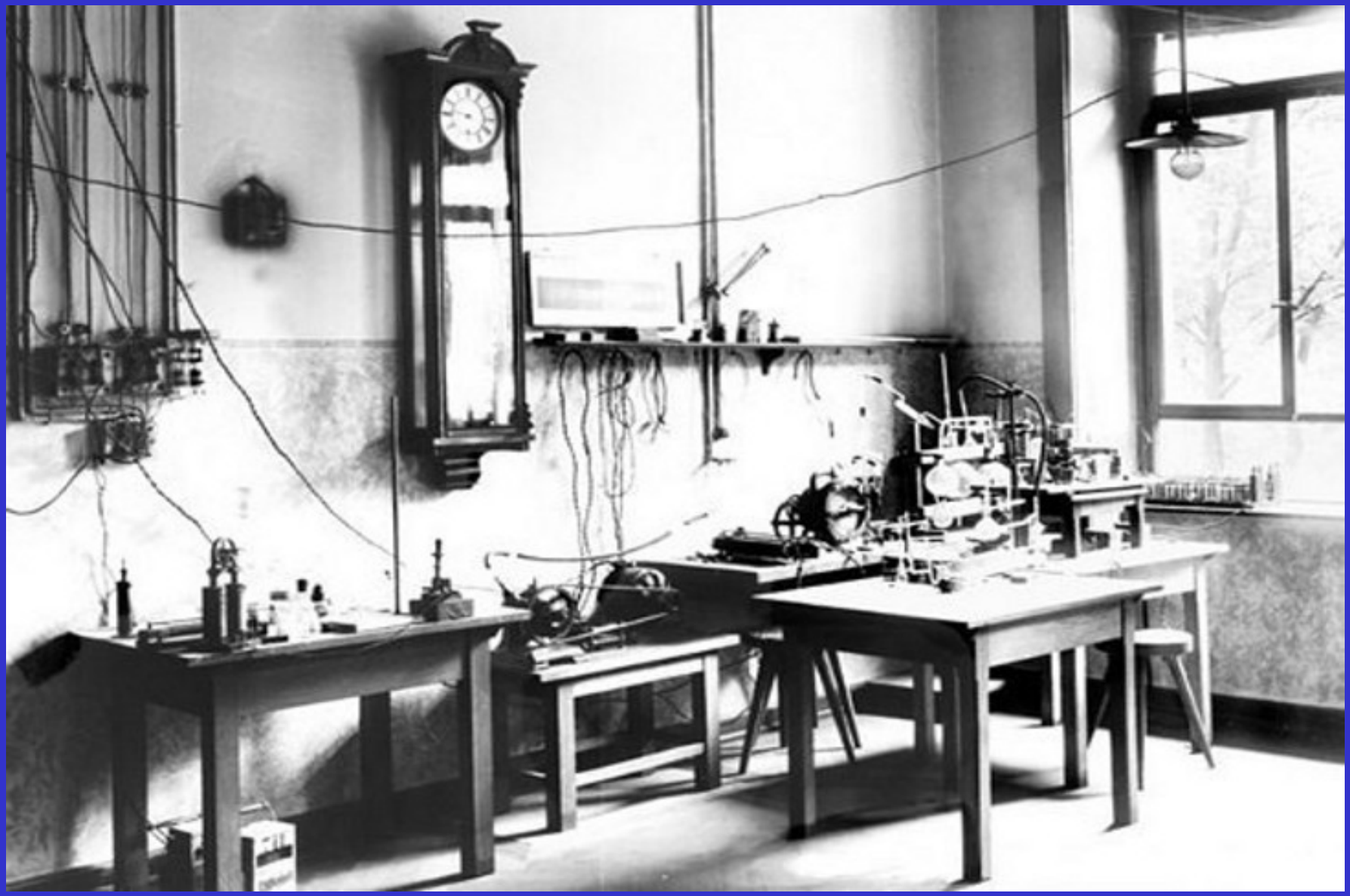
PROMIENIE X
WOKÓŁ NAS

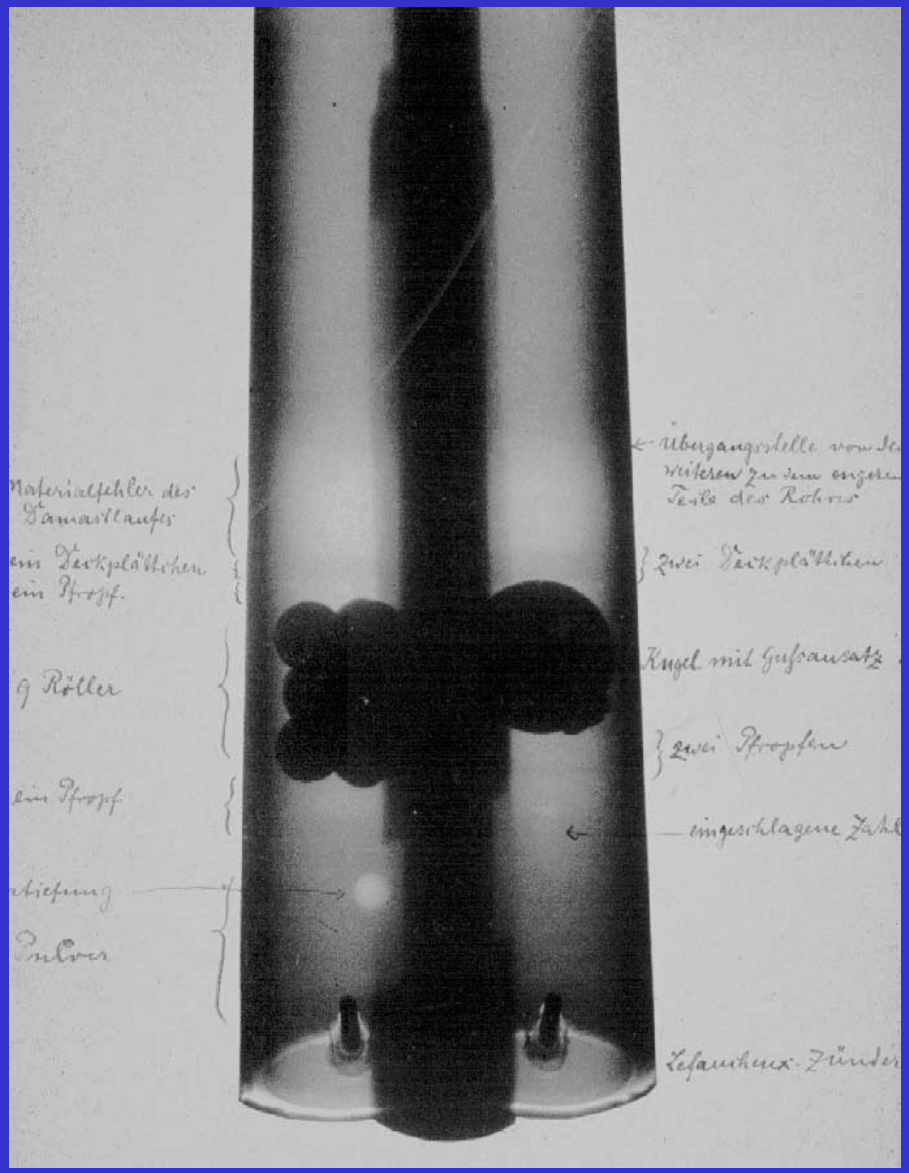
Grzegorz Jezierski

Pierwszy na świecie
radiogram
22.12.1895 r.

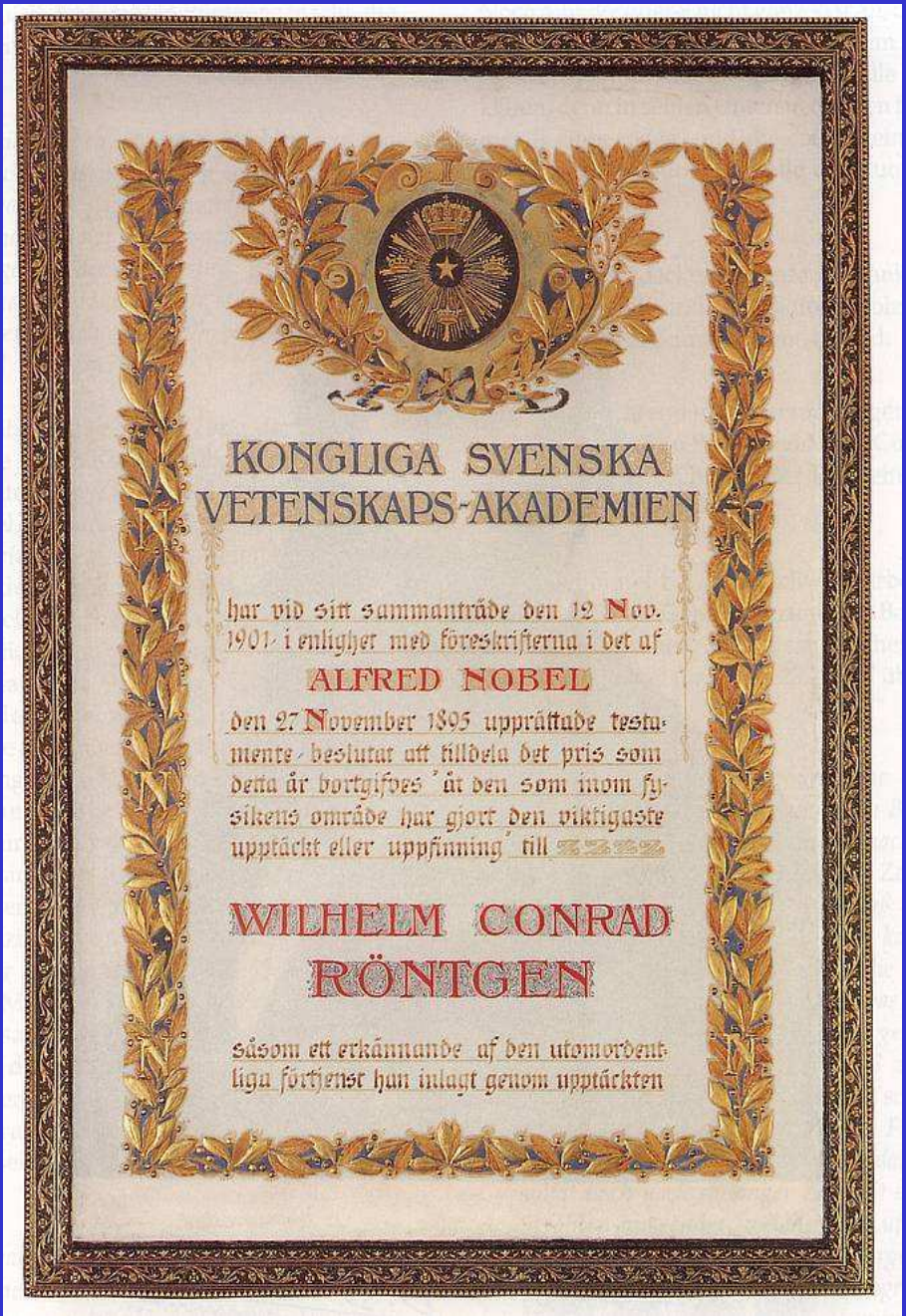
Ekspozycja:
aż 15 min!
Obecnie:
rzędu ms



X-RAY, photo by HELMUT NEWTON [1979]
BLACKSHINE 1 MIP



Pierwszy na świecie radiogram przemysłowy



KONGLIGA SVENSKA
VETENSKAPS-AKADEMIEN

har vid sitt sammanträde den 12 Nov. 1901 i enlighet med föreskrifterna i det af

ALFRED NOBEL

den 27 November 1895 upprättade testamente beslutat att tilldela det pris som detta år bortgifves åt den som inom fysikens område har gjort den viktigaste upptäckt eller uppfinning till

WILHELM CONRAD
RÖNTGEN

såsom ett erkännande af den utomordentliga förtjenst han inlagt genom upptäckten

Pierwsza w historii
Nagroda Nobla
1901 r.

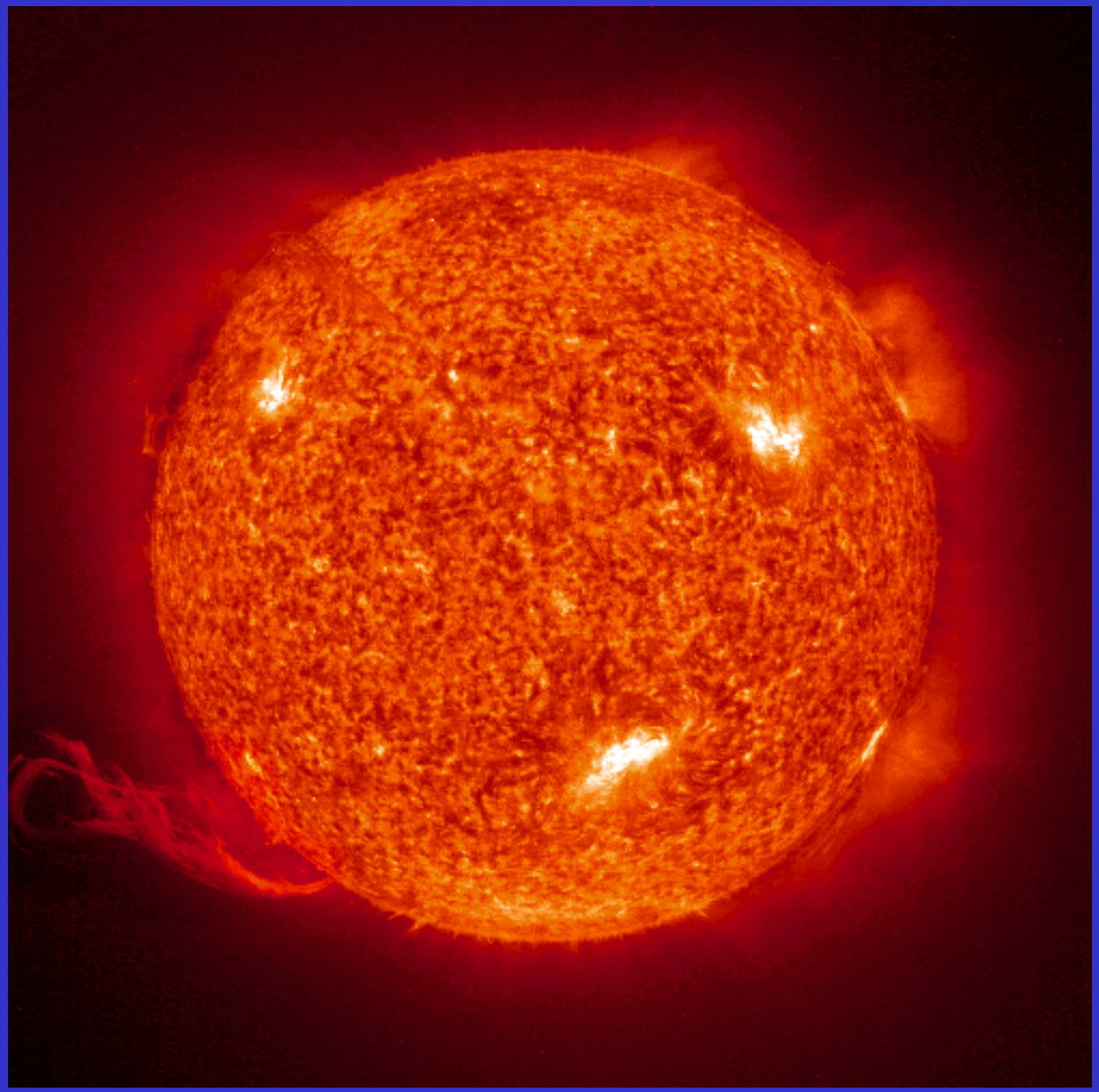
THE NEW ROENTGEN PHOTOGRAPHY.

"LOOK PLEASANT, PLEASE."

Szalone lata - początki z promieniowaniem X

Gdzie jest stosowane obecnie promieniowanie rentgenowskie (X) ?

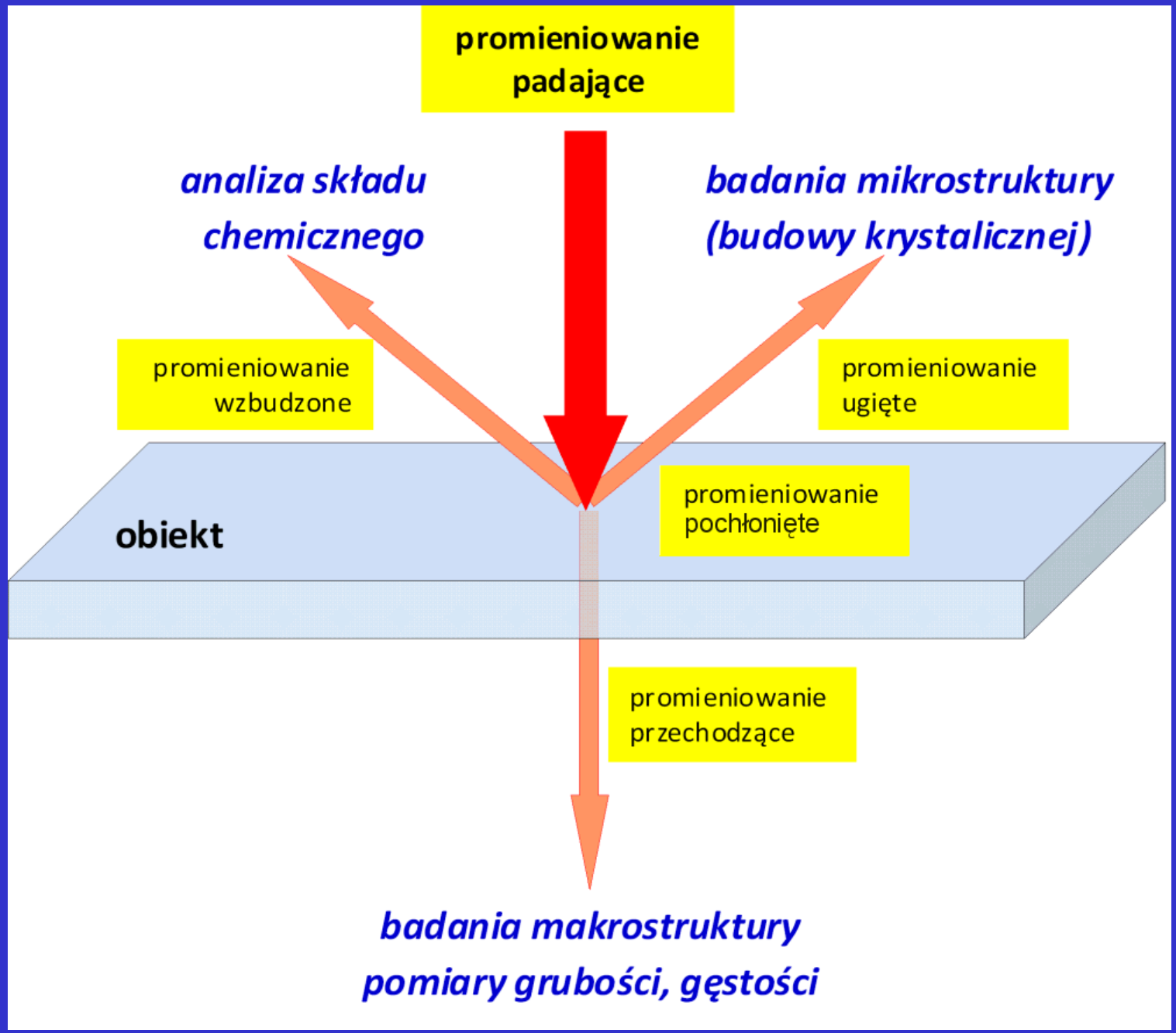
Wszędzie



1962 – 1 (rakiety)
Scorpius X1 (9000 l.ś.)
1965 – 10 (rakiety)
1970 – 60 (rakiety i balony)
1974 – 160 (Uhuru)
1980 – 680
1984 – 840
1990 – 8000 (Einstein, Exosat)

2000 – 220 000 (Rosat)

2007 – 550 000 (XMM-Newton, Chandra)


promieniowanie padające
analiza składu chemicznego
badania mikrostruktury (budowy krystalicznej)
promieniowanie wzbudzone
promieniowanie ugięte
promieniowanie pochłonięte
obiekt
promieniowanie przechodzące
badania makrostruktury
pomiary grubości, gęstości

W 2010 r. Muzeum Nauki w Londynie

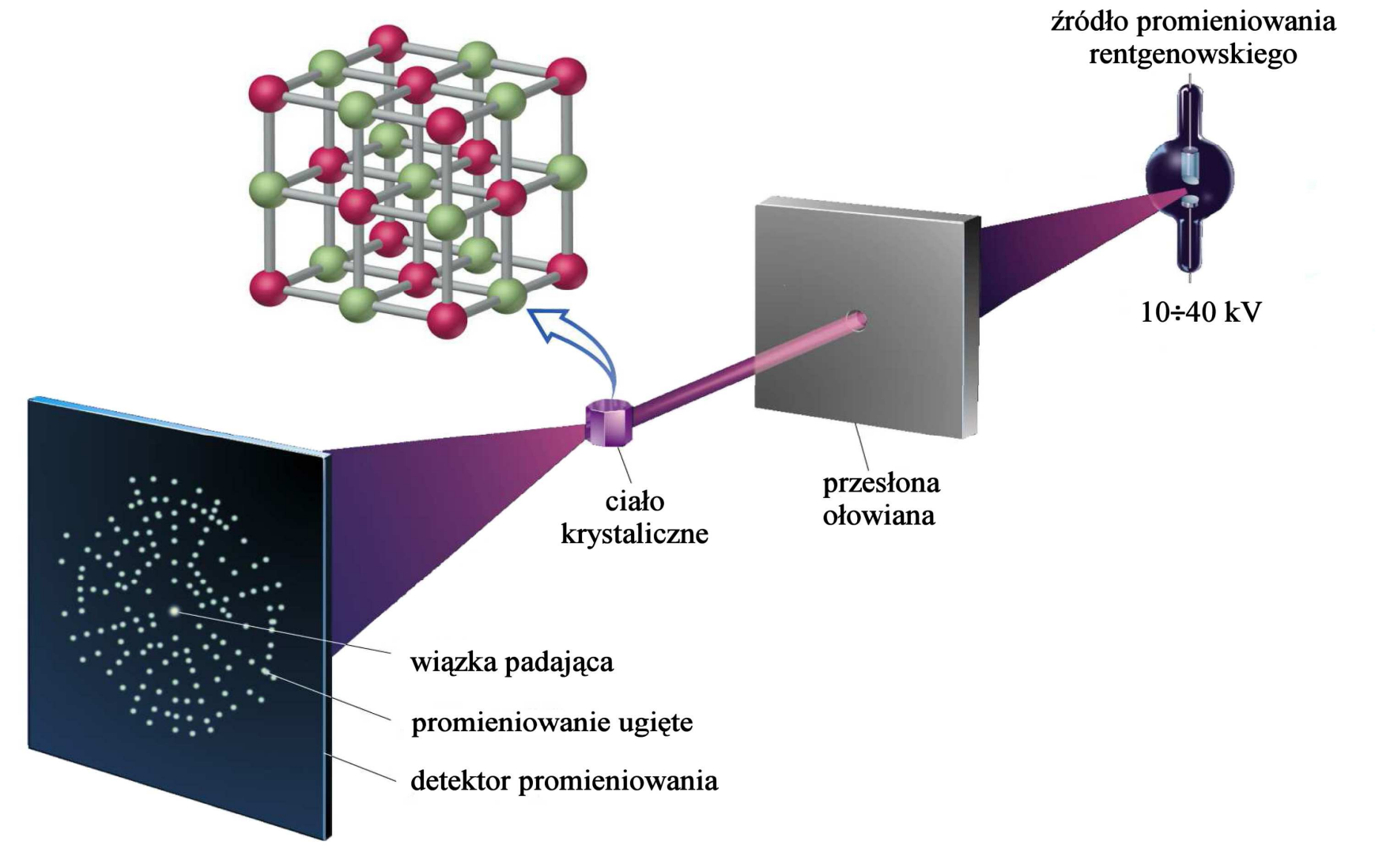
1. Aparat rentgenowski
2. Penicylina
3. DNA
4. Kapsuła Apollo

……..

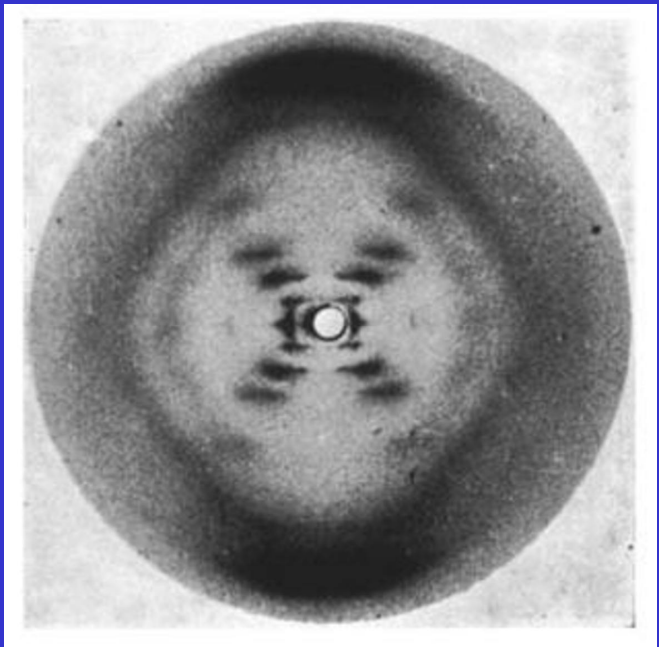
7. Pierwszy komputer

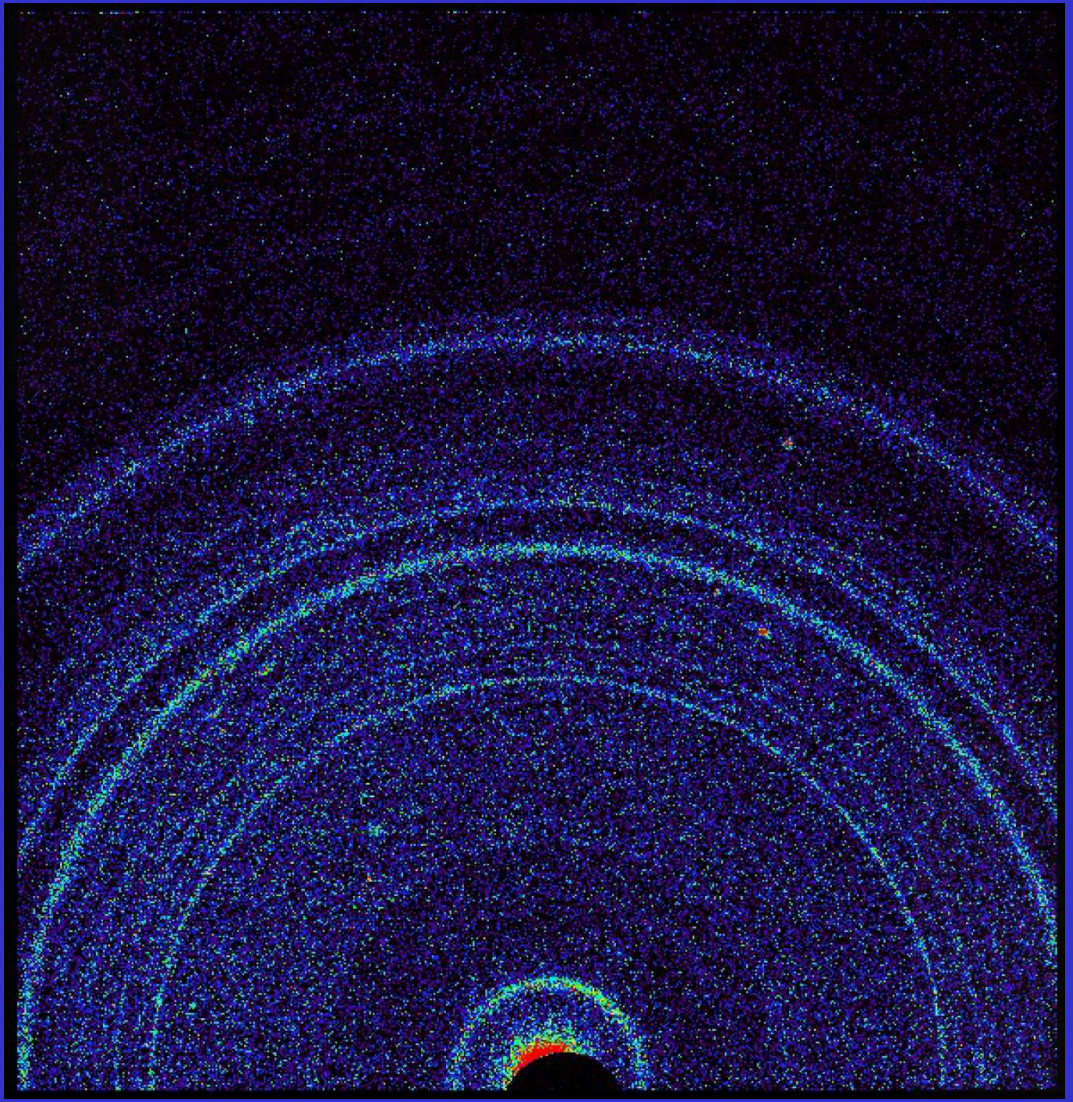
- Badanie struktury materii (dyfraktometria rentgenowska)
- Medycyna (diagnostyka i terapia)
- Weterynaria
- Security
- Przemysł (metalowy, elektronika)
- Przemysł spożywczy
- Rolnictwo, leśnictwo
- Analiza składu chemicznego
- Dziedzictwo kulturowe/Archeologia
- Różne

Dyfraktometria rtg.



Dyfraktometria rtg.





Dyfraktometria rtg.

Ponad milion ! struktur krystalicznych zostało rozszyfrowanych tą techniką,

(z czego ok. 600.000 to małe molekuły zgromadzone w bazie *Cambridge Structural Database* i 80.000 duże biomolekuły bazie *Protein Database)*.

Medycyna

W Polsce

17.000

aparatów rtg.

(2012 r.)

Tomografia komputerowa 574 (2012)

tomos gr. *cięty, tnący, podzielony na segmenty*

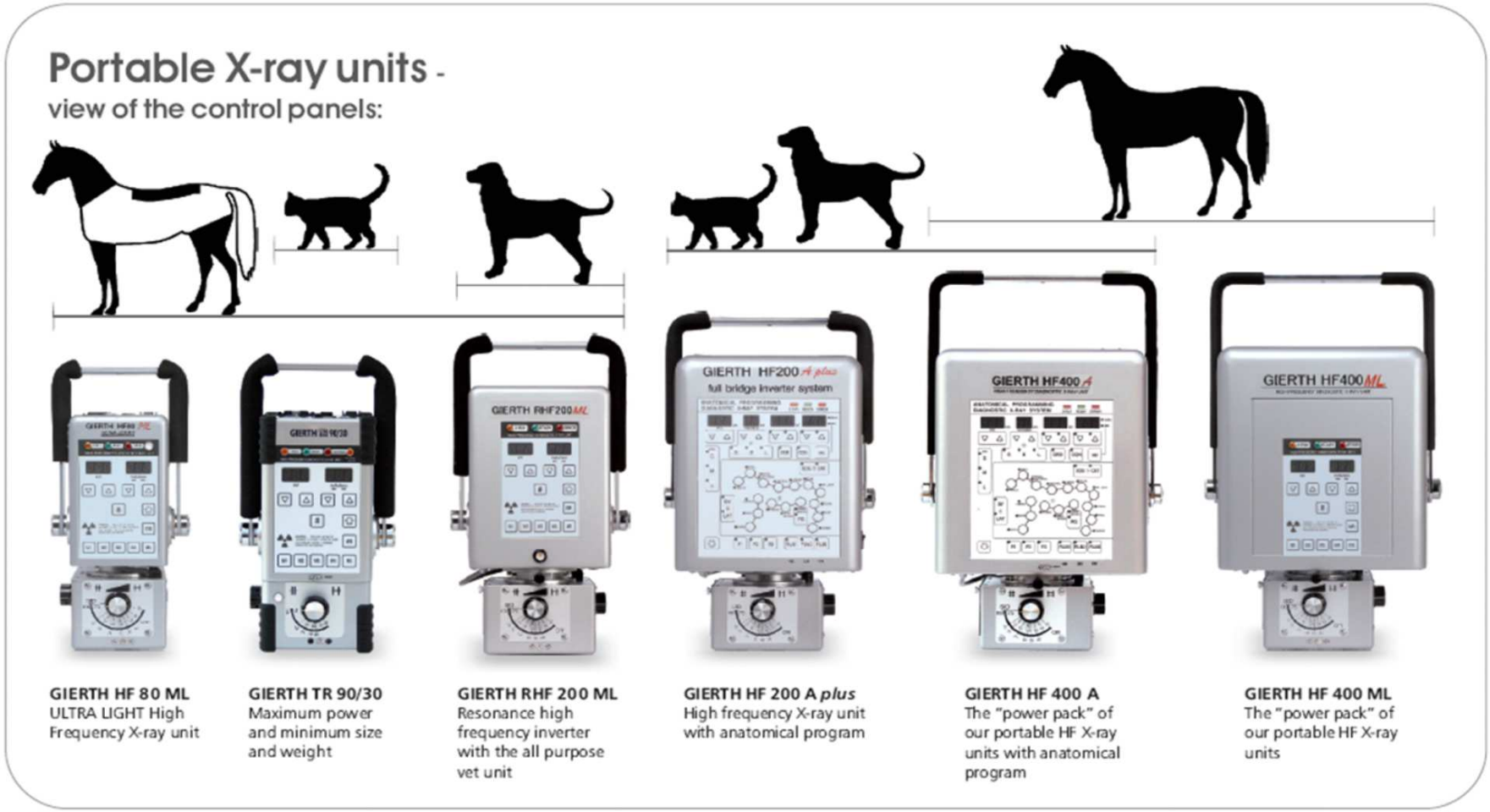
1971 r. G.H. Hounsfield, A.M. Cormack 1979 r. Nagroda Nobla

Densytometria

Akceleratory - radioterapia

80 000 pacjentów w Polsce 123 (2012 r.) w Opolu 3

Weterynaria 783 (2013 r.)



Security

- przejścia graniczne, lotniska
- zakłady penitencjarne (145 + 1)
- sądy, prokuratura, BOR, ABW
- kancelaria sejmu, premiera i in.
- ambasady
- imprezy masowe
- urzędy pocztowe

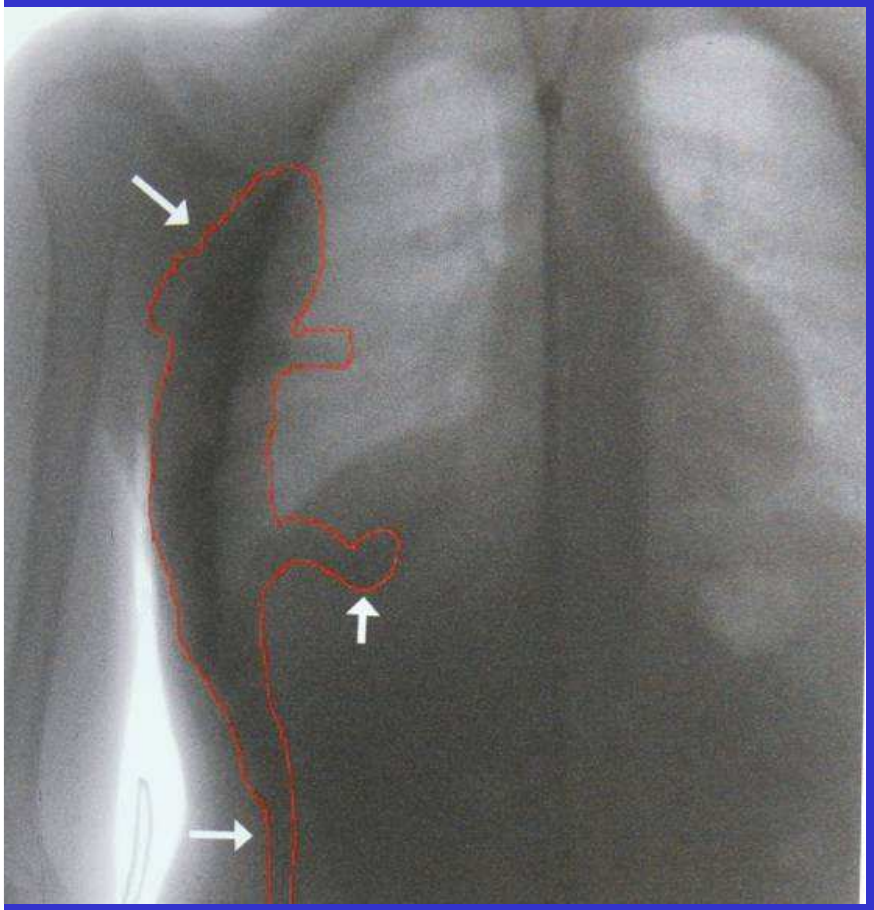
Security

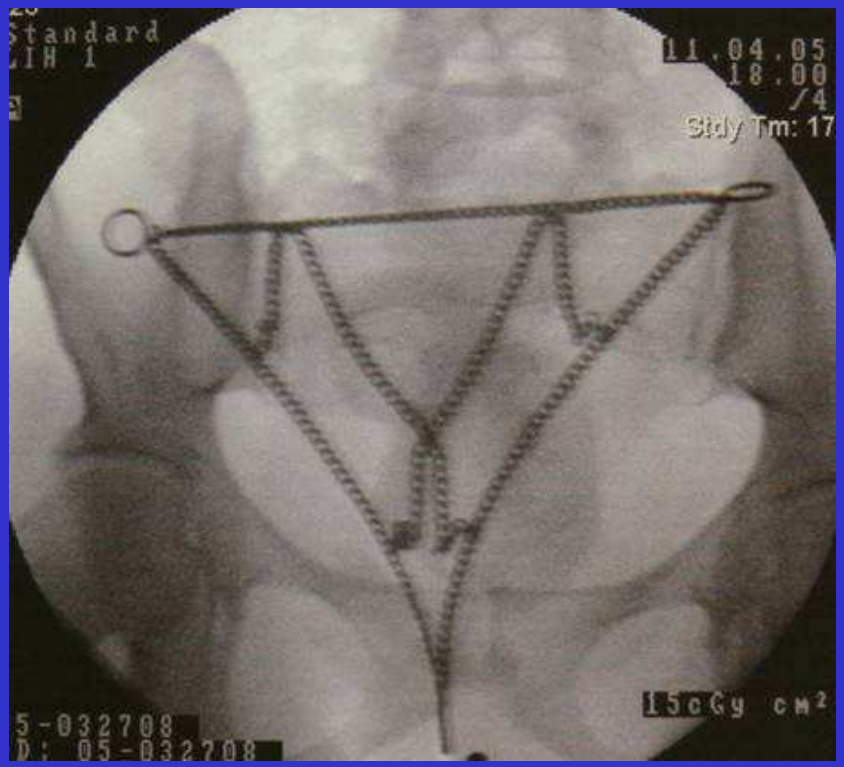
Kontrola bagażu na stacji kolejowej w Paryżu w 1897 r.

Security

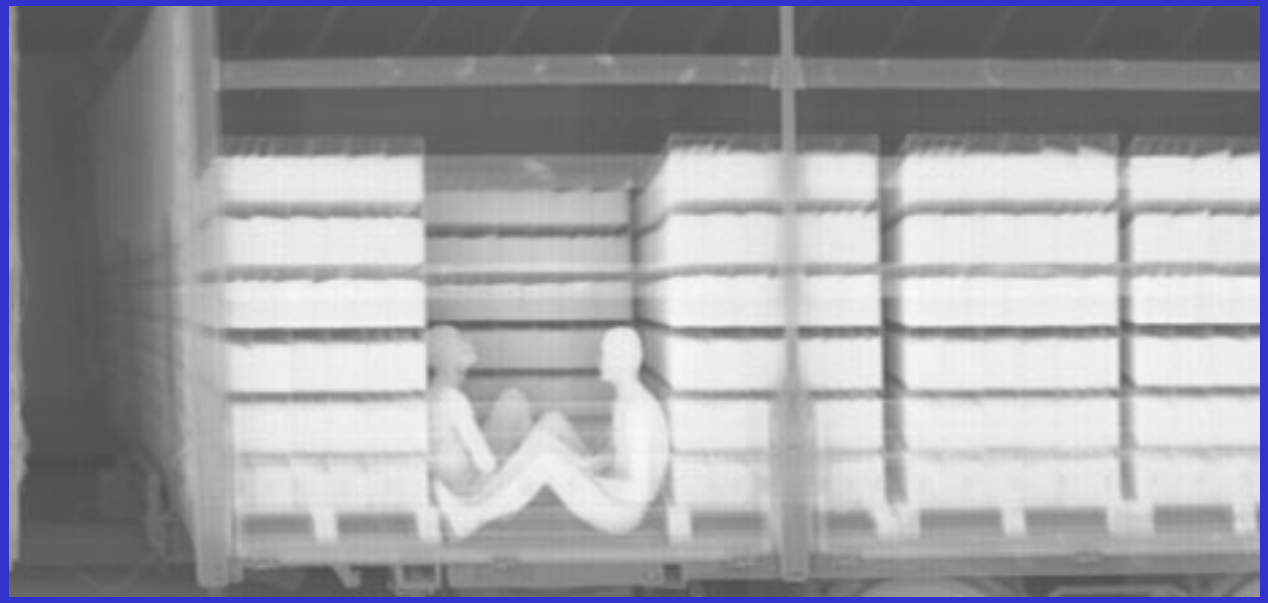
HI-SCAN 10080 EDX © Smiths Heimann

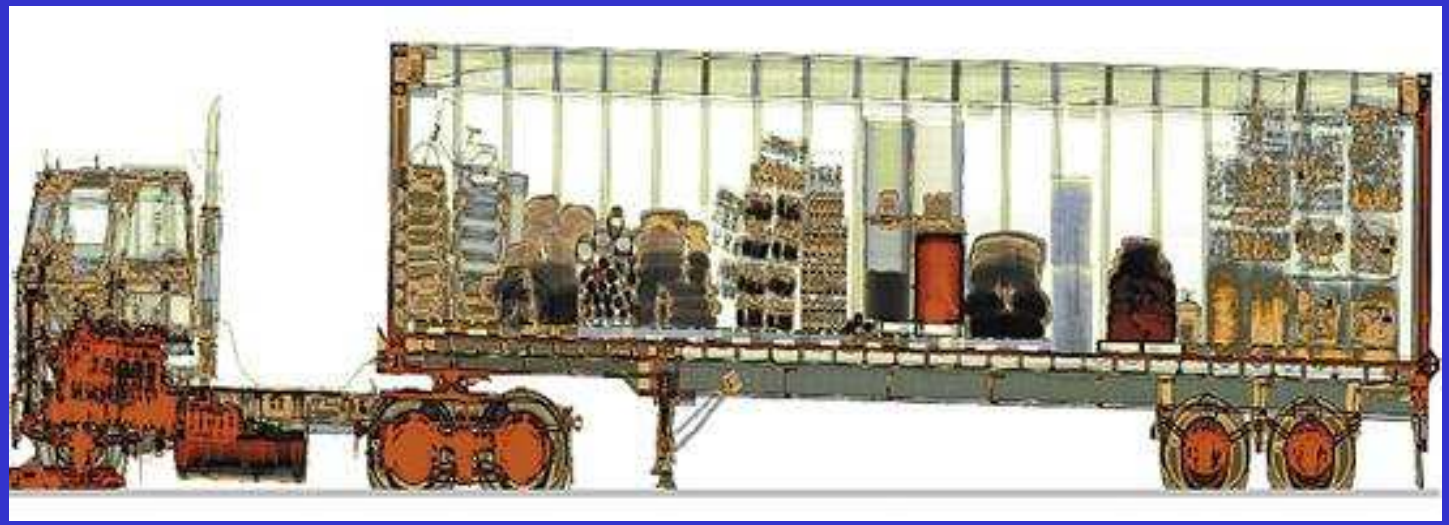
Security



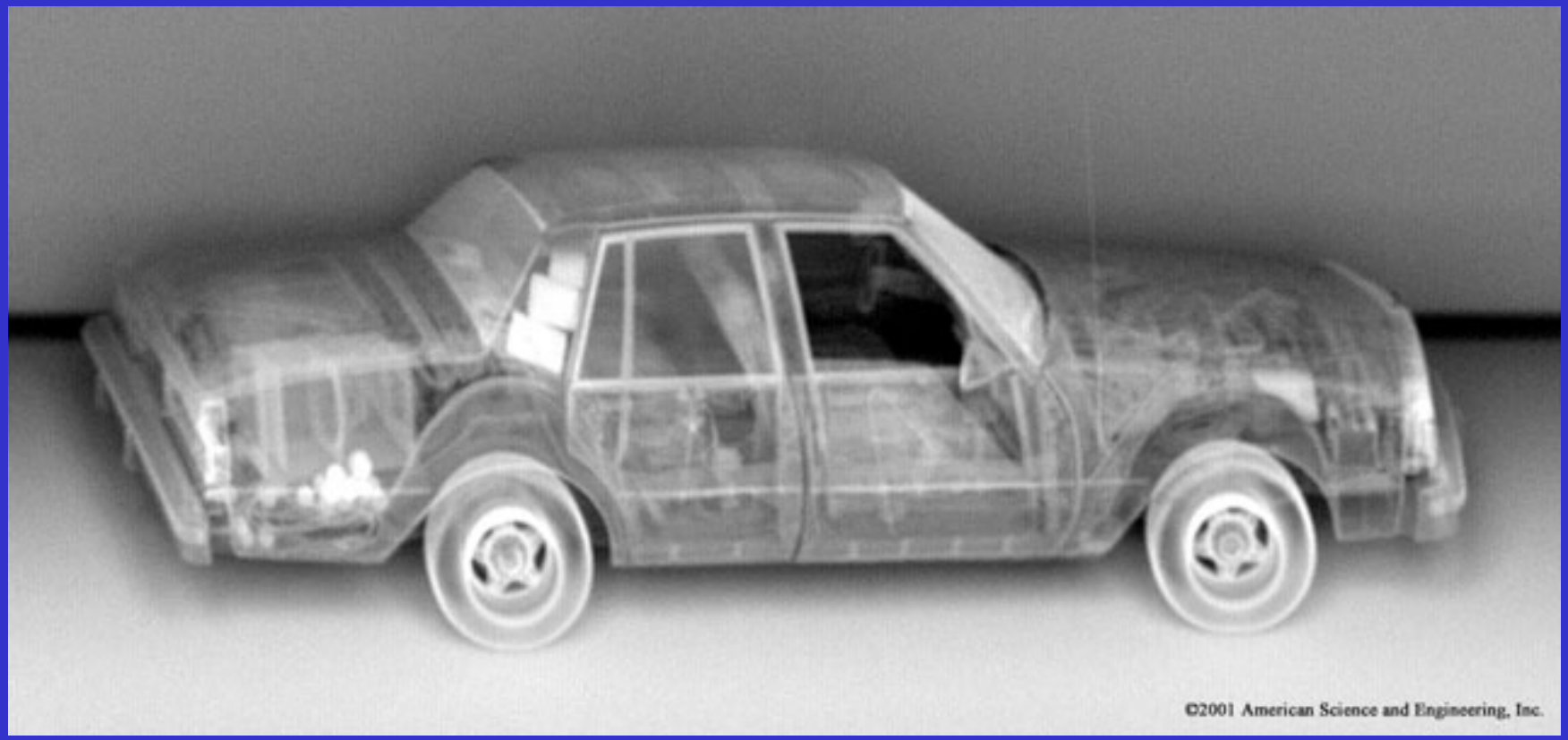

Standard
11.04.05
18.00
/4
Stdy Tm: 17
15cGy cm²
5-032708
D: 05-032708

Security





Security



Krajowe Centrum RTG – Izba Celna w Gdyni

Security

Security

Hrubieszów i Medyka

Szczecin Białystok Olsztyn

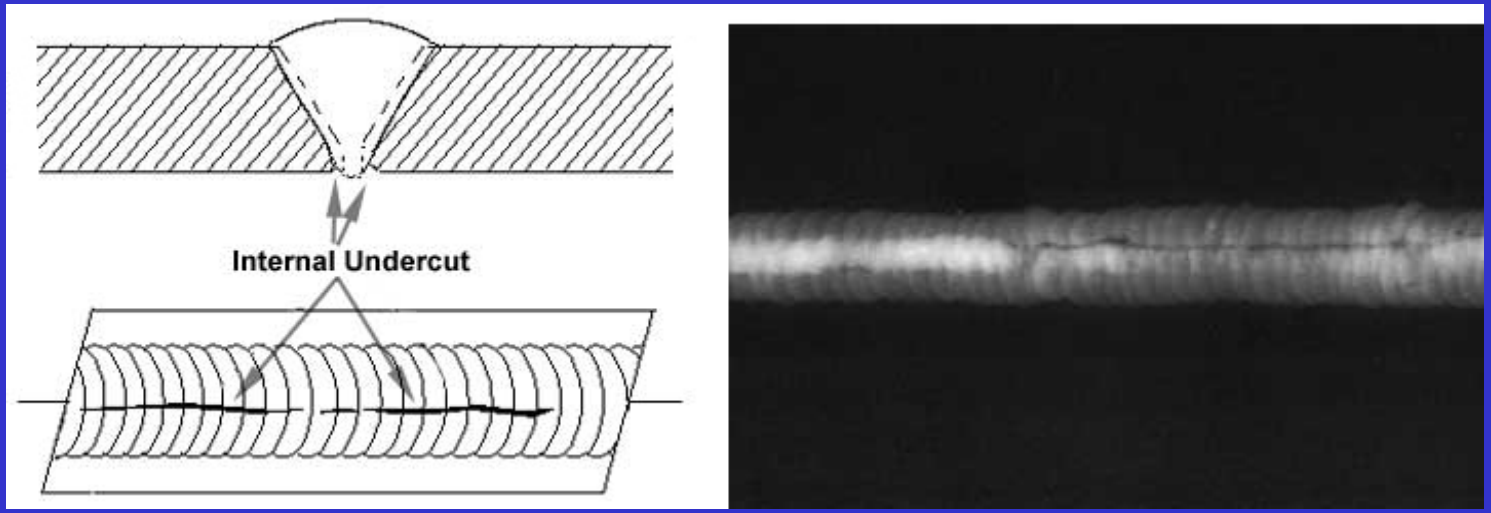
Przemysł

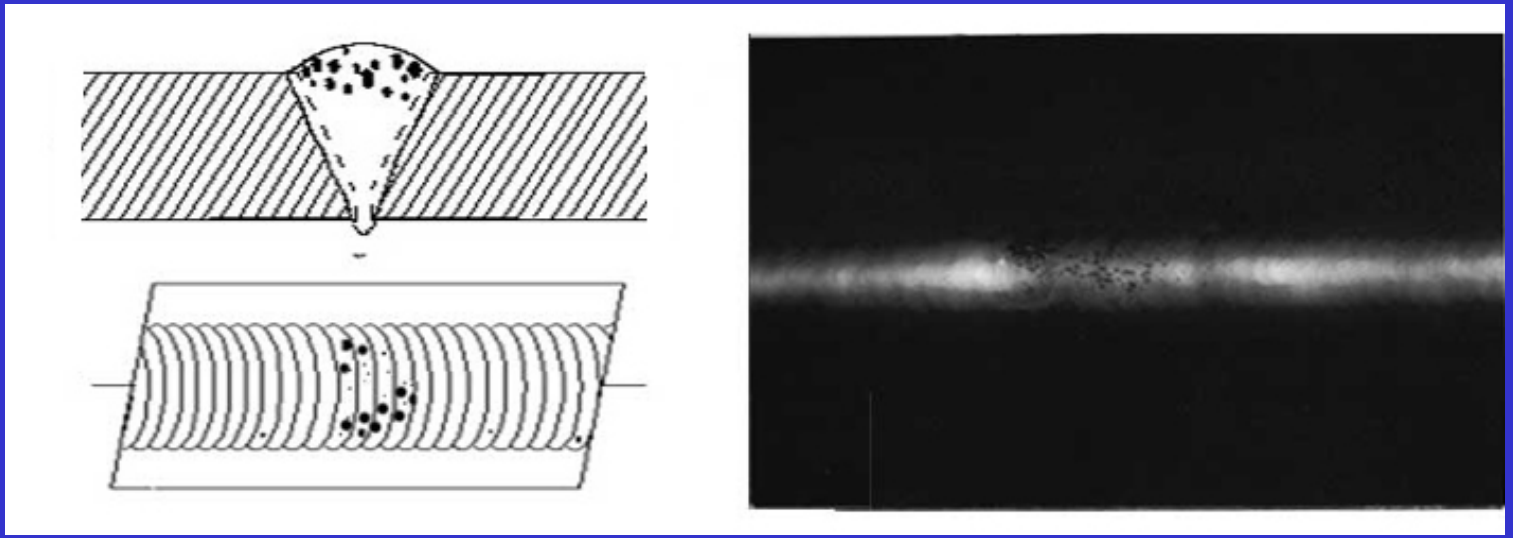
- hutniczy
- energetyczny
- stoczniowy
- lotniczy (kompozyty)
- samochodowy (silnik, felgi, opony)
- petrochemia
- rurociągi i gazociągi przesyłowe

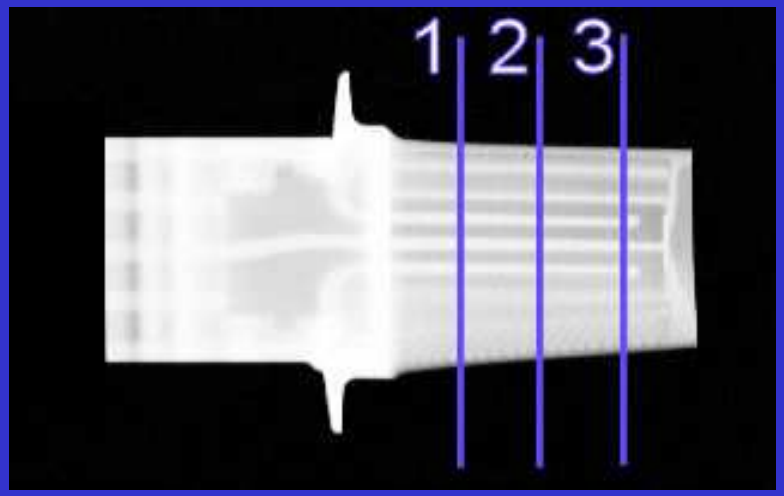
Przemysł c.d.

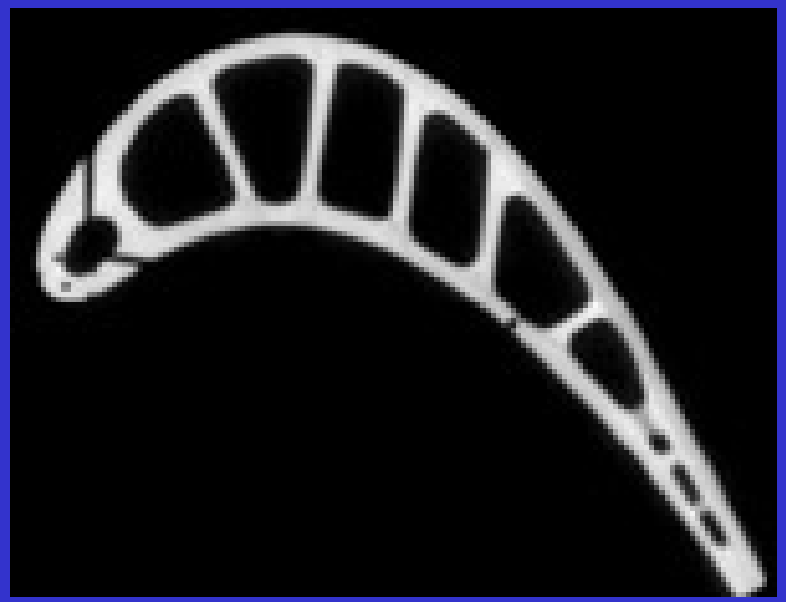
- budownictwo
- paliwa jądrowe
- elektrotechnika (baterie, żarówki)
- elektronika (montaż BGA)!!!
- przemysł drzewny (tartaki)

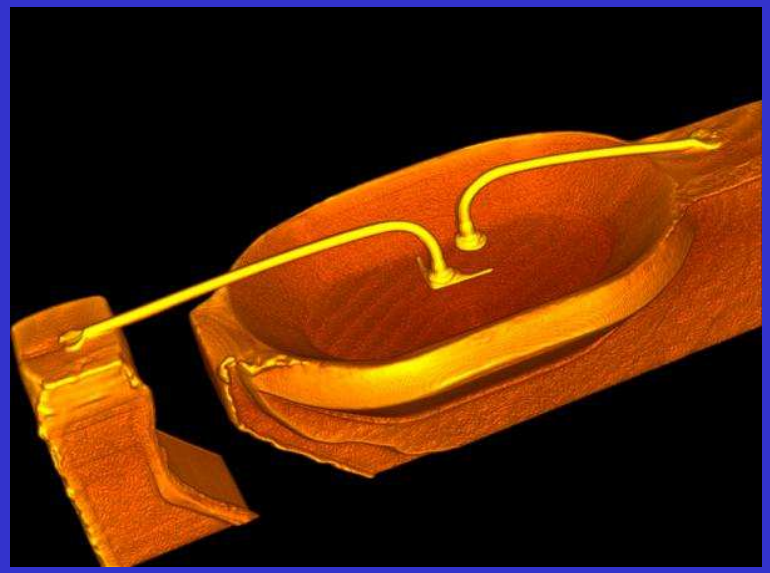
Badanie grubościennych walczaków przy użyciu akceleratora liniowego 10 MeV w Rafako

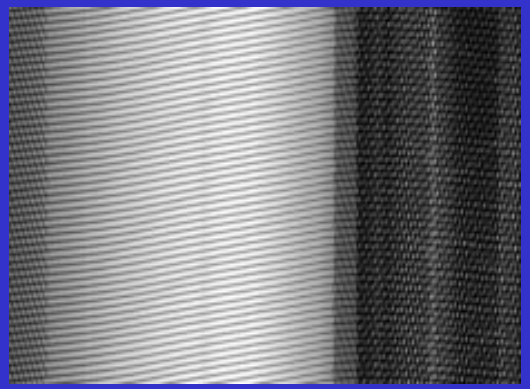

Internal Undercut




1
2
3



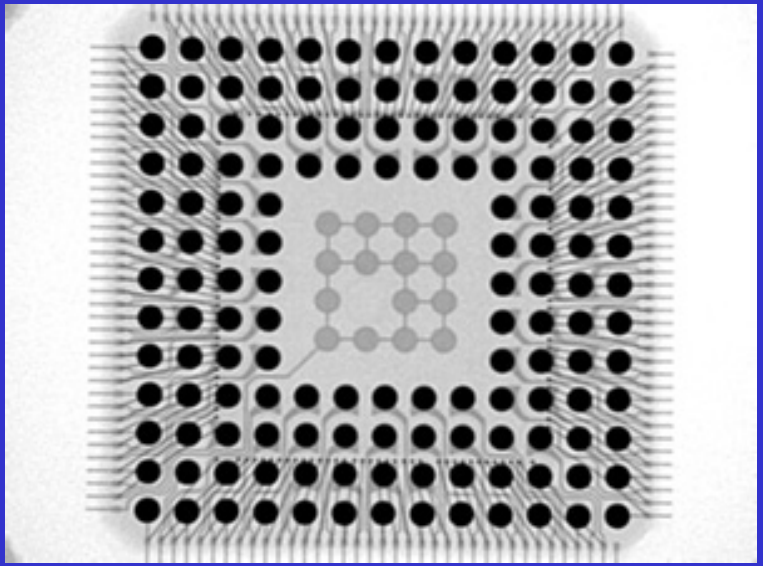


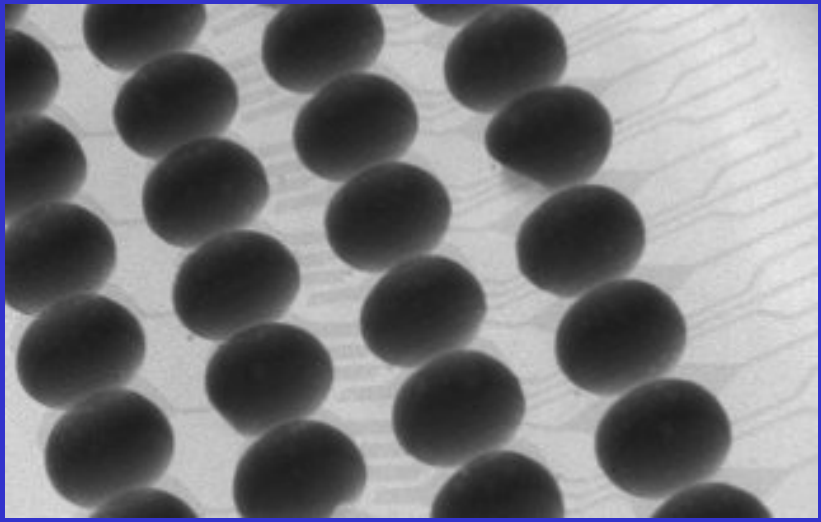


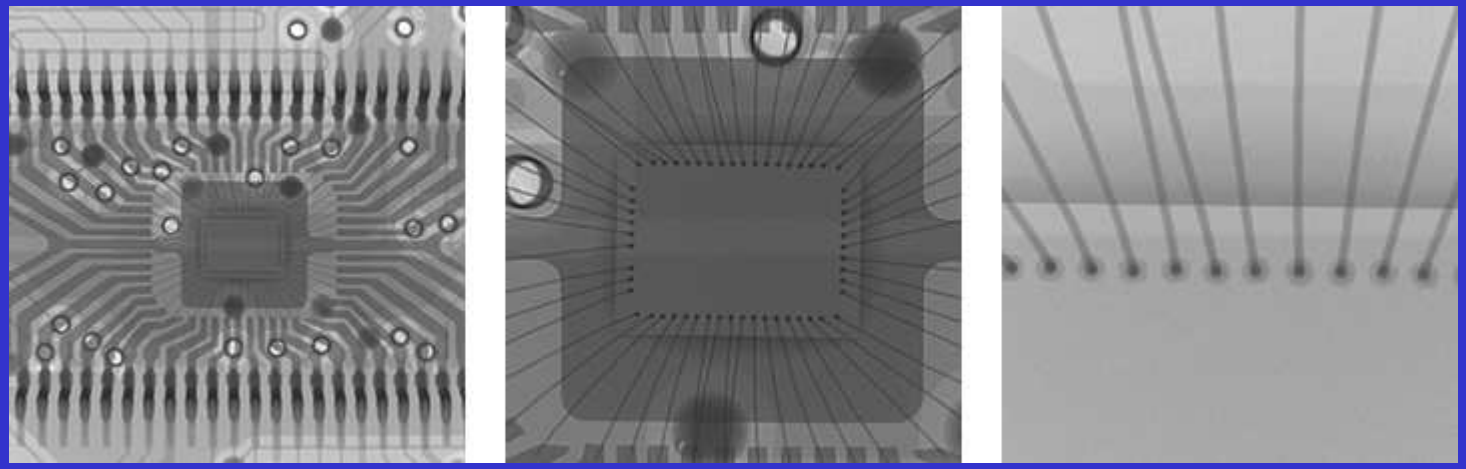
YXLON
Y.MU2000-D
YXLON

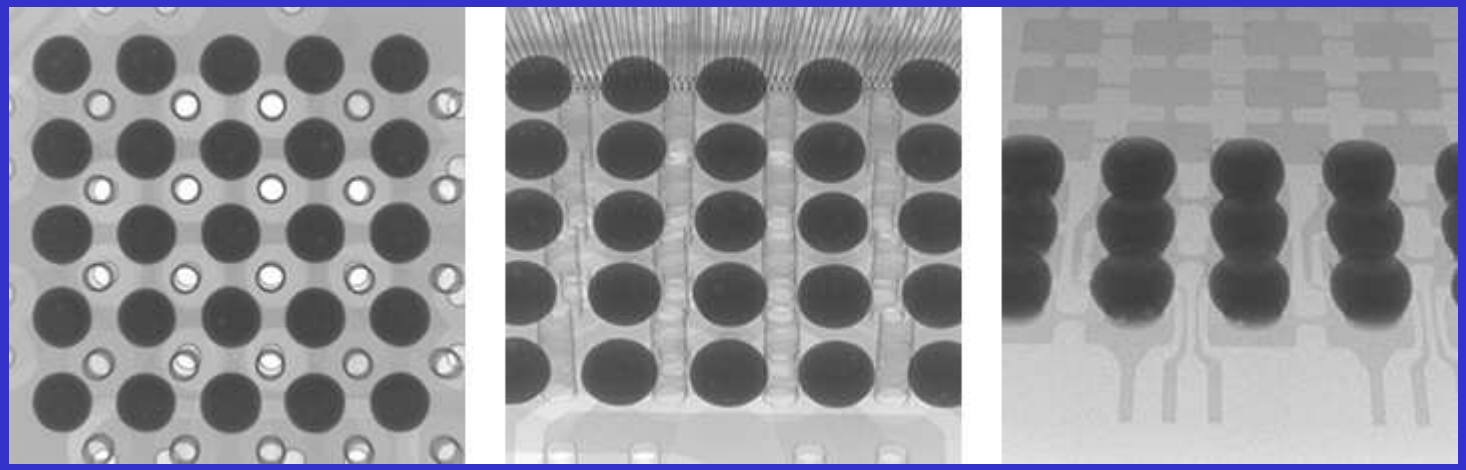
© Nick Veasey

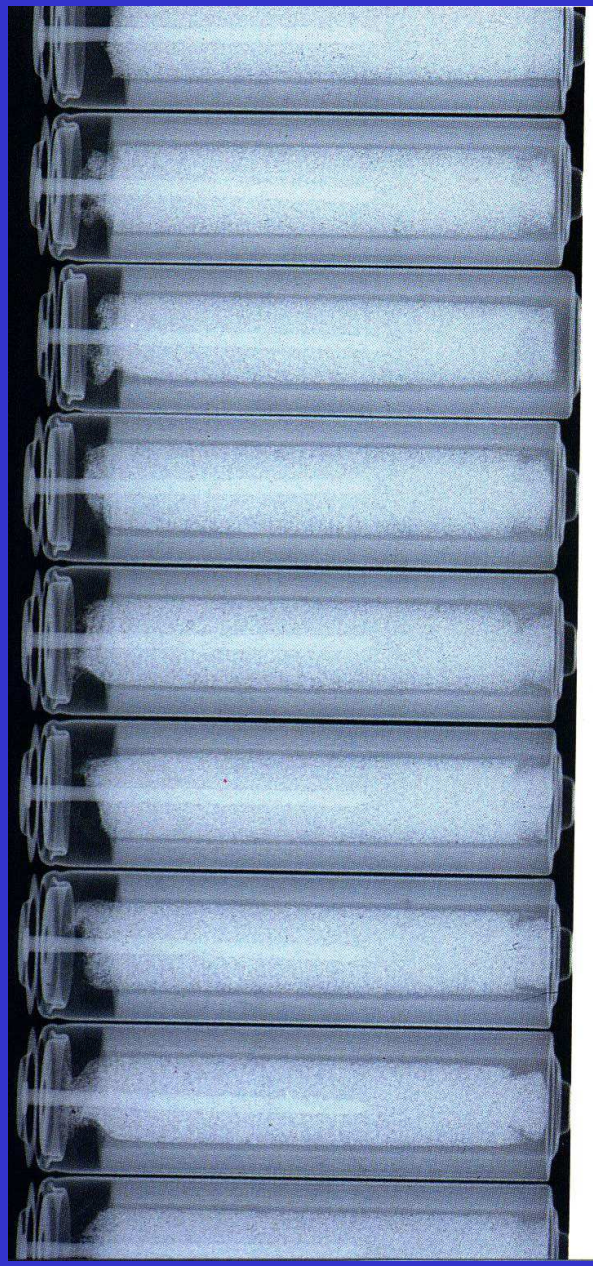
dage
XD7500
dage
PRE-WARN
X-RAY ON
XD7500NT

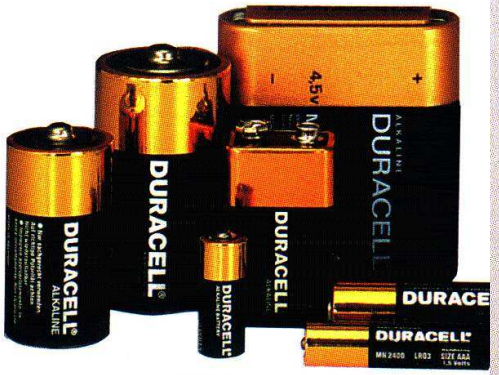




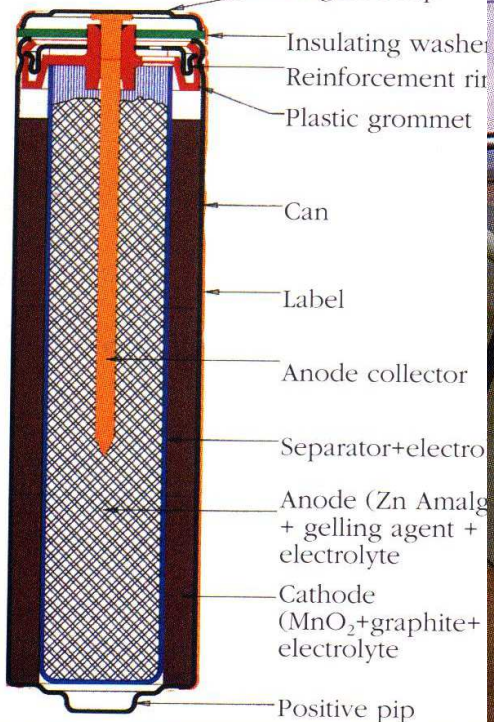








MN 1500 MKIII



Przemysł spożywczy

kontrola zanieczyszczeń
pomiar napełnienia puszek, butelek
wykrywanie brakujących, uszkodzonych składników

ok. 200 μSv

SAFELINE
X-Ray Inspection
Image Library
CAUTION: X-RAYS PRODUCED
WHEN ENERGISED
SAFELINE
X-Ray Inspection

Jedną z głównych zalet systemów inspekcji rtg jest ich wielozadaniowość

Poza detekcją ciał obcych można je także wykorzystać m. in.:

- w pomiarach masy i wymiarów detali,
- ich zliczaniu,
- wyznaczaniu zawartości tłuszczu w produkcie,
- monitorowaniu poziomu napełnienia pojemników,
- wykrywaniu uszkodzonych opakowań lub innych defektów.

Systemy inspekcji rentgenowskiej:

Żywność przetworzona

Gotowe posiłki

Mięso

Produkty piekarnicze

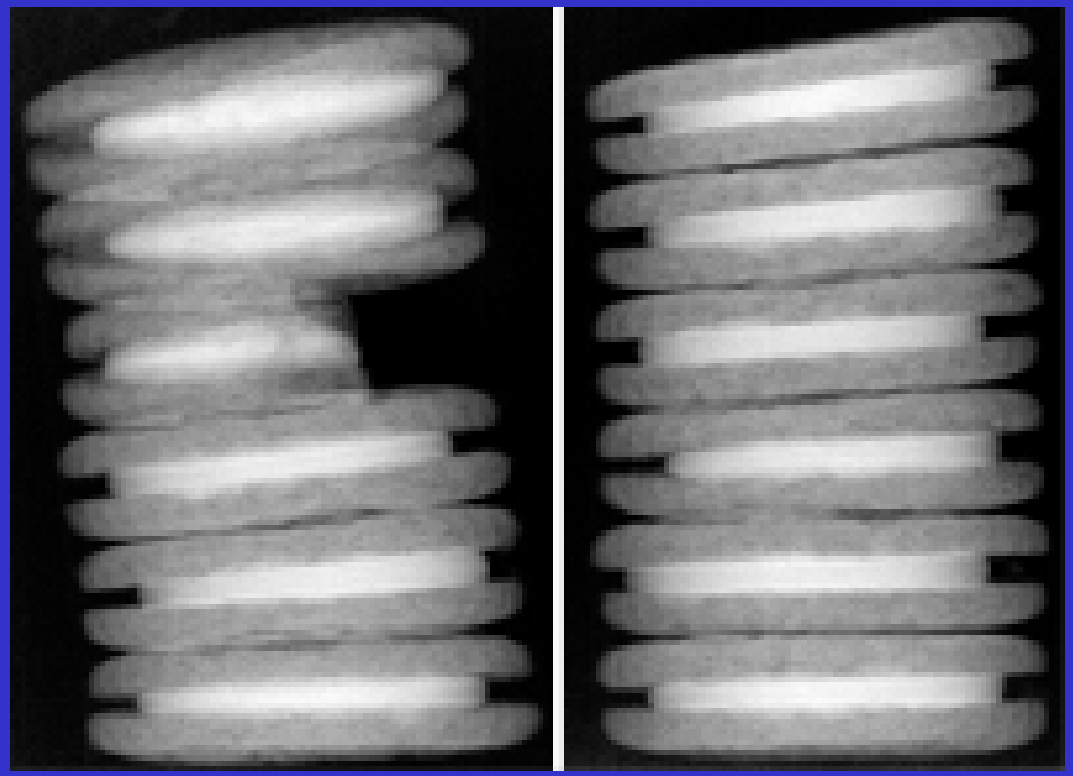
Zboża

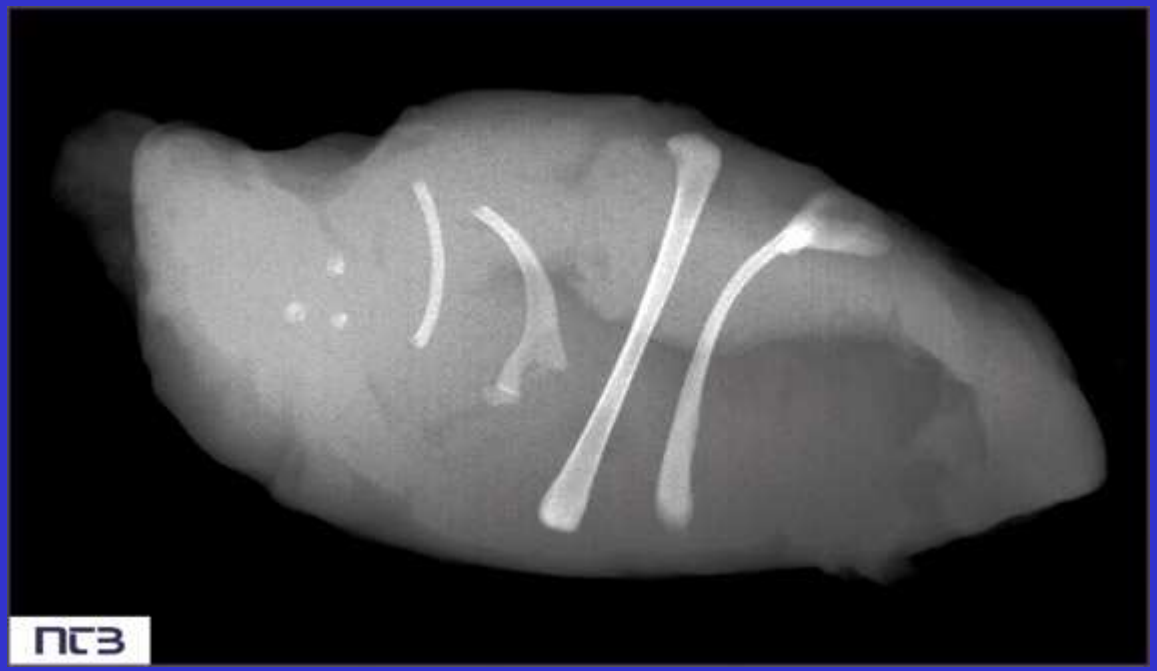
Nabiał

Produkty cukiernicze

Warzywa i owoce

Kosmetyki



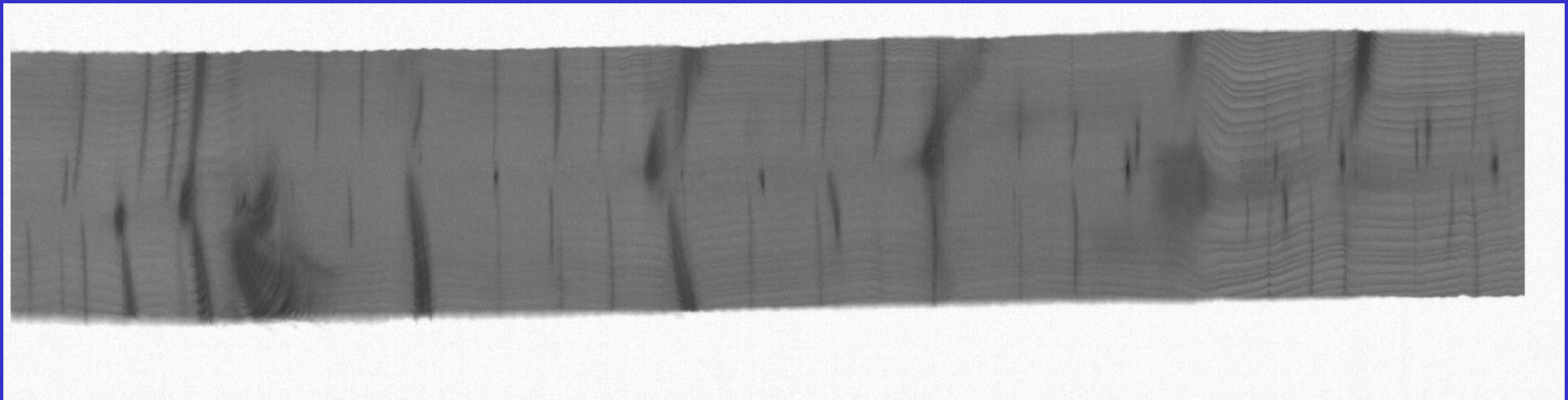

nt3

nt3

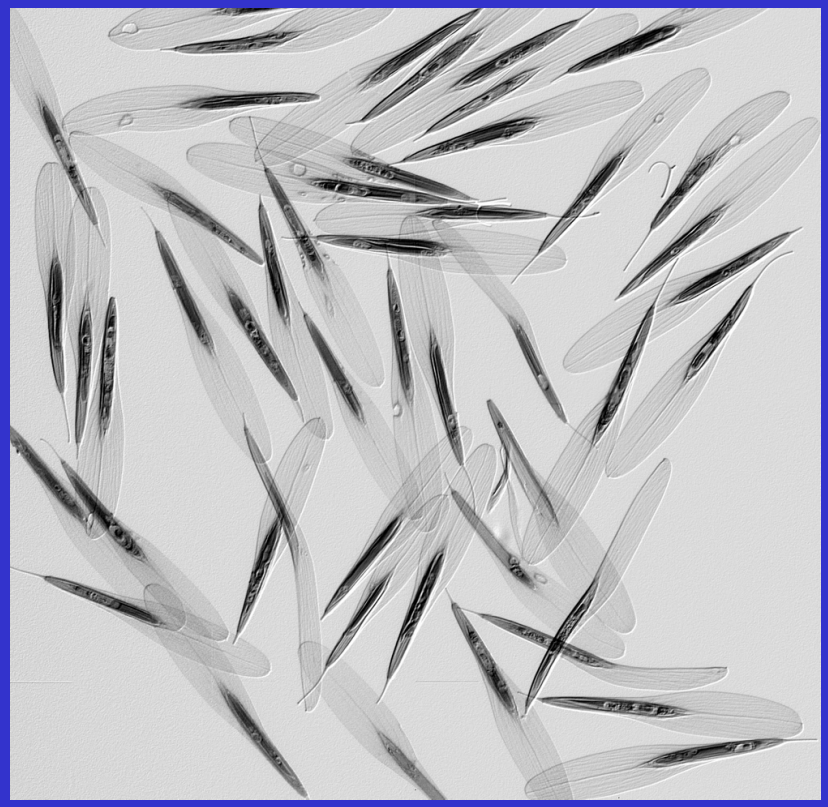
Sterylizacja i inne

- sterylizacja środków opatrunkowych,
- utrwalanie (dekontaminacja) żywności - dawka rzędu 1 kSv,
- napromieniowanie krwi (dla pacjentów narażonych na wystąpienie reakcji TA-GvHD),
- niszczenie szkodników (owadów)

Steico w Czarnkowie - tartak (automatyczne sortowanie drewna)

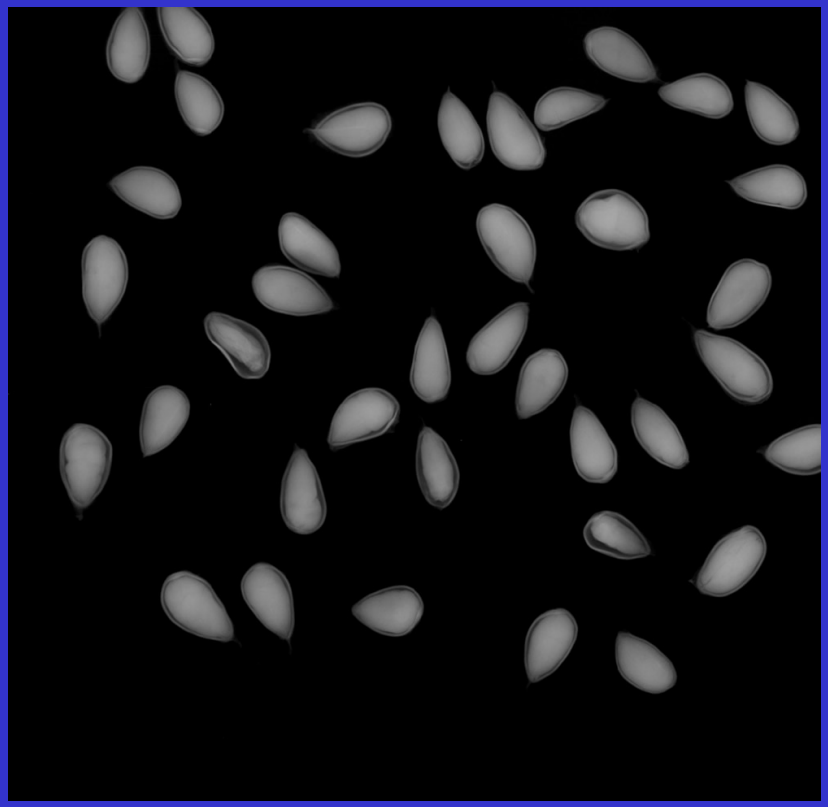


MICROTEC
CT.LOG



Leśny Bank Genów
Kostrzyca

Leśny Ośrodek Nasienny w
Zwierzyńcu



Instytut Agrofizyki PAN w
Lublinie

Instytut Badawczy Leśnictwa
w Sękocinie Starym

FAXITRON MX 20
Instytut Agrofizyki w Lublinie

Energia: 10 - 35 kV
Natężenie: 300 µA
Ognisko: < 20 µm
Geometr. powiększ. 5x
(50lp/mm)
Typowy czas akwizycji
obrazu: 15 s
Masa: 68 kg

Nie wymaga dodatkowych osłon przed X-ray
Nie wymaga specjalistycznej wiedzy na temat X-ray

Historia sztuki
Konserwacja zabytków

- mumie
- malarstwo
- rzeźba
- pomniki
- instrumenty muzyczne
- wszelkie wykopaliska

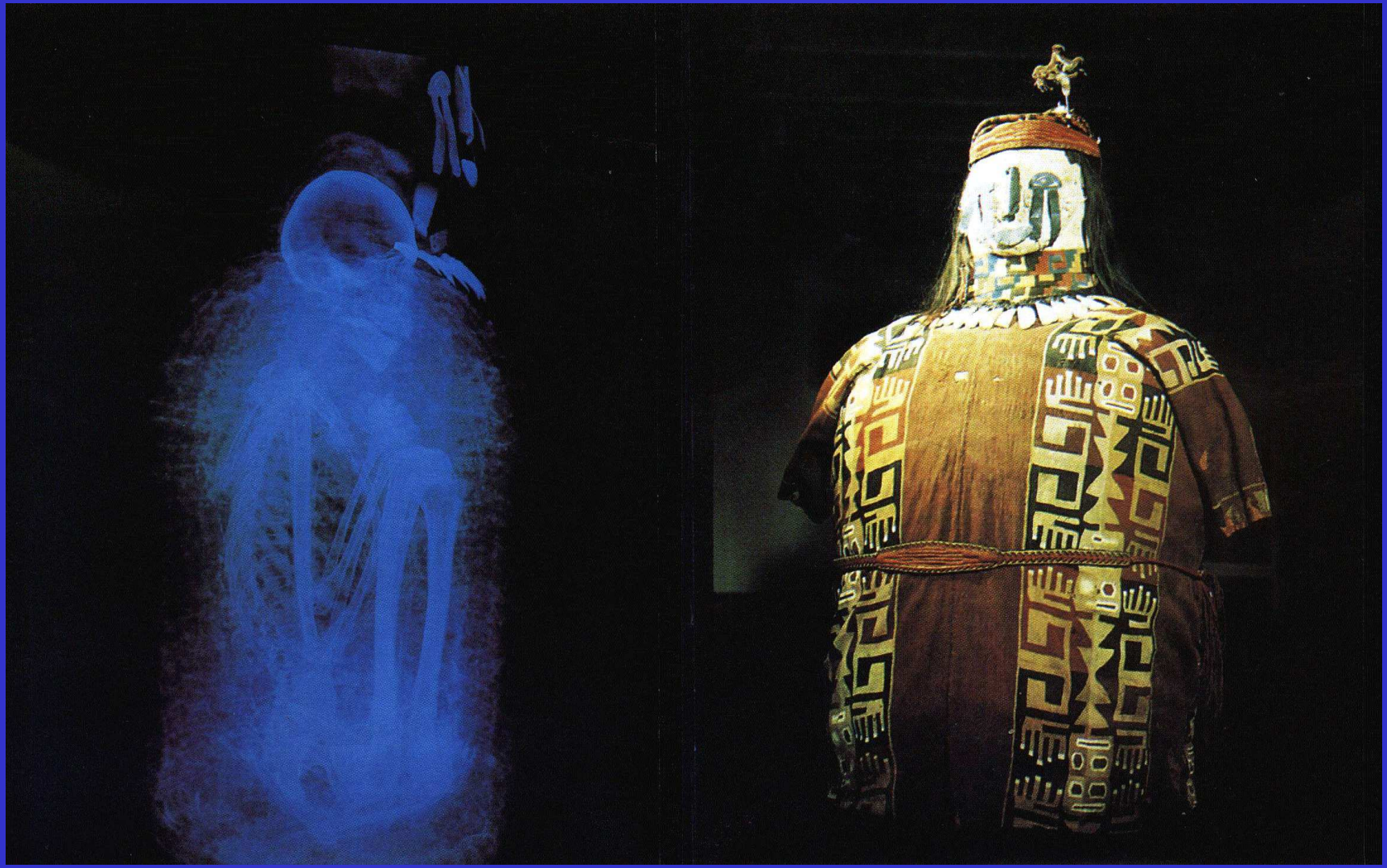
NDECAMPO D. IV OSEPH CAMPERO D HERRE CAV DLAVITO D CALATRA I SVESPOSAD IV
EMENCIA D OBANDO ENCOMENDEROS DE ESTE V LOCOS TEARON LAM PARTE
STA IGLECIA I RRETABLO I PVSO LA PRIMERA PIEDRA EL AN O D 168 ONELVI ANT
GO DO I SVCVRA I SEACA EL AN O D 1693 SIEND CVRA I VIC E B DM VIERA D E MOT MIS DLSS

Malarstwo
Jan Rutkowski (1950-2006)

- Obrazy Matki Boskiej (Jasna Góra, Kalwaryjska, Myślenicka, Dzikowska, Opolska, Trybunalska, Rudzka i in. - 10)
- 35 weneckich obrazów (Muzeum Narodowe)
- 54 obrazy (Wawel)
- 113 witraże (Kościół Mariacki) i in.

Badanie rentgenowskie „Szczerbca”
z muzeum na Wawelu

5
10 MIECZ 16-01-08
20
25
30 MIECZ 16-01-08
40
45
50
55
60 MIECZ 16-01-08
70
75
80 MIE
5
2



Różne

- pomiary, grubości, średnic, owalizacji
- paliwo stałe do rakiet
- zastosowania wojskowe
- przemysł wydobywczy
- identyfikacja diamentów
- poszukiwania pereł
- dejonizacja (usuwanie ładunków elektr.)

SIKORA

Analiza składu chemicznego

- przemysł metalurgiczny
- przemysł cementowy
- przemysł szklarski
- rafinerie
- złomowiska
- ochrona środowiska
- zakłady jubilerskie

Test
Alloy
Ready
Test ID: 01/07/10 #35
317 . Exact Match
Element
%
+/-
Cr
18.26
0.17
Mn
1.46
0.09
Fe
63.99
0.35
Ni
13.06
0.21
Mo
3.22
0.03
Ready
01/07/10
DELTA
Dynamic XRF

XR-100CR
X-RAY DETECTOR

BRUKER

Ochrona środowiska

- Dyrektywa RoHS:

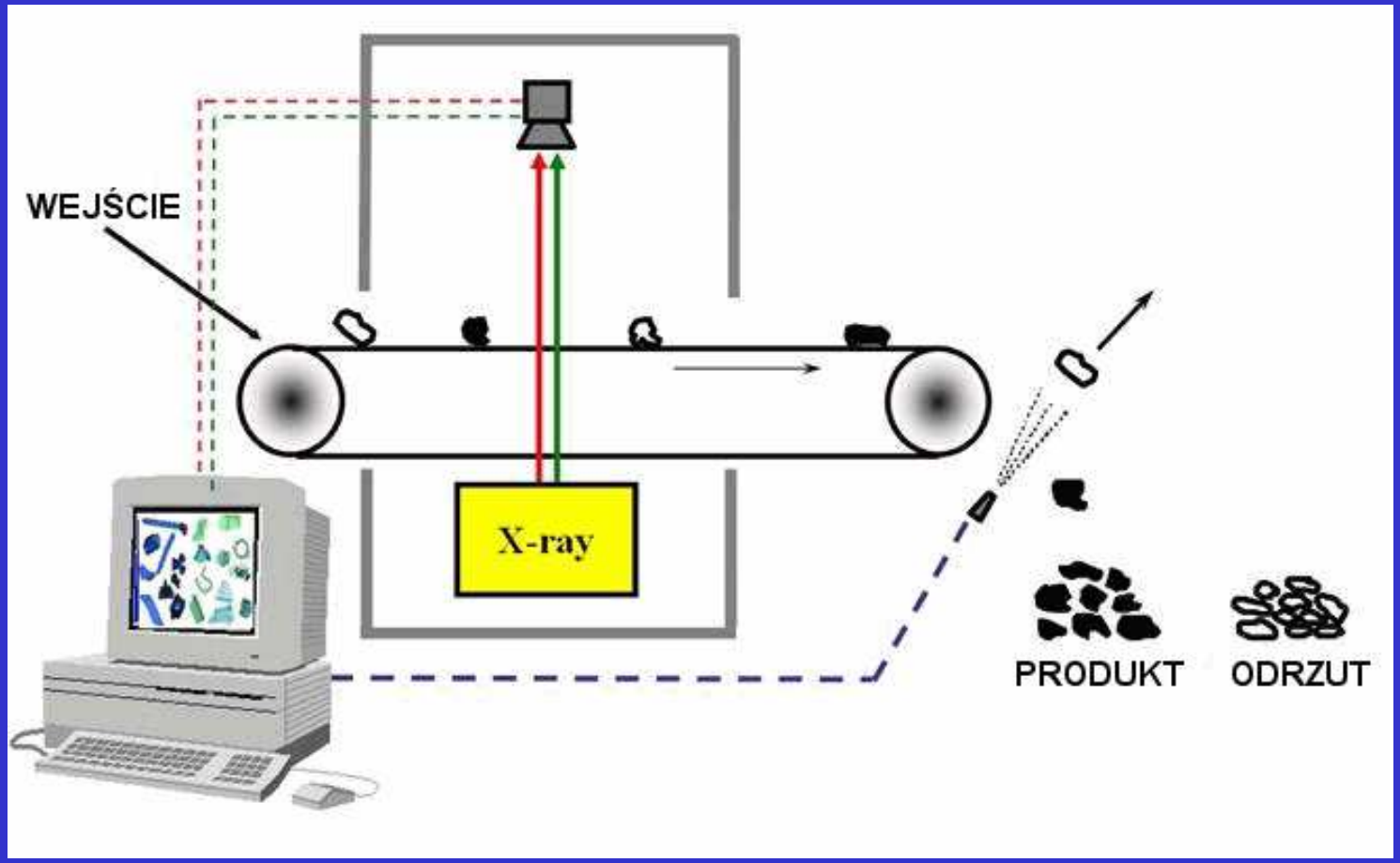
  Pb, Hg, Cr, Cd i Br (PBB, PBDE)
- separacja śmieci (5 mm, 5÷20 t/h)
- kontrola przemytu śmieci

Ochrona środowiska

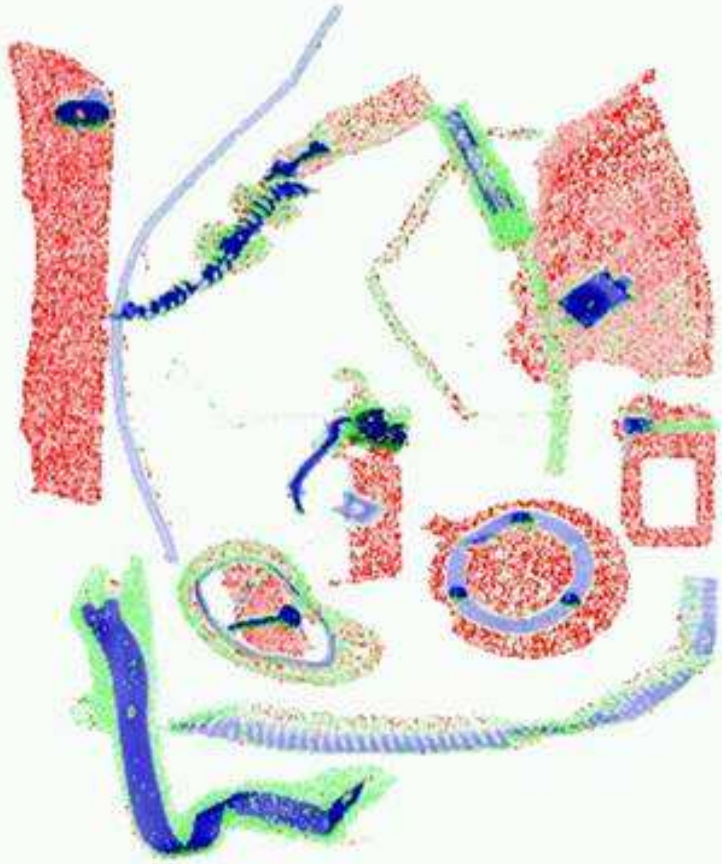
Ochrona środowiska

Ochrona środowiska

Separacja odpadów (śmieci)



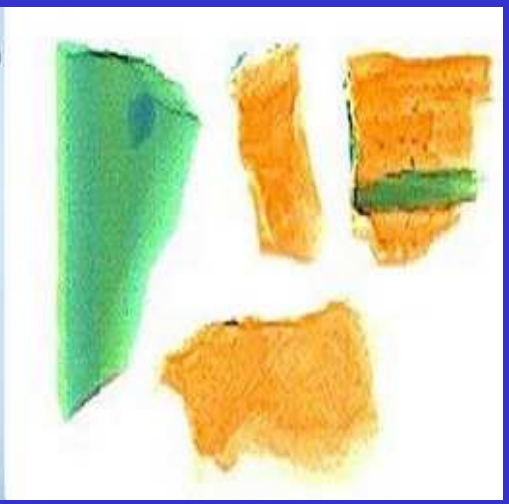
Separacja odpadów (śmieci)



Aluminium = green, steel, copper = blue, rubber, plastics = red

Separacja minerałów

Rudy metali, wzbogacanie węgla (Comex - Kęty)



Separacja złomu

Sokołów Podlaski

Piekary Śląskie

DSS Recykling Sp. z o.o. (Dąbrowa Górnicza)

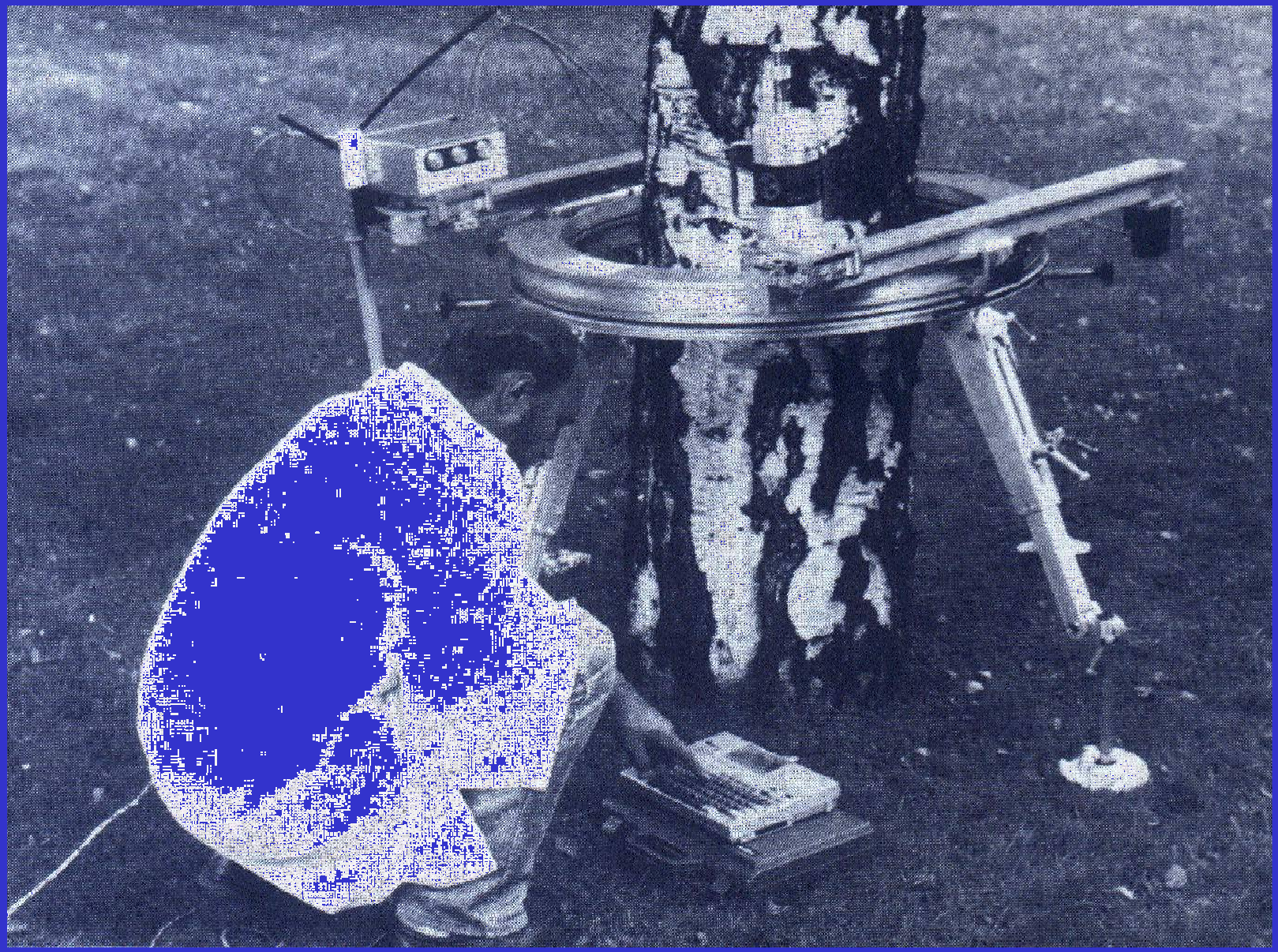
Alu-Star (Stargard Szczeciński)

Alumetal S.A. (Nowa Sól)

Tomografy przemysłowe
Badania naukowe

- Mikrotomografy rentgenowskie
- Nanotomografy rentgenowskie

45 urządzeń (2014 r.)



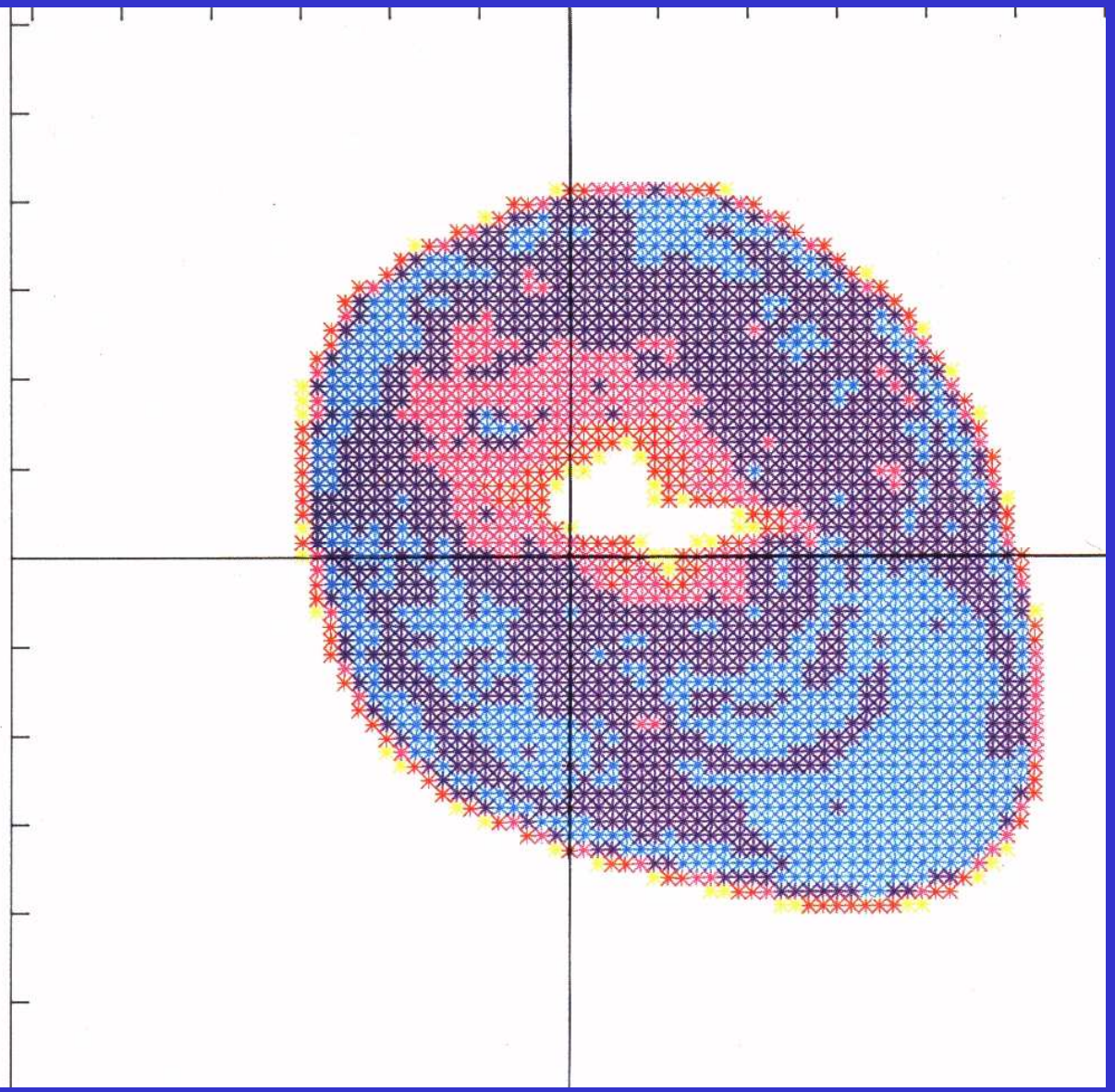
H145L-LINDE

17/09/85 15:30:20

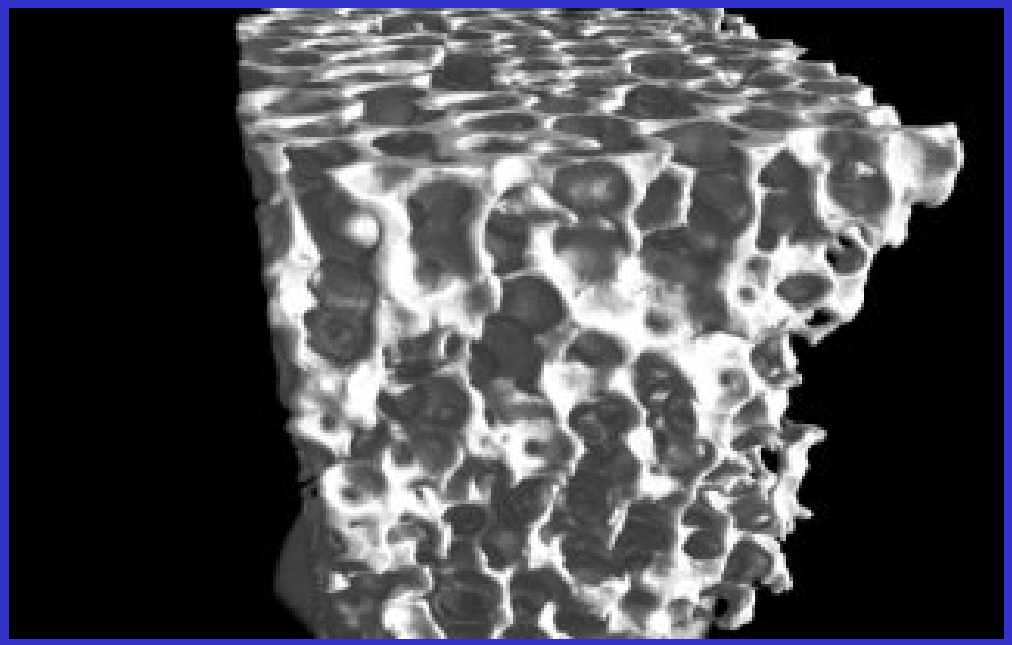
SCHRITTWEITE 6.0 MM
DREHWINKEL 48
IMPULSZAHL 2048
FILTER 1

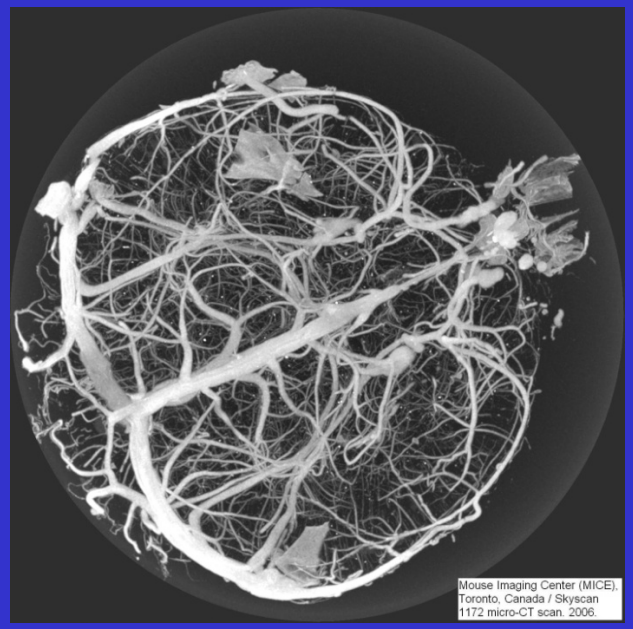
FENSTER 1.25
✳ : 8.00 MM

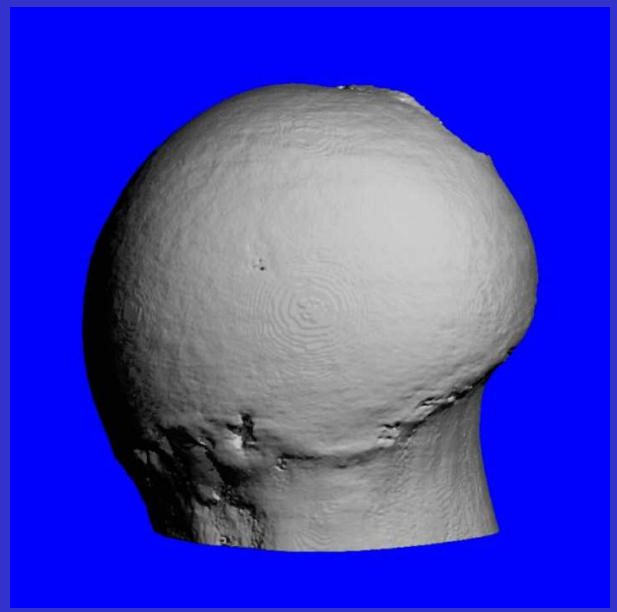
✳ > 84.00
✳ 76.00 ... 83.99
✳ 68.00 ... 75.99
✳ 60.00 ... 67.99
✳ 52.00 ... 59.99
✳ 44.00 ... 51.99
✳ 36.00 ... 43.99
✳ 28.00 ... 35.99



SKYSCAN



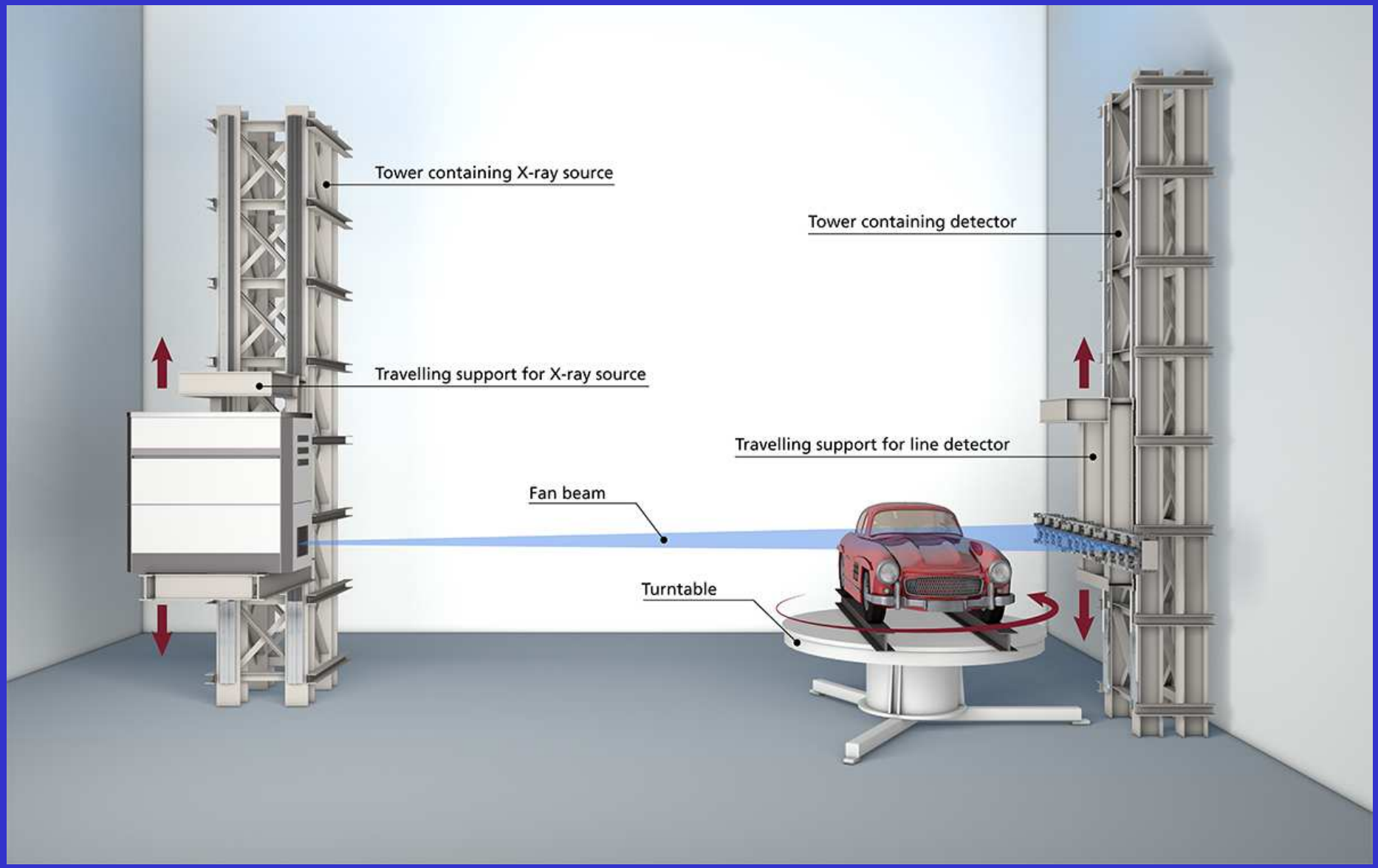

Mouse Imaging Center (MICE),
Toronto, Canada / Skyscan
1172 micro-CT scan. 2006.



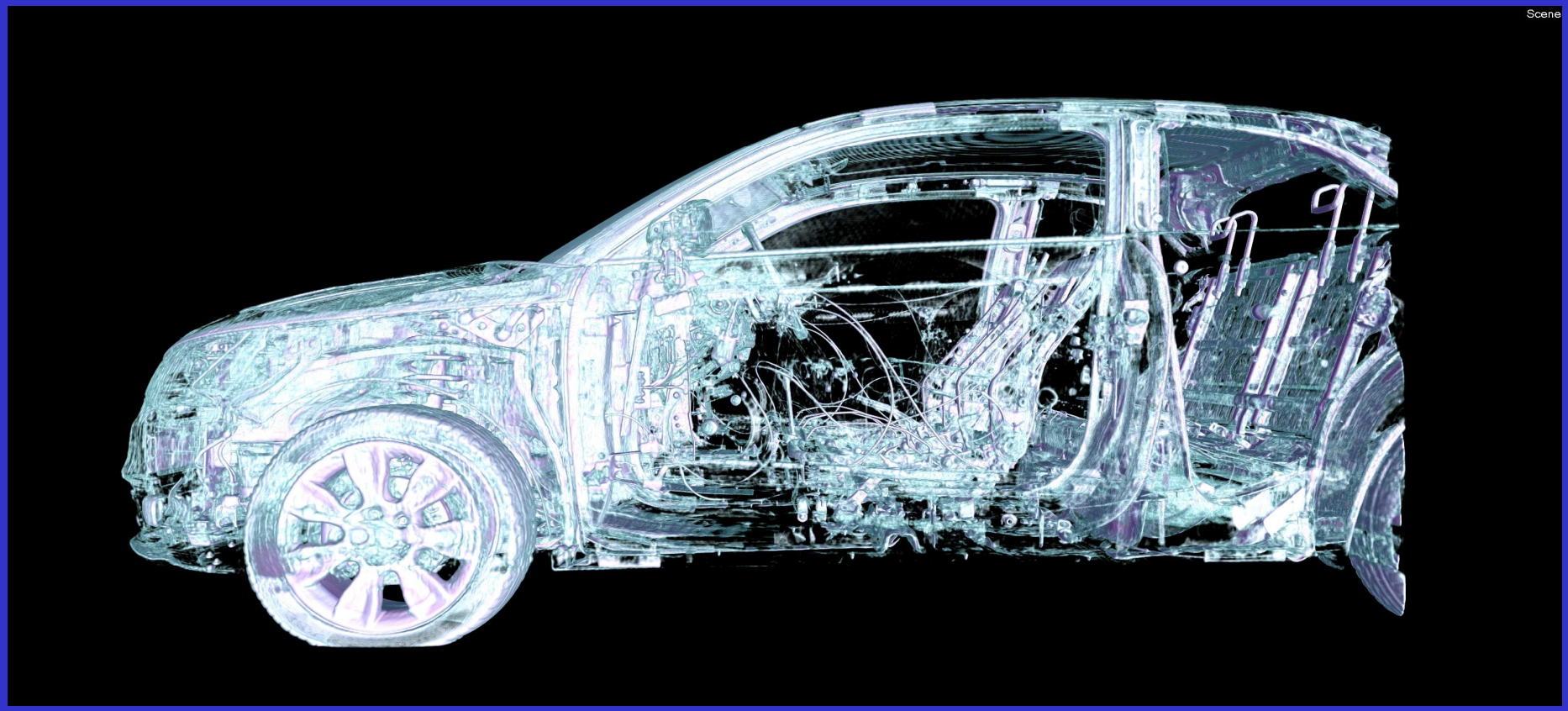
XVIEW CT
X5000

Największy tomograf przemysłowy

Największy tomograf przemysłowy

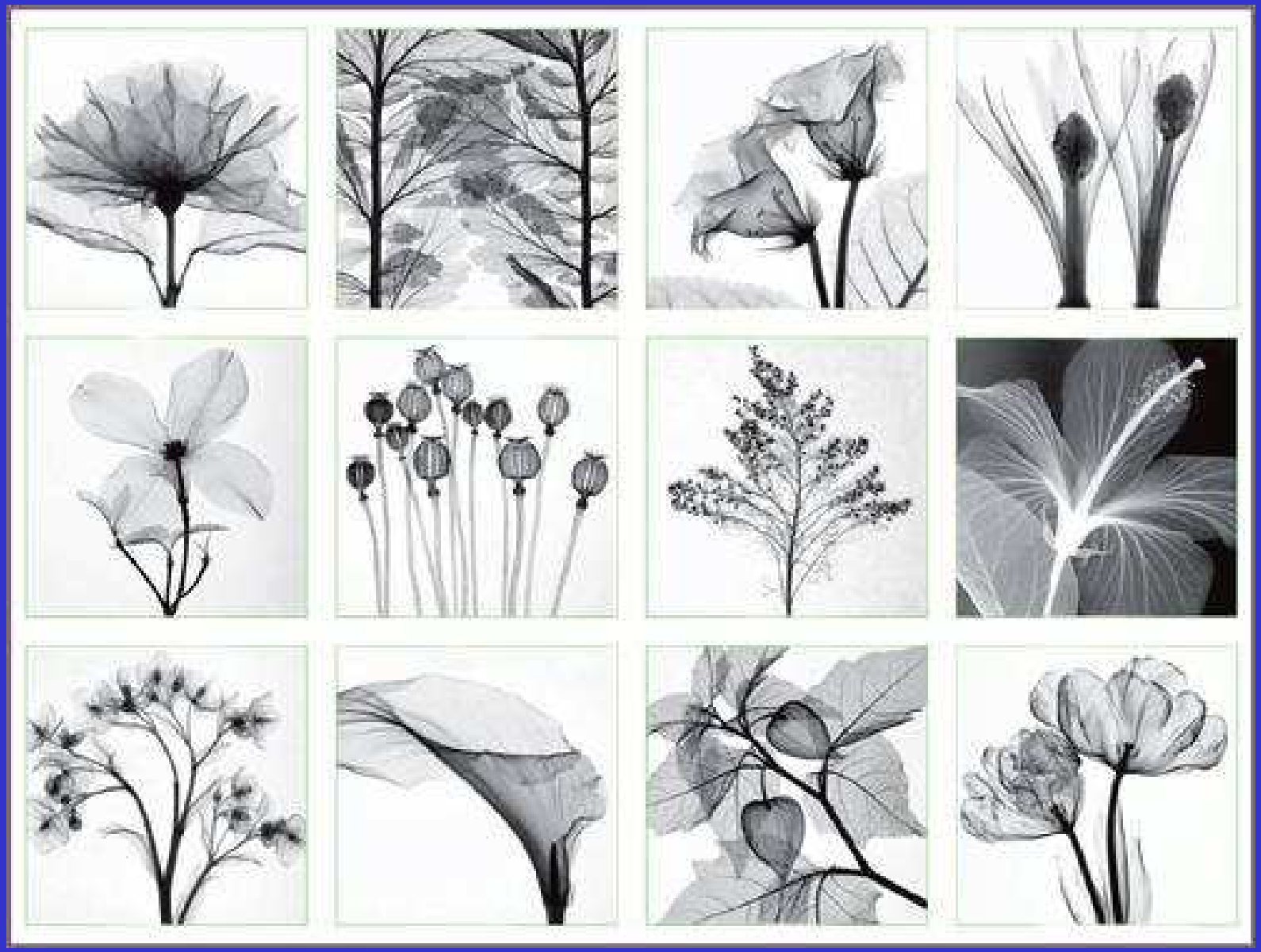
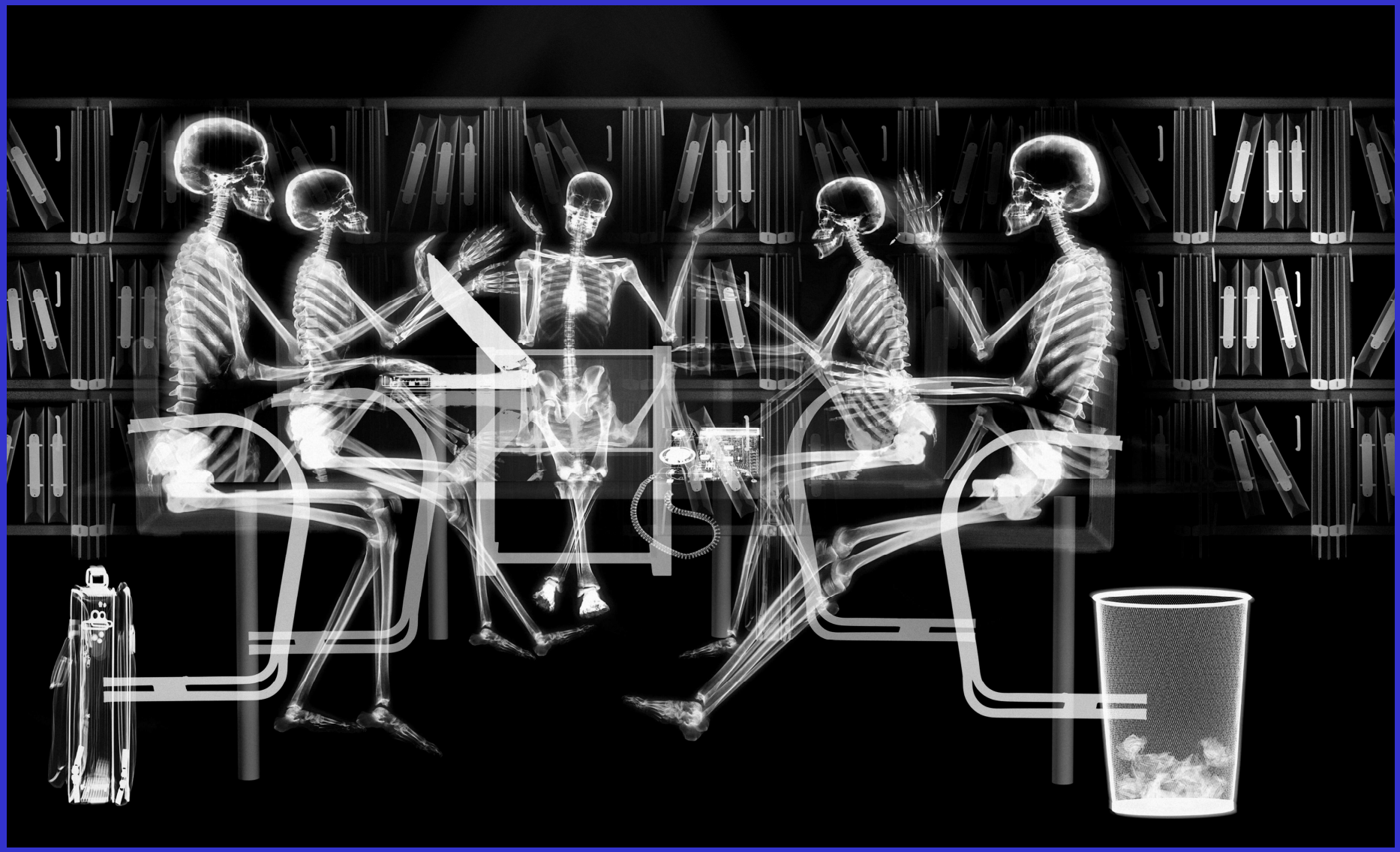


Największy tomograf przemysłowy



Litografia rentgenowska

- ponieważ krótka długość fali (λ fotonów X ~ 0,05 do 0,5 nm), efekty dyfrakcyjne od krawędzi są kompletnie pomijalne,
- wydajność lamp rentgenowskich jest zbyt mała – muszą być używane synchrotrony (promieniowanie synchrotronowe – tarcza aluminiowa; Kα - 1,48 keV)



Dziękuję za uwagę