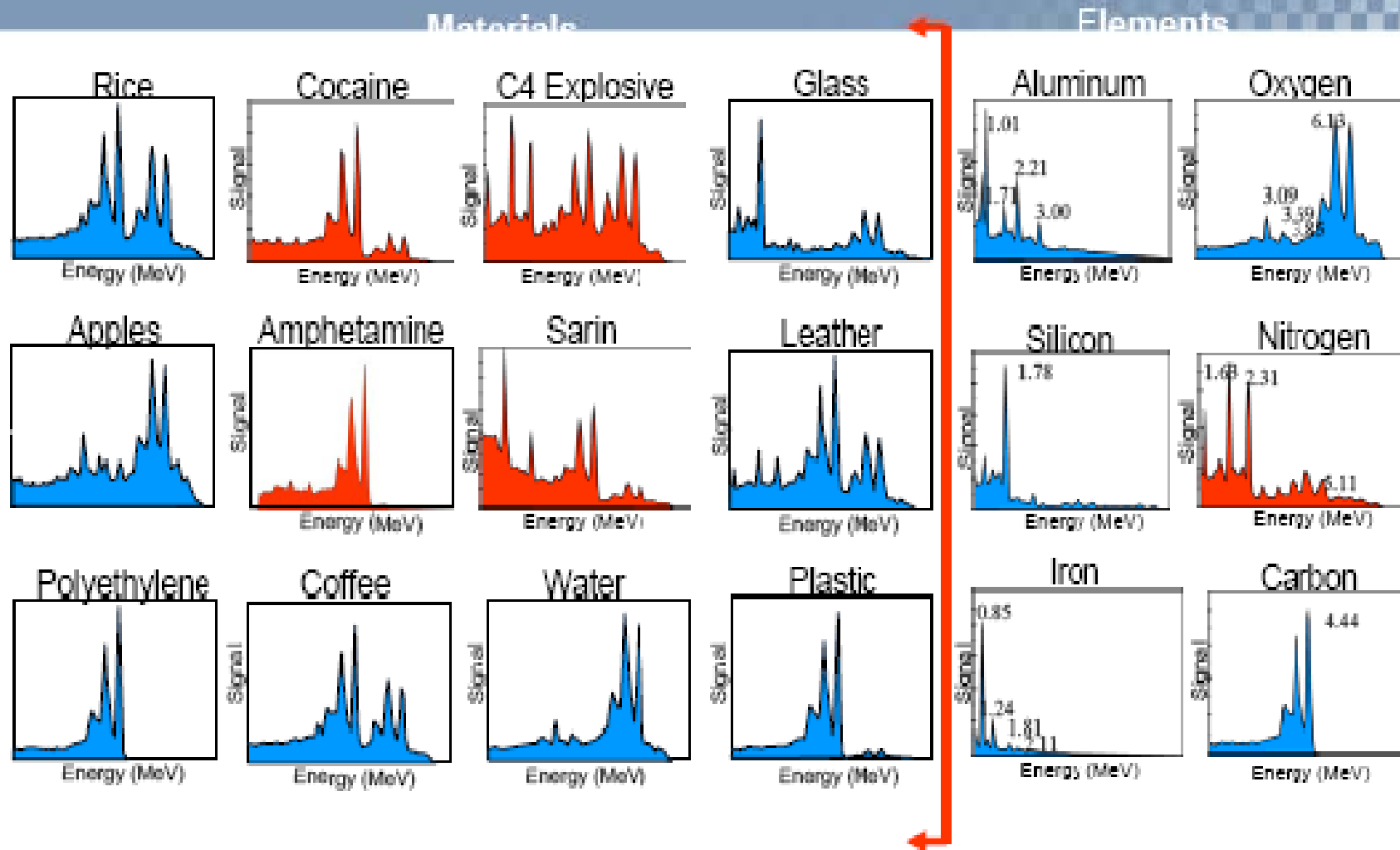
- High energy (e.g. 14 MeV) neutrons "bounce" off material
- Characteristic gamma ray identifies element



