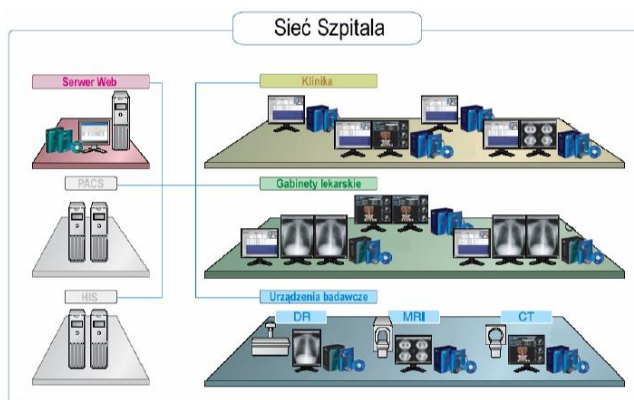


# UWARUNKOWANIA CAD: ŚRODOWISKO RADIOLOGII CYFROWEJ

Materiały KWOD, A.Przelaskowski

- Cyfrowe technologie obrazowania
- Systemy informacyjne
- Nowoczesne systemy radiografii cyfrowej
- Wspomaganie poprzez lepsze pokazywanie

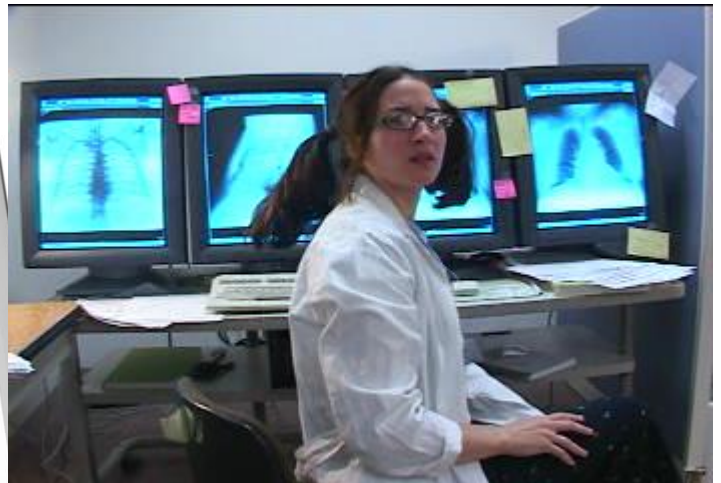


# Trendy współczesne

- Cyfrowe obrazowanie, opis, zarządzanie
- Szpitalny system informacyjny (HIS) - włączenie wszystkich oddziałów w sieć wewnętrzną (integracja)
- Dostęp sieciowy, internet, urządzenia personalne
- Teleradiologia