- **PFNATM** - Pulsed Fast Neutron Analysis

- Nano-Second Pulsed FNA
- 3-d location of threat by time-of-flight

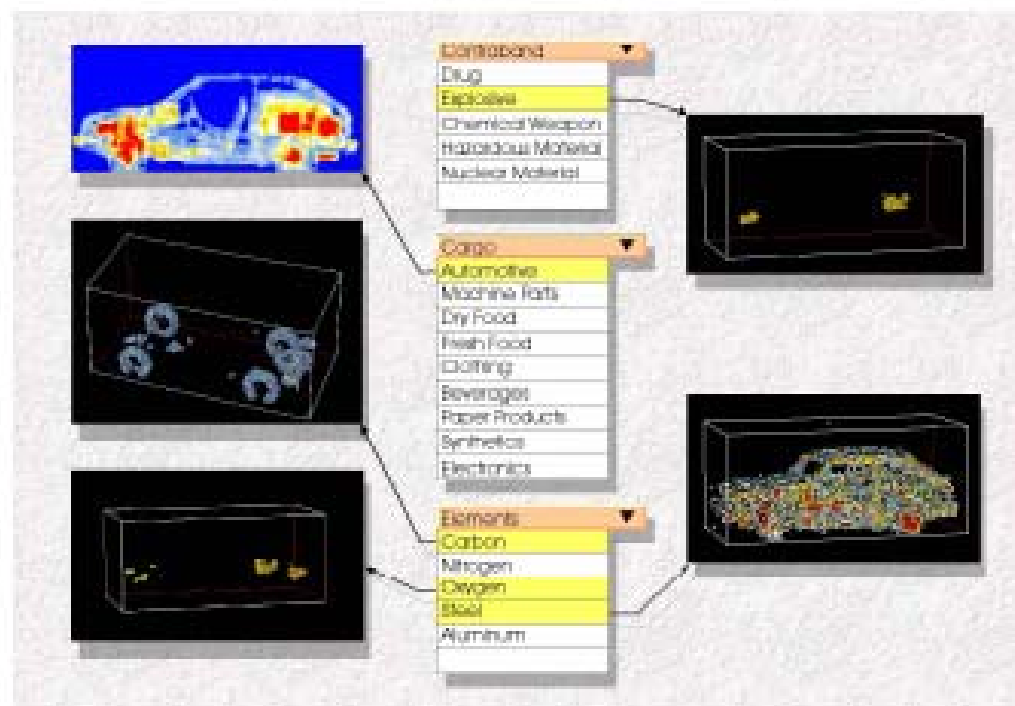
PFNA Material Signatures



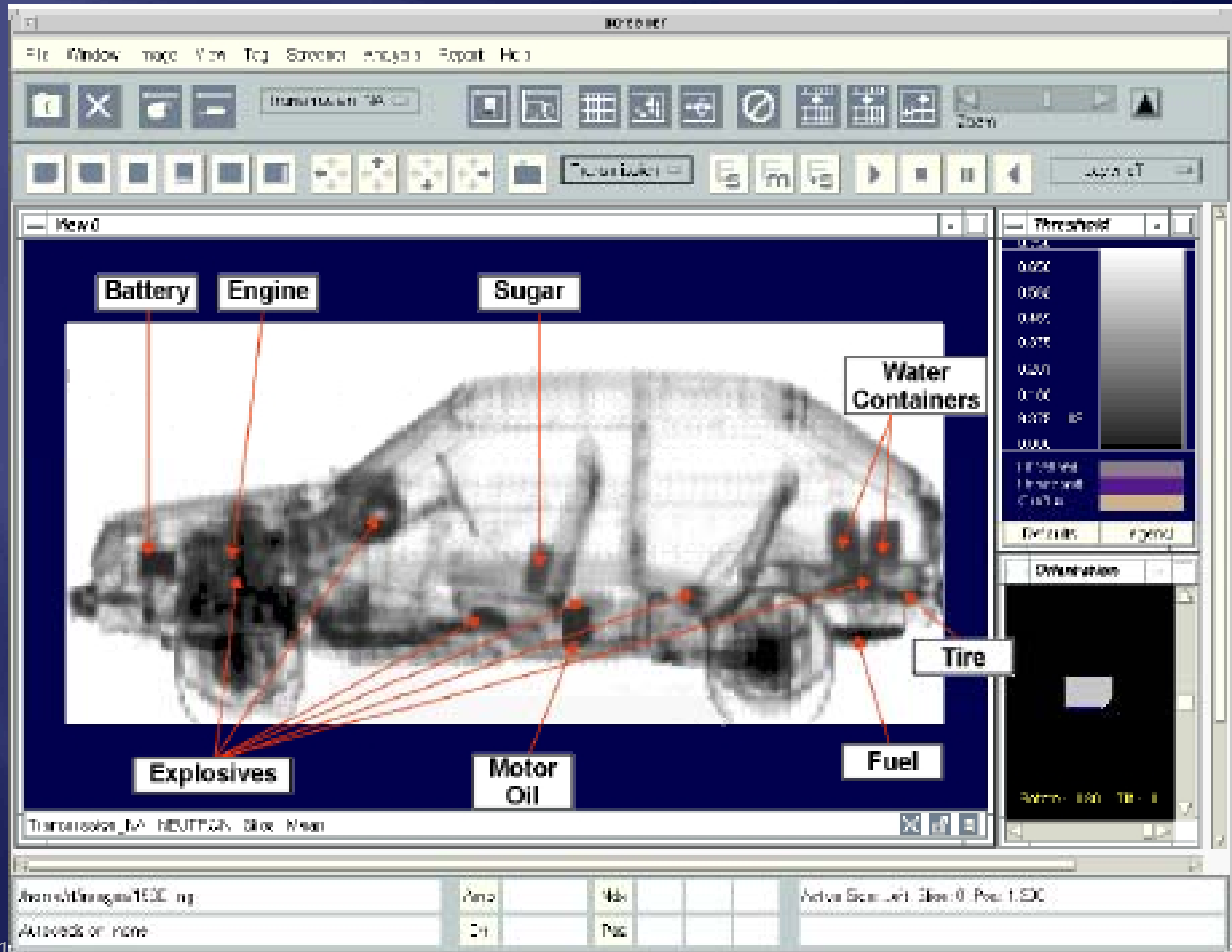
The elemental signals combine to give unique material signatures

Elemental Imaging and Detection

Explosives in Automobile

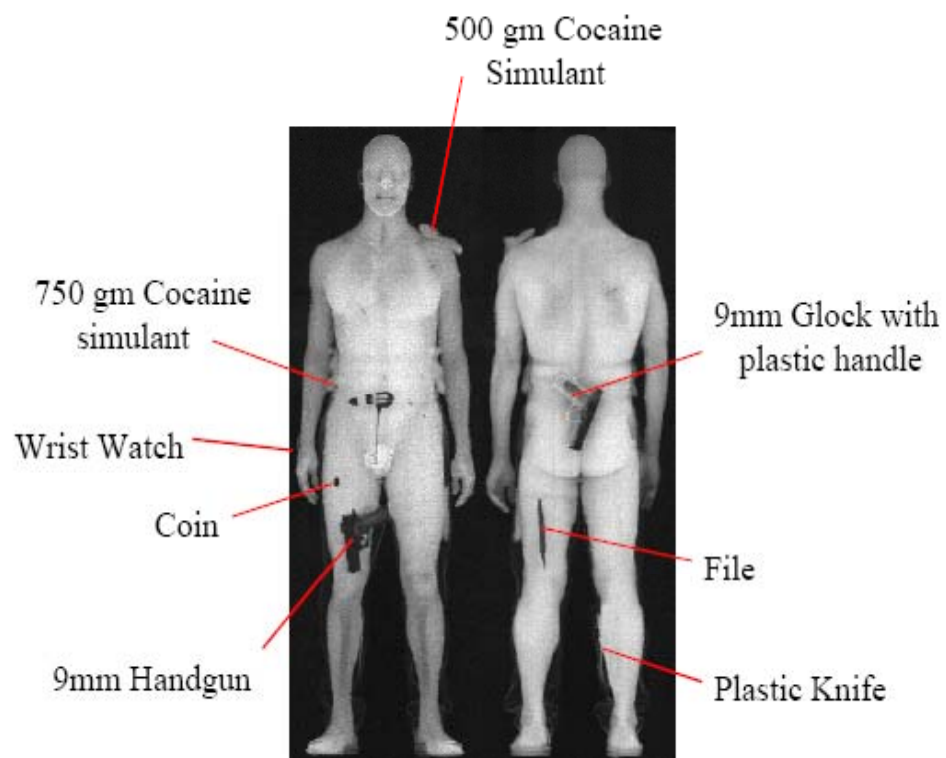


- ACI produces 3-D elemental maps showing recognizable features of automobile
- Combinations of elemental signatures are used to detect explosives

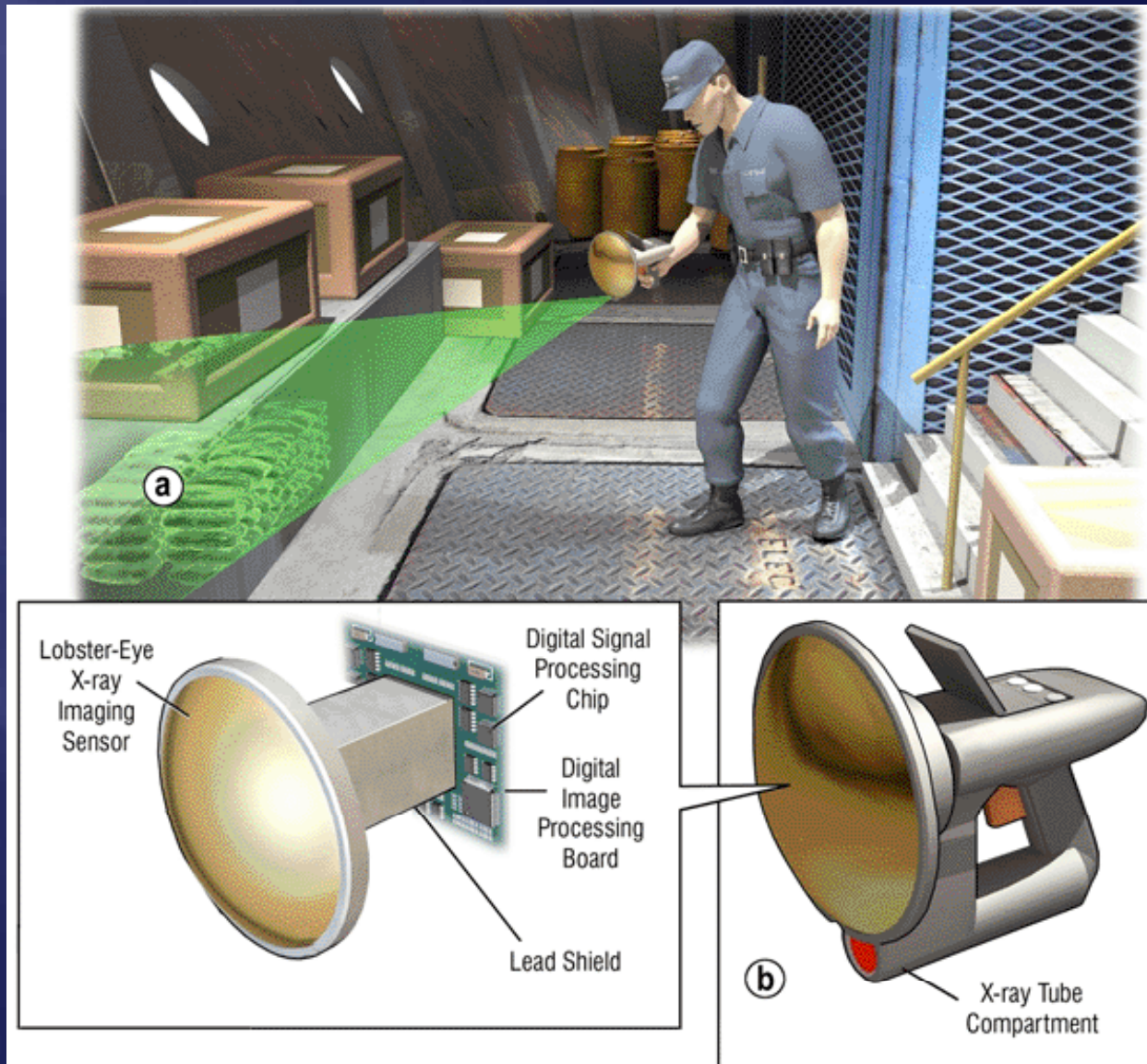


Kontrola osób

- ▣ Nowe techniki – compton backscattering



X-latarka



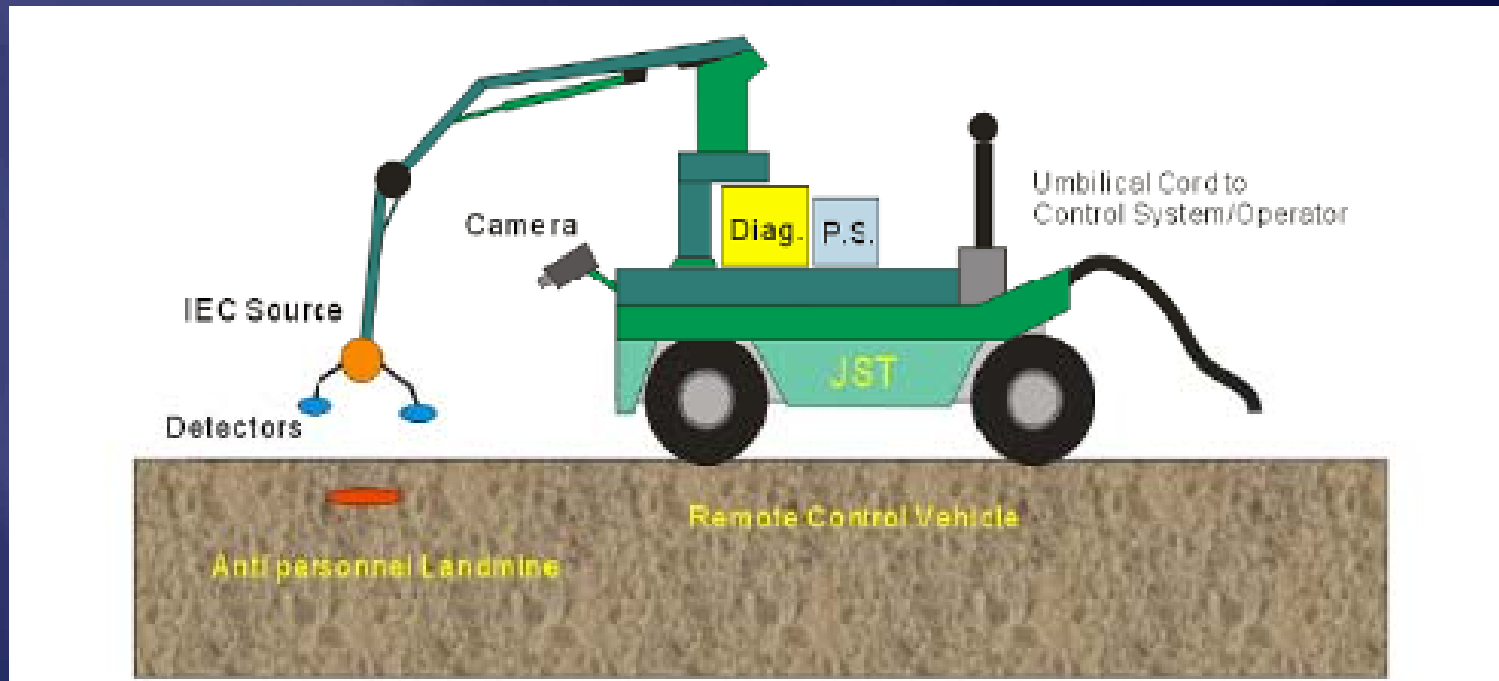
Patrole antyterrorystyczne

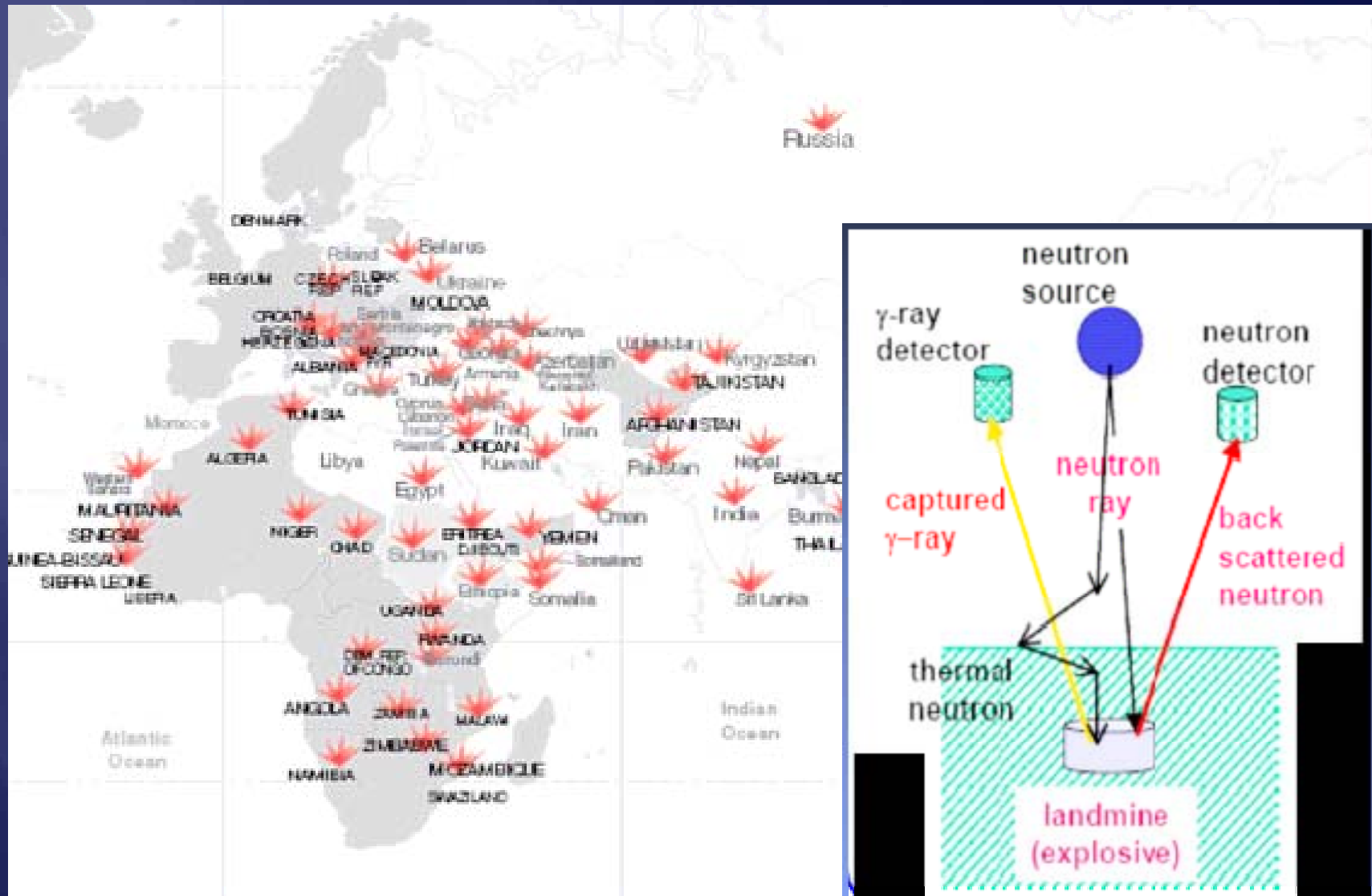


18.04.2007

dr Sławomir Wronka, IPJ

Wykrywanie min





... i inne

- ▣ Spektrometria masowa
- ▣ Promieniowanie synchrotronowe
- ▣ ...
- ▣ ...

Podsumowanie

- ▣ Akceleratory i detektory przeżywają burzliwy rozwój
- ▣ Transfer technologii z fizyki wysokich energii !
- ▣ Nowe produkty dla medycyny i przemysłu