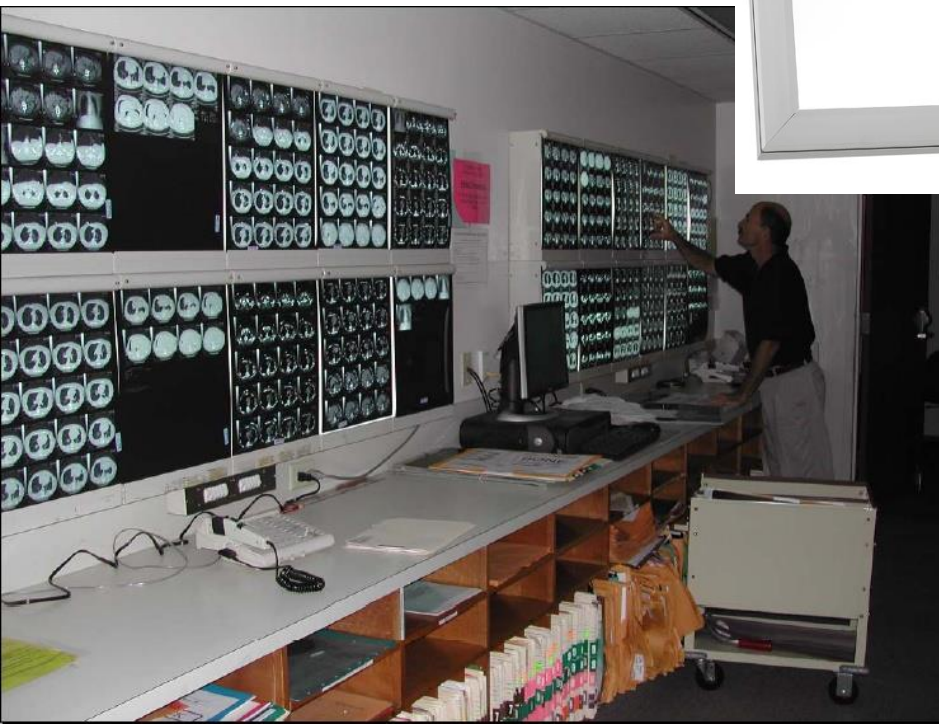


# WYBRANE ELEMENTY SYSTEMÓW RADIOLOGII CYFROWEJ (RC)



*negatoskopy*

*'cyfrowa' interpretacja*



*biometryczne zabezpieczenia*

# CENTRUM RADIOLOGII – komputerowe wspomaganie modeli użytkowych

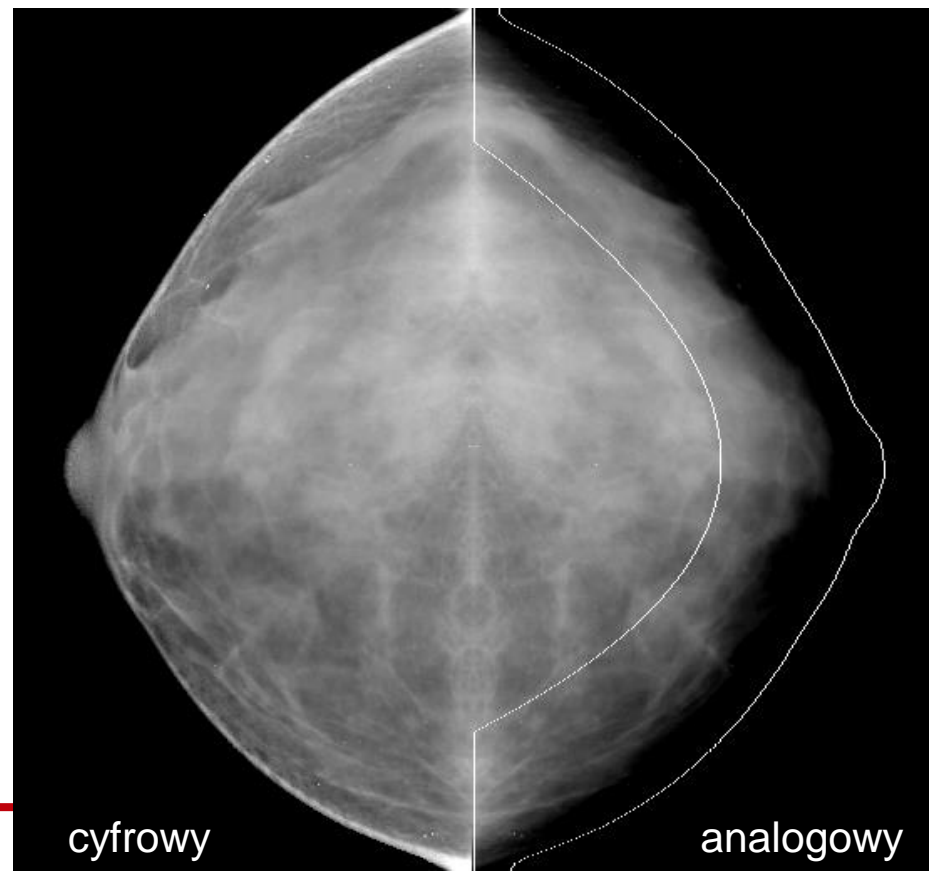
---

Radiologia – dziedzina medycyny zajmująca się wykorzystaniem różnorodnych technik (systemów) obrazowania w celach diagnostycznych i leczniczych

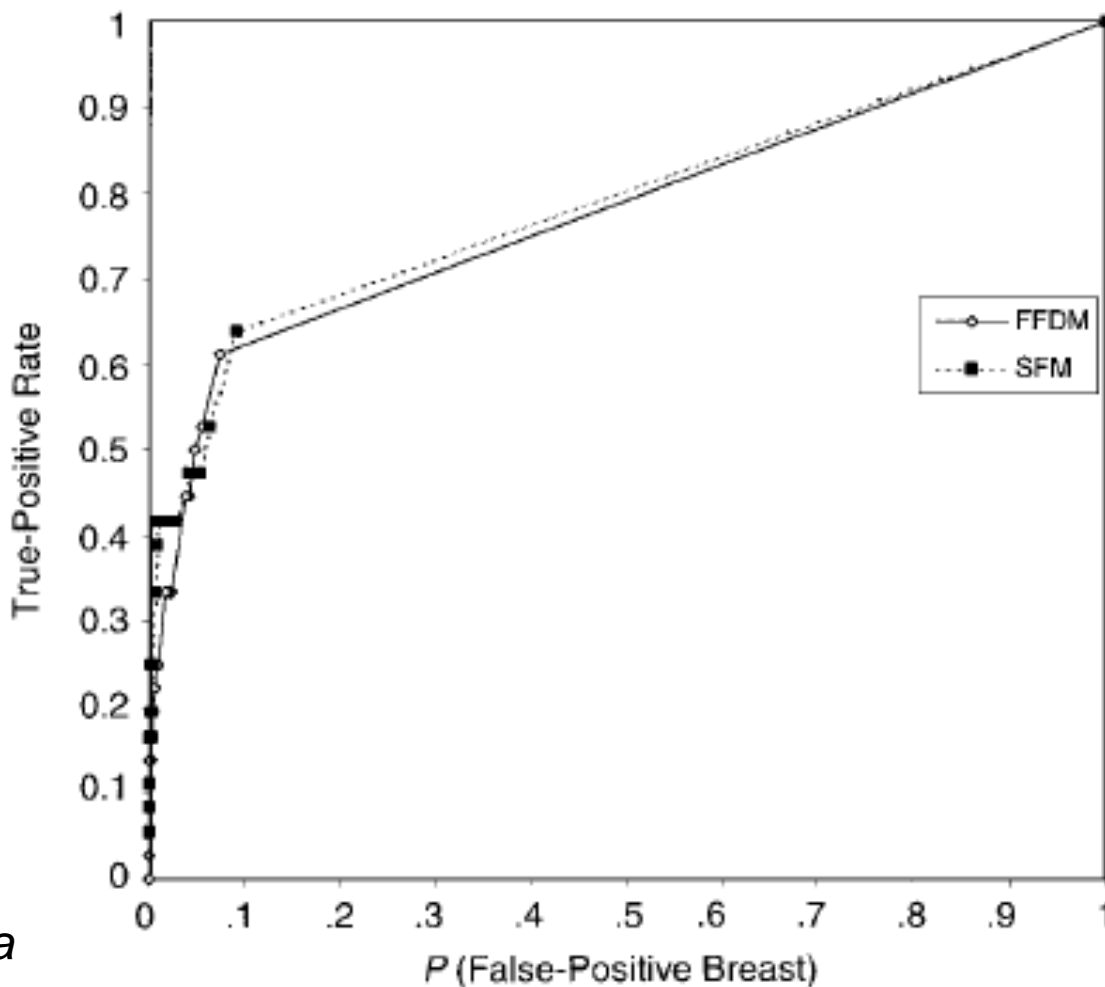
Centrum radiologii cyfrowej – zintegrowane środowisko teleinformatyczne służące radiologii, obejmujące

- ❑ medyczne systemy cyfrowe obrazowania
- ❑ sieciowe systemy gromadzenia, przetwarzania i zarządzania informacją

Szczególne uwarunkowanie -  
radiografia cyfrowa



# PORÓWNANIE DETEKTORÓW CYFROWYCH I ANALOGOWYCH stosowanych w radiologii



*mammografia*

# Obrazowanie medyczne

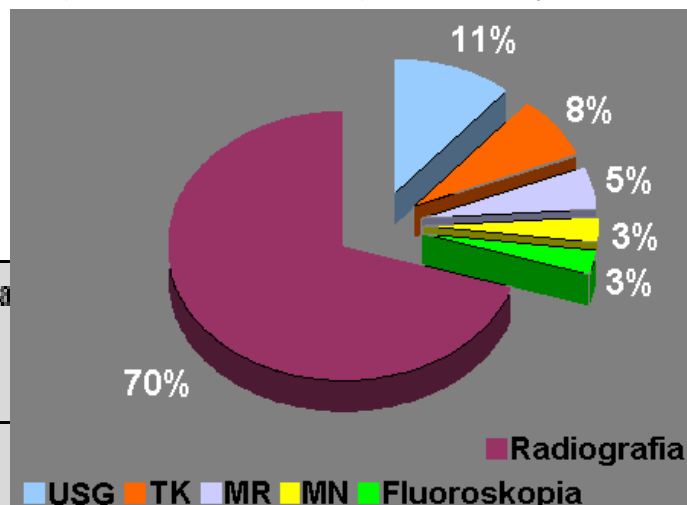
## – rosnący potencjał

- Systemy obrazowania medycznego – trendy ogólne
  - komplementarność zobrazowań (wartość dodana, ograniczenia)
  - integralność zobrazowań (multimodalność, uzupełnienia kliniczne, różnorodność zastosowań)
  - powtarzalność (kompleksowość 3D, profile, analizy porównawcze, normalizacja i skalowanie, kontrola jakości itd.), dynamika, nieszkodliwość, mobilność itd.
- Działania: pomiar sygnałów (czujniki), metody prefiltracji, rekonstrukcji, analizy, zarządzanie danymi, formy wizualizacji
  - specyfika – treść, możliwości, artefakty, stosowalność
  - prezentacja i percepcja treści
  - metody oceny jakości, kontrola i porównanie jakości
  - formy analizy, rozumienia, interpretacji
  - pojęcia wiarygodności i wartości diagnostycznej
  - weryfikacja efektów klinicznych

## ■ Zapotrzebowanie na radiologów

- praca 24/7, wolne etaty
- radiomika, głębokie zasoby
- indeksowane bazy referencyjne

Representative medical imaging modality	Resolution	Bit depth	File size
Mammography			
Radiography			
Digital fluoroscopy	1000 × 1000	8 or 10 bit	1 or 2 MB
Digital cine	1000 × 500	8 or 10 bit	1 MB
Computed tomography	512 × 512	16 bit	524 kB
Ultrasound	512 × 512	8 bit	262 KB
Magnetic resonance	256 × 256	16 bit	131 kB
Nuclear medicine	64 × 64	16 bit	8 kB



# Systemy obrazowania medycznego to olbrzymi biznes



# News (olbrzymie wydatki na ochronę zdrowia)

- In 2016, the U.S. spent **17.8** percent of its gross domestic product (GDP) on medical spending, according to study results. In comparison, other countries spent **9.6 percent to 12.4 percent** of GDP on healthcare
- The U.S. performed the second highest number of imaging exams, researchers found, and had the second highest MRI and CT technology utilization rate, **following Japan**. According to the study, the U.S. spent **151 per 100** people on imaging exams, compared to 100 per 100 people in other countries.

	Million EUR	EUR per inhabitant	PPS per inhabitant	% of GDP
Belgium	41 711	3 722	3 352	10.4
Bulgaria	3 640	504	1 174	8.5
Czech Republic	11 841	1 125	1 894	7.6
Denmark	27 517	4 876	3 494	10.4
Germany	321 720	3 973	3 922	11.0
Estonia	1 223	931	1 313	6.1
Ireland	19 148	4 147	3 316	9.9
Greece	14 712	1 351	1 652	8.3
Spain	94 534	2 034	2 199	9.1
France	236 948	3 582	3 339	11.1
Croatia	2 886	681	1 089	6.7
Italy	145 938	2 401	2 339	9.0
Cyprus	1 184	1 389	1 531	6.8
Latvia	1 297	650	991	5.5
Lithuania	2 265	772	1 342	6.2
Luxembourg	3 091	5 556	4 111	6.3
Hungary	7 473	757	1 424	7.2
Malta	.	.	.	.
Netherlands	72 475	4 297	3 813	10.9
Austria	33 795	3 957	3 617	10.3
Poland	25 987	684	1 299	6.3
Portugal	15 583	1 498	1 880	9.0
Romania	7 727	388	809	5.1
Slovenia	3 189	1 546	1 906	8.5
Slovakia	5 256	970	1 531	7.0
Finland	19 523	3 575	2 885	9.5
Sweden	48 154	4 966	3 656	11.1
United Kingdom	222 609	3 448	2 831	9.9
Iceland (*)	1 138	3 476	2 871	8.8
Liechtenstein	294	7 906	.	.
Norway	35 132	6 839	4 331	9.4
Switzerland	60 276	7 361	4 710	11.4

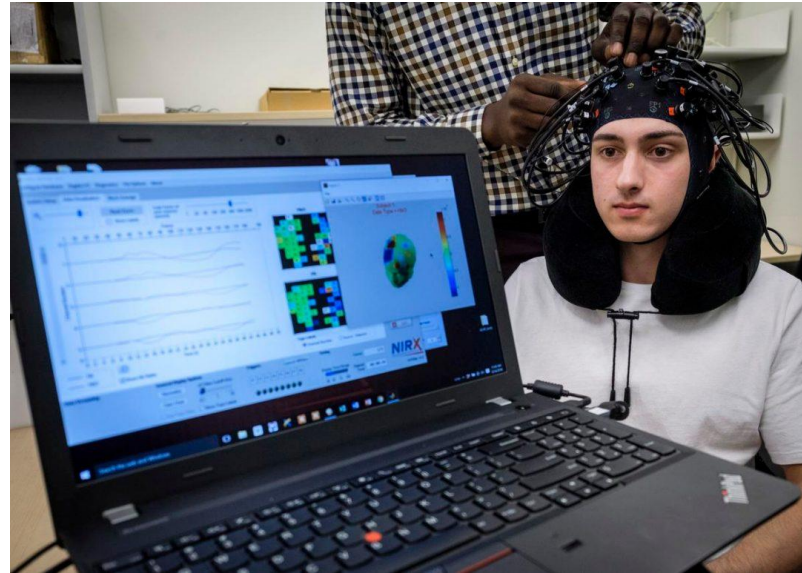
(\*) Definition differs.

Source: Eurostat (online data code: hlth\_sha11\_hf)



# Nie tylko tradycyjne obrazowanie: Canadian researchers develop portable brain-imaging system to help identify concussions (wstrząsy mózgu)

- Sprzęt **Uniwersytetu w Calgary** wykorzystuje skaner podczerwieni do badania mózgu, co może pomóc w ustaleniu rozmiaru uszkodzeń i długotrwałych konsekwencji wstrząsów

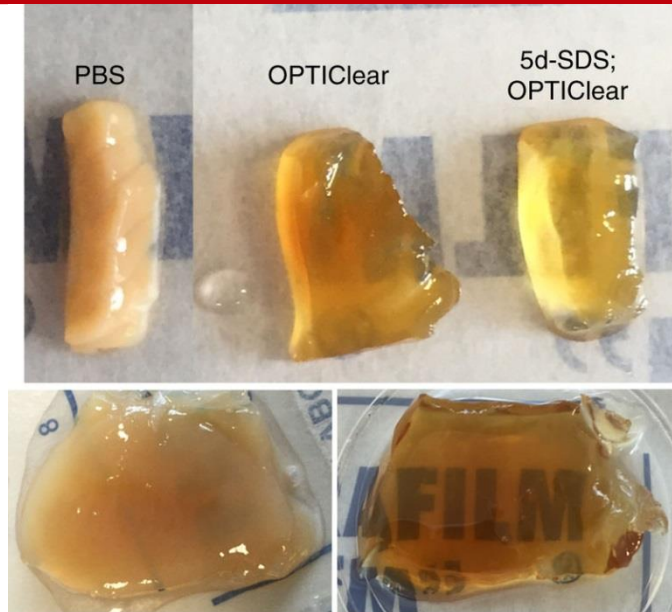


- Objawy wstrząsu mózgu mogą być bardzo różne u poszczególnych osób: bóle głowy, nudności, utratę pamięci i brak koordynacji, co utrudnia znalezienie właściwej terapii
- "W systemie podczerwieni istnieje **szczególna długość fali**, która dość dobrze przechodzi przez tkankę; dokonujemy pomiaru koloru krwi w mózgu," (Jeff Dunn, dyrektor Centrum Obrazowania Eksperymentalnego w Cumming School of Medicine, University of Calgary)

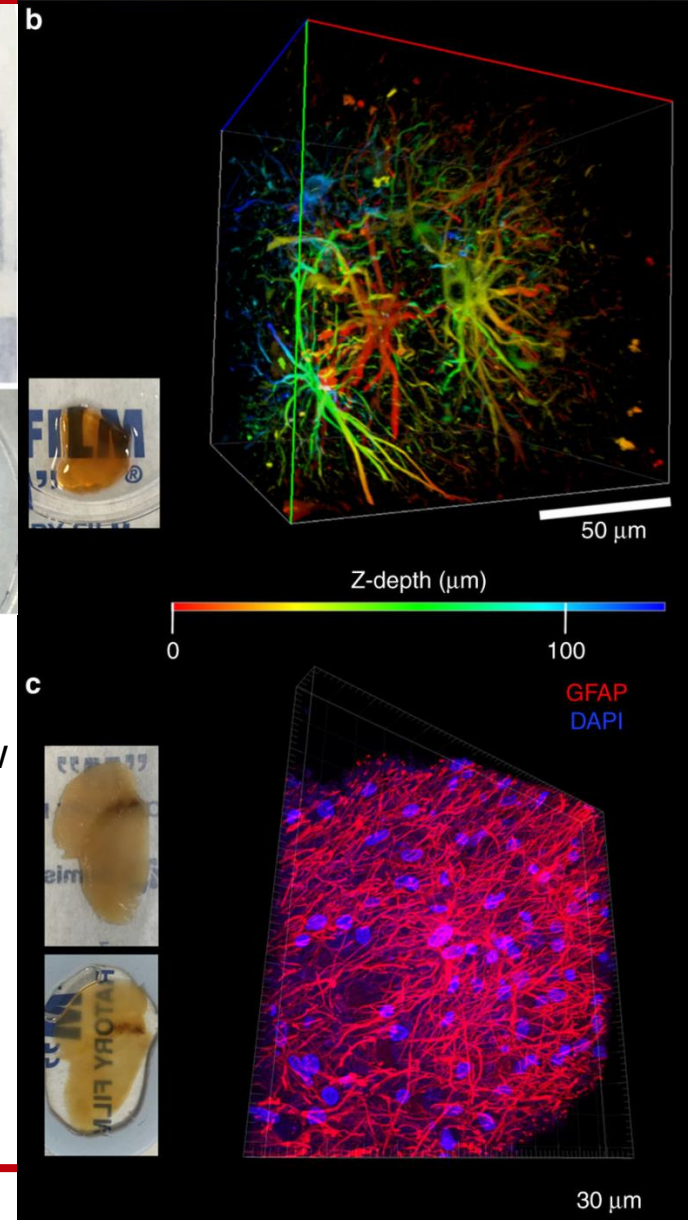
<https://www.thestar.com/life/2018/03/15/canadian-researchers-develop-portable-brain-imaging-system-to-help-identify-concussions-the-extent-of-damage-and-the-long-term-consequences-of-concussions.html>

# Metody histologiczne następnej generacji do obrazowania 3D tkanek ludzkiego mózgu (mikroskopia konfokalna – świetlna z większym kontrastem i rozdzielczością, specjalne osłony )

Techniki oczyszczania do wizualizacji 3D mikrostruktury tkanki nerwowej OPTIClear (Optical Properties-adjusting Tissue-Clearing), optymalizowane pod kątem świeżej i archiwalnej tkanki mózgowej człowieka, w tym utrwalonej w formalinie żywicy parafinowej



- W świetle praktycznych wyzwań związanych z barwieniem immunologicznym w oczyszczaniu tkanek, weryfikujemy stosowanie fioletu krezolowego do wizualizacji neuronów w oczyszczonej tkance, z potencjałem do kwantyfikacji 3D w regionach zainteresowania
- Używamy znaczników lipofilnych do śledzenia procesów neuronalnych w tkance pośmiertnej, umożliwiając badanie morfologii ludzkich dendrytycznych kolców w 3D
- Wizualizacja mikroukładów i komórek (MRI nie daje rady)



# Wielkie wydarzenia: konferencje

- Radiological Society of North America: około 60.000 uczestników

## Featured at RSNA 2010

- 60,000 international medical and science professionals
- 4,200 scientific papers, posters and education exhibits
- 700 technical exhibitors
- 300+ refresher courses

The screenshot displays the RSNA 2010 website interface. At the top, a banner for the 96th Scientific Assembly and Annual Meeting (November 28 - December 3, McCormick Place, Chicago) is visible. Below the banner are navigation tabs for Home, Technical Exhibits, and Attendee Essentials. The Attendee Essentials section includes links for China Medical Engineering Forum, Exhibitor List and Floor Plan, and Get Sweet Deals on the Magnificent Mile Shopping. A search bar and a 'Log in' button are also present. The website features a '100 YEARS' anniversary banner for the Radiological Society of North America, with navigation for Annual Meeting, Membership, Science & Education, Journals, Informatics, R&E Foundation, About RSNA, and myRSNA. A large banner for the 100th Scientific Assembly and Annual Meeting (Nov 30 - Dec 05) is also shown. A 'Thank you for participating in RSNA 2015' message is displayed, along with a 'Daily Bulletin' section and a 'What's New' section featuring President Clinton among lecturers. A statistics section at the bottom provides key figures for the event.

Thank you for participating in RSNA 2015. Whether you attended, exhibited, or took part in another way, RSNA appreciates your commitment to advancing your skills—and the future of radiologic imaging.

	<b>26,778</b> professional attendees		<b>51,922</b> total attendees		<b>659</b> total exhibitors
	<b>419,300</b> square feet of exhibit space		<b>1,728</b> scientific paper presentations		<b>444</b> educational courses

# European Congress of Radiology

blisko 27.000 uczestników



The ECR's top scientific quality attracted 26,829 delegates from 141 countries, plus 300 exhibitors.

myESR.org  
ECR 2017

COUNTRY	CONGRESS ATTENDEES	LIVE VIEWERS	TOTAL
AUSTRIA	1,067	124	1,191
GERMANY	909	264	1,173
ITALY	886	275	1,161
UNITED KINGDOM	661	282	943
SPAIN	450	305	755
POLAND	486	182	668
RUSSIAN FEDERATION	348	266	614
NETHERLANDS	479	118	597
FRANCE	434	138	572
ROMANIA	339	170	509
SWITZERLAND	361	69	430
CHINA	319	97	416
BELGIUM	329	78	407
BRAZIL	148	234	382
TURKEY	235	145	380
UNITED STATES OF AMERICA	252	119	371
NORWAY	266	104	370
JAPAN	323	39	362
SWEDEN	243	108	351
GREECE	216	132	348
INDIA	140	199	339
PORTUGAL	219	106	321
DENMARK	256	51	307
HUNGARY	221	68	289
SAUDI ARABIA	155	133	288
UKRAINE	226	60	286
EGYPT	81	195	276
IRELAND	180	66	246
FINLAND	189	46	235
CZECH REPUBLIC	191	40	231
SERBIA	146	62	208
KOREA, Republic of	179	20	199
SLOVENIA	147	32	179
THAILAND	72	97	169
SLOVAKIA	106	42	148
AUSTRALIA	85	53	138
IRAN	80	43	123
ISRAEL	94	27	121
CROATIA	85	34	119
BULGARIA	70	46	116
ESTONIA	75	26	101
LITHUANIA	60	32	92
UNITED ARAB EMIRATES	65	23	88
MEXICO	45	43	88
CANADA	48	39	87
LATVIA	60	25	85
COLOMBIA	37	47	84
ALGERIA	48	29	77
IRAQ	37	33	70
PERU	17	47	64
ARGENTINA	32	31	63
TUNISIA	44	17	61
MALAYSIA	13	43	56
BOSNIA AND HERZEGOVINA	26	27	53
CHILE	20	30	50
KUWAIT	29	20	49
TAIWAN, CHINESE TAIPEI	34	14	48
PAKISTAN	18	30	48
SINGAPORE	35	11	46
SOUTH AFRICA	26	16	42
BELARUS	25	16	41
VIETNAM	11	30	41
HONG KONG	28	10	38
MALTA	32	4	36
LEBANON	23	13	36
MOROCCO	20	14	34
JORDAN	18	12	30
QATAR	17	13	30
KAZAKHSTAN	15	15	30
PHILIPPINES	10	18	28

COUNTRY	CONGRESS ATTENDEES	LIVE VIEWERS	TOTAL
GEORGIA	19	6	25
CYPRUS	15	9	24
KOSOVO	14	10	24
OMAN	7	16	23
ARMENIA	11	9	20
LIBYA	3	16	19
NIGERIA	5	13	18
INDONESIA	13	4	17
ALBANIA	7	10	17
NEW ZEALAND	11	3	14
KENYA	6	8	14
MOLDOVA	5	9	14
VENEZUELA	4	10	14
PANAMA	4	8	12
ICELAND	8	3	11
MONTENEGRO	4	7	11
BAHRAIN	4	6	10
ECUADOR	1	9	10
GUATEMALA	0	10	10
LUXEMBOURG	6	3	9
COSTA RICA	2	7	9
NICARAGUA	1	8	9
UZBEKISTAN	3	5	8
SRI LANKA	2	6	8
DOMINICAN REPUBLIC	1	7	8
CAMBODIA	0	8	8
EL SALVADOR	0	7	7
URUGUAY	4	2	6
YEMEN	2	4	6
SYRIA	1	5	6
TANZANIA	1	5	6
MYANMAR	4	1	5
MONGOLIA	2	3	5
BOLIVIA	3	1	4
PALESTINIAN TERRITORIES	1	3	4
BAHANGDESH	0	4	4
CUBA	3	0	3
KOREA, Democratic People's Republic of	3	0	3
SIERRA LEONE	3	0	3
BAHAMAS	2	1	3
ETHIOPIA	1	2	3
ANTIGUA AND BARBUDA	0	3	3
TRINIDAD AND TOBAGO	0	3	3
SENEGAL	2	0	2
ANDORRA	1	1	2
ANGOLA	1	1	2
JAMAICA	1	1	2
NAMIBIA	1	1	2
AFGHANISTAN	0	2	2
AZERBAIJAN	0	2	2
FIJI	0	2	2
HONDURAS	0	2	2
NEPAL	0	2	2
SUDAN	0	2	2
IVORY COAST	1	0	1
GAMBIA	1	0	1
MONACO	1	0	1
SAN MARINO	1	0	1
SAO TOME AND PRINCIPE	1	0	1
UGANDA	1	0	1
ZIMBABWE	1	0	1
BARBADOS	0	1	1
BELIZE	0	1	1
BRUNEI	0	1	1
KYRGYZSTAN	0	1	1
MAURITIUS	0	1	1
SAINT KITTS AND NEVIS	0	1	1
SAMOA	0	1	1
SEYCHELLES	0	1	1
ZAMBIA	0	1	1

CONGRESS ATTENDEES	12,852
ECR Online VIEWERS	5,687
INDUSTRY REPRESENTATIVES	8,290
<b>TOTAL PARTICIPANTS</b>	<b>26,829</b>

---

Wiarygodny, cyfrowy, dedykowany (interpretacja)

# **POCZĄTEK WSPOMAGANIA, CZYLI POMIAR**

---

# Kontekst wspomaganie diagnostyki (ogólnie)

---

- **Pomiary wiarygodne, czułe i specyficzne**
    - technologia: fizyka, czujniki, układy detekcji, rekonstrukcje
    - doskonalenie: czas, dawka, środki kontrastowe, obciążenie pacjenta
    - zapis danych, normalizacja, kontrola jakości, profilowanie
    - **rekonstrukcje dedykowane, selektywne, celowane (interpretacja)**
  - **Metody i modele**
    - przetwarzanie sygnałów: ekstrakcja informacji
    - **reprezentacje komponentów treści (formowanie przekazu obrazowego)**
    - **deskryptory semantyczne normy/patologii (opis wybranych cech patologii)**
    - **modele kognitywne (poznanie-odkrycie rzeczywistości)**
    - **modele AI**
  - **Użytkowanie kliniczne (wykorzystanie modeli)**
    - wizualizacja – lepsze postrzeganie (poznanie, pojmowanie), rozumienie, interpretacja
    - doskonalenie warunków pracy: interfejsy, interakcja, personalizacja, śledzenie itd.
    - zasoby danych (bazy referencyjne) i wiedzy (wytyczne, ścieżki, reguły, przesłanki)
    - **mechanizmy wspomaganie decyzji**, efekty w rosnącej skali, rozwiązania przełomowe
-

# Obrazowanie, czyli rekonstrukcja poznawcza

## ■ Typowy schemat



- **Pomiar** dostosowany do istoty problemu (analog-cyfra, efekty fizyczne - jonizacja, tłumienie, rozpraszanie, kierunki propagacji, ogniskowanie, jakość, czułość, MTF, morfologia i dynamika, powtarzalność, orientacja 3D, kontrola jakości i jej adaptacja)
- **Rekonstrukcja informacji**
  - Brak analitycznej formuły (problem odwrotny, często źle postawiony)
  - Ograniczona liczba pomiarów/projekcji ( $Y=AX$  –wymiar  $X$  większy od długości wektora pomiaru  $Y$ ), problemy uśrednień, dynamiki, wystarczającej czułości i specyficzności
  - Wymiarowanie pomiaru względem treści, pomiar celowany, sterowany treścią/modelami wiedzy; poszukiwanie 'funkcji' ('macierzy') odwrotnej
  - Rozwiązanie problemu aproksymacji (kombinowane metody analityczne – problem dyskretyzacji dziedziny, wykorzystywanie przekształceń przestrzeni rozwiązań)
  - Rekonstrukcje: metody statystyczne (MNW i jej modyfikacje), algebraiczne, analityczne etc.; uzupełnione o metody ad hoc (teoria sygnałów, przetwarzanie wstępne, algorytmy zachłanne, wykorzystanie wiedzy a priori itp.), metody wariacyjne: regularyzacja, nieliniowe metryki jakościowe, głębokie uczenie ....

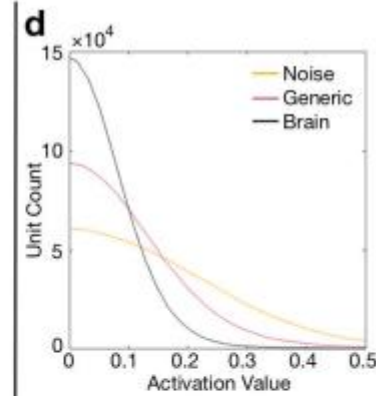
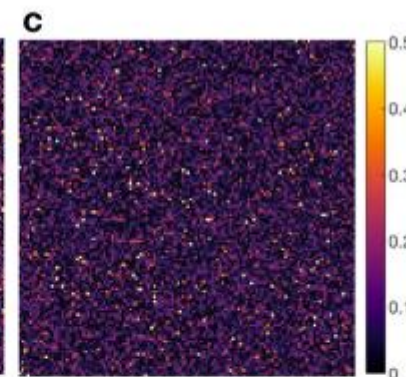
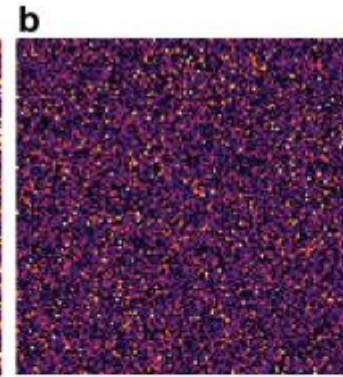
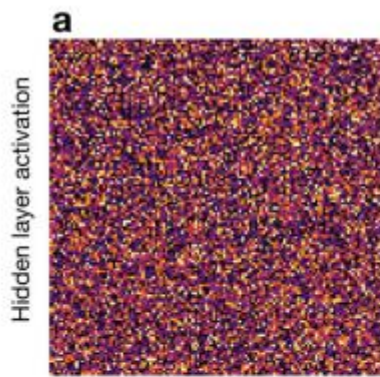
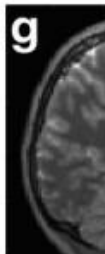
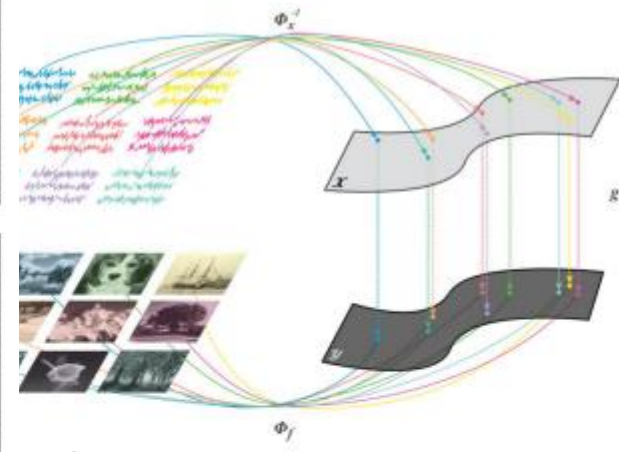
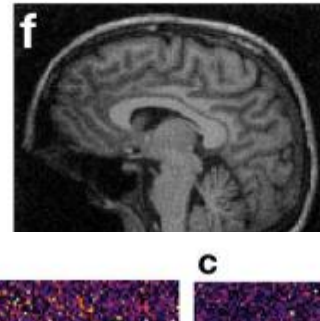
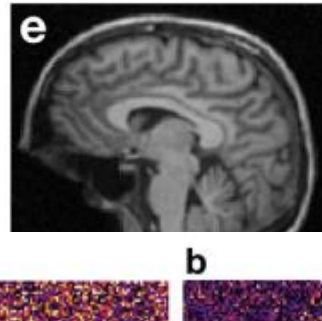
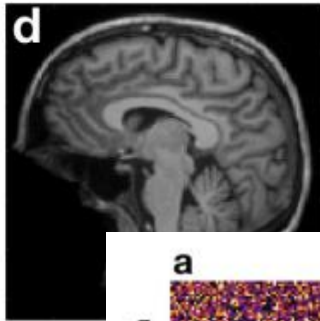
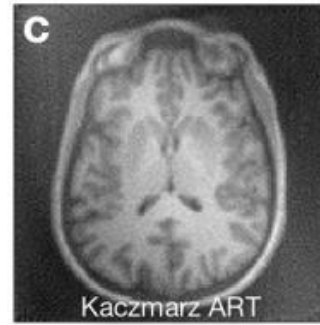
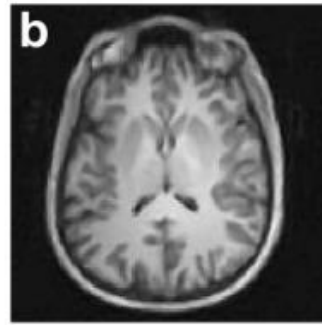
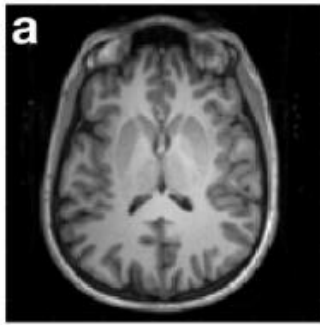
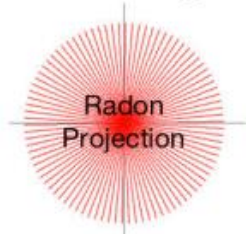
## Encoding

## Reference

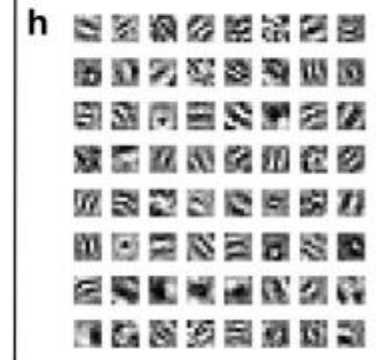
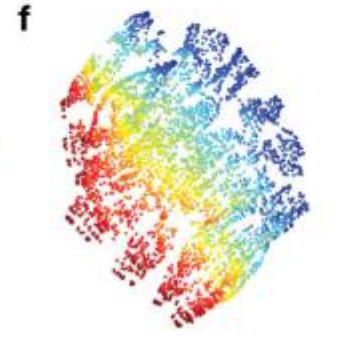
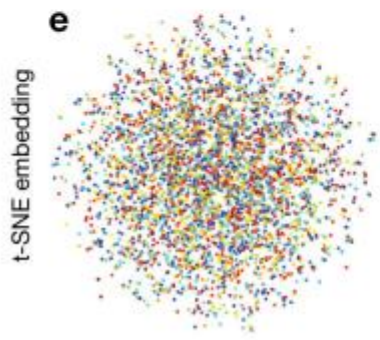
## AUTOMAP

## Conventional

# ślenia



transform manifold learning  
uce R. Rosen<sup>1,2</sup>, Matthew S. F





# Przykład pomiarów – radiografia cyfrowa z możliwościami poprawy jakości



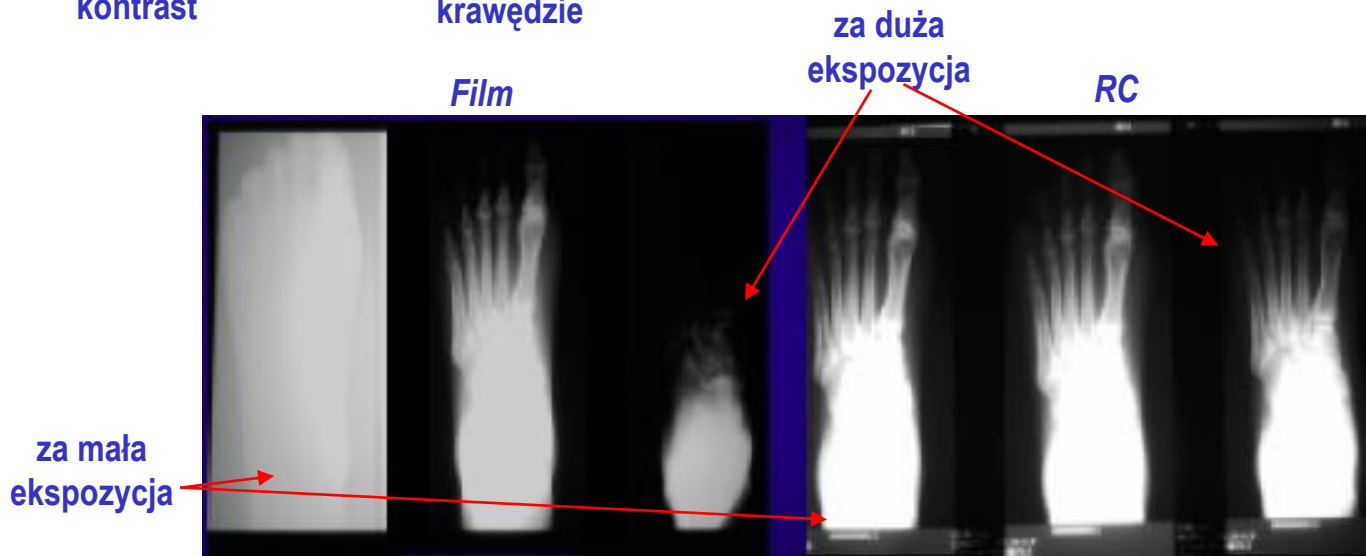
dane z akwizycji



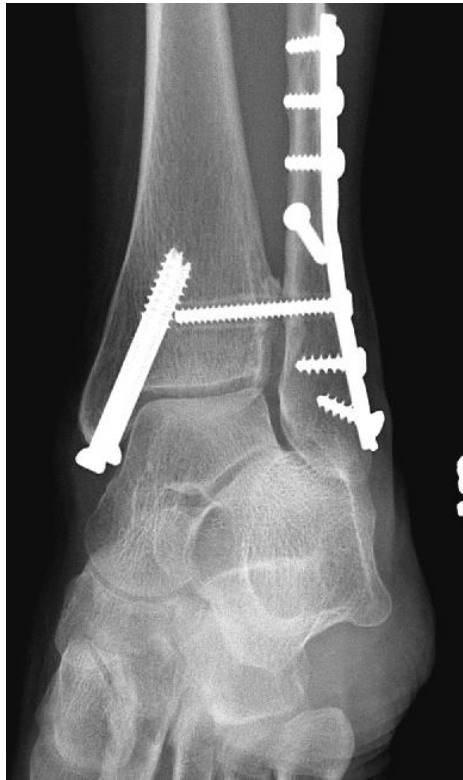
poprawiony  
kontrast



wyostrzone  
krawędzie



# Przykładowe efekty RC! – większa dynamika, lepszy kontrast, możliwość adaptacji



*kości palca (fantom)*



# Kontekst kliniczny badań, czyli realny model użytkowy - praca w centrum radiologii cyfrowej

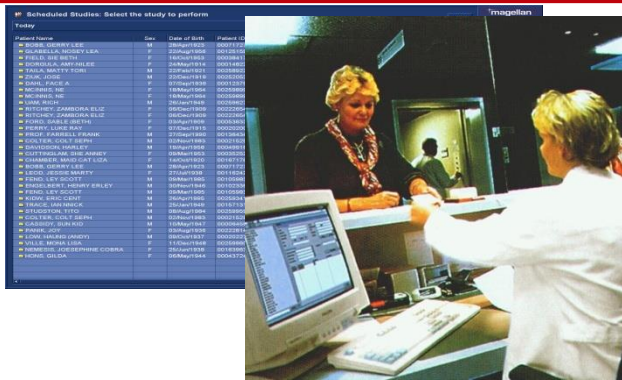
---

- Rejestracja, zlecenie badania
- Przygotowania pacjenta do badania
- Planowanie i wykonanie badania (POMIAR), kontrola jakości – akceptacja, archiwizacja i sygnalizacja w systemie
- Ocena, interpretacja, diagnoza
  - odczyt z bazy (lub on-line) i wizualizacja
  - analiza według ustalonego protokołu, wnioskowanie, odwołanie do wiedzy i doświadczeń, interpretacja wstępna
  - poprawa jakości, komputerowe wspomaganie, konsultacja, interpretacja finalna
  - raport końcowy
- Praca według schematu:

system obrazujący (pacjent) → stacja technika (kontrola jakości, wspomaganie) → środowisko informacyjne (archiwum, organizacja zasobów) → stacja diagnostyczna (radiolog, wspomaganie, konsultacje) → środowisko informacyjne (odwołanie do wiedzy, zasobów, telekonsultacji) → raport końcowy (sformalizowany opis, wspomaganie, kontrola spójności) → stacja przeglądowa (klinicysta, dodatkowe narzędzia)

---

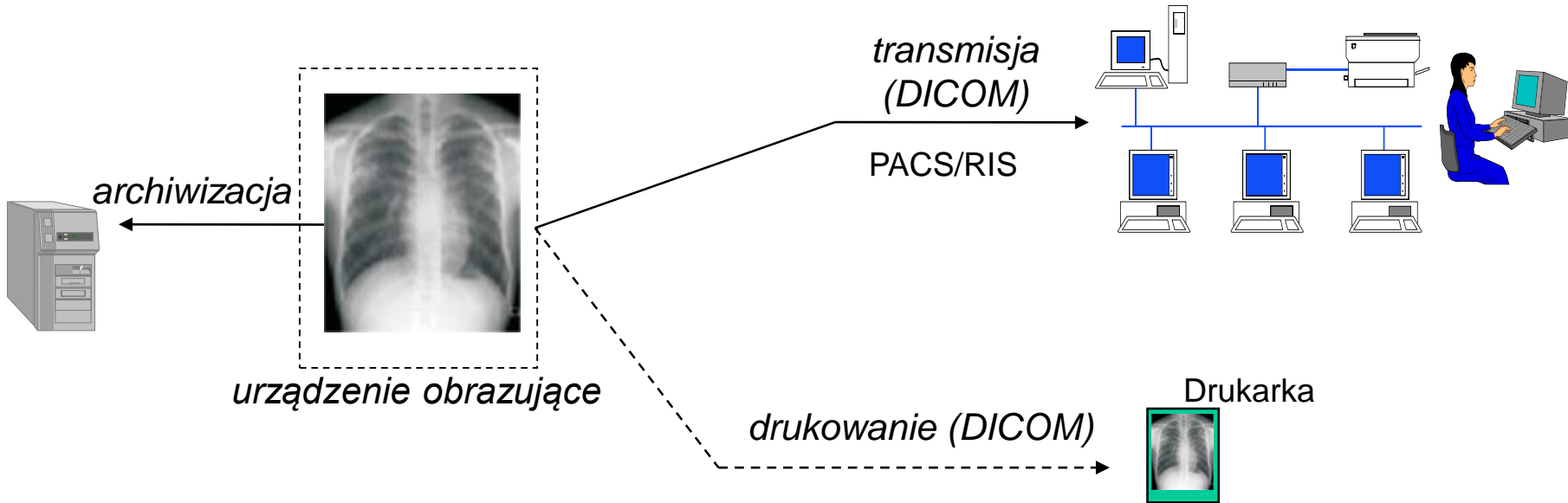
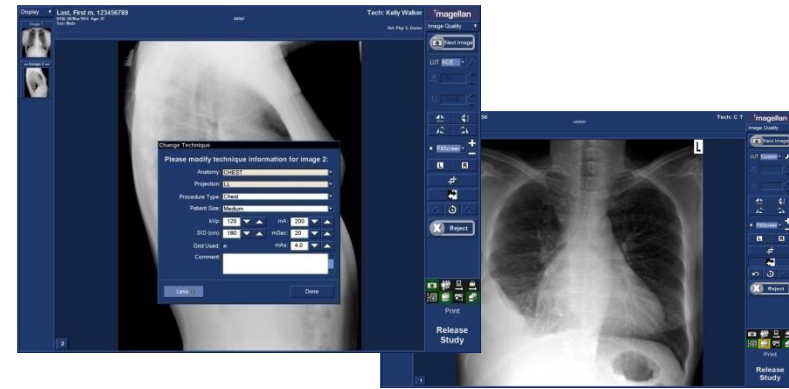
# Procedury rejestracji wyników badań



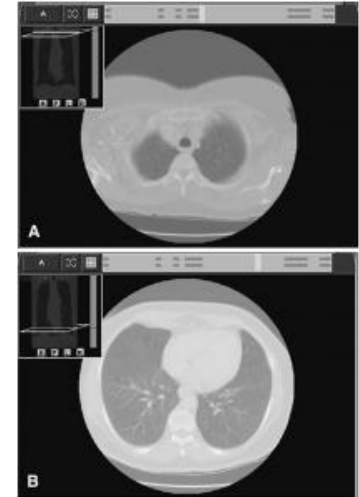
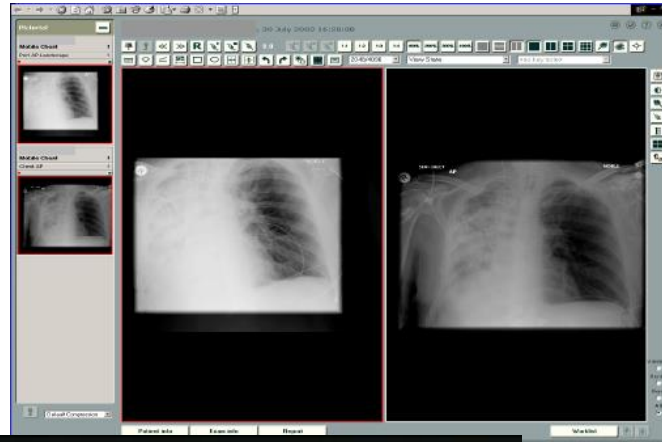
rejestracja pacjenta w systemie



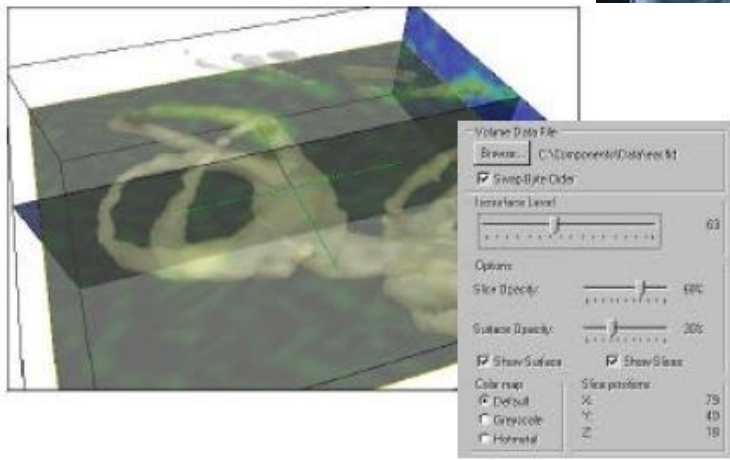
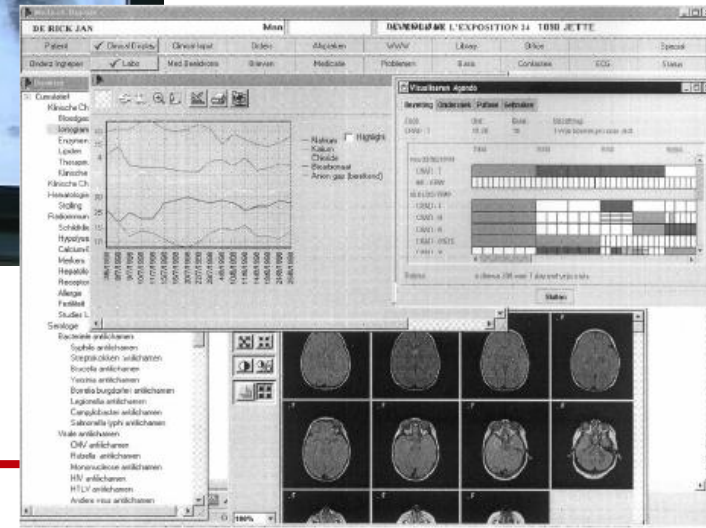
badanie obrazowe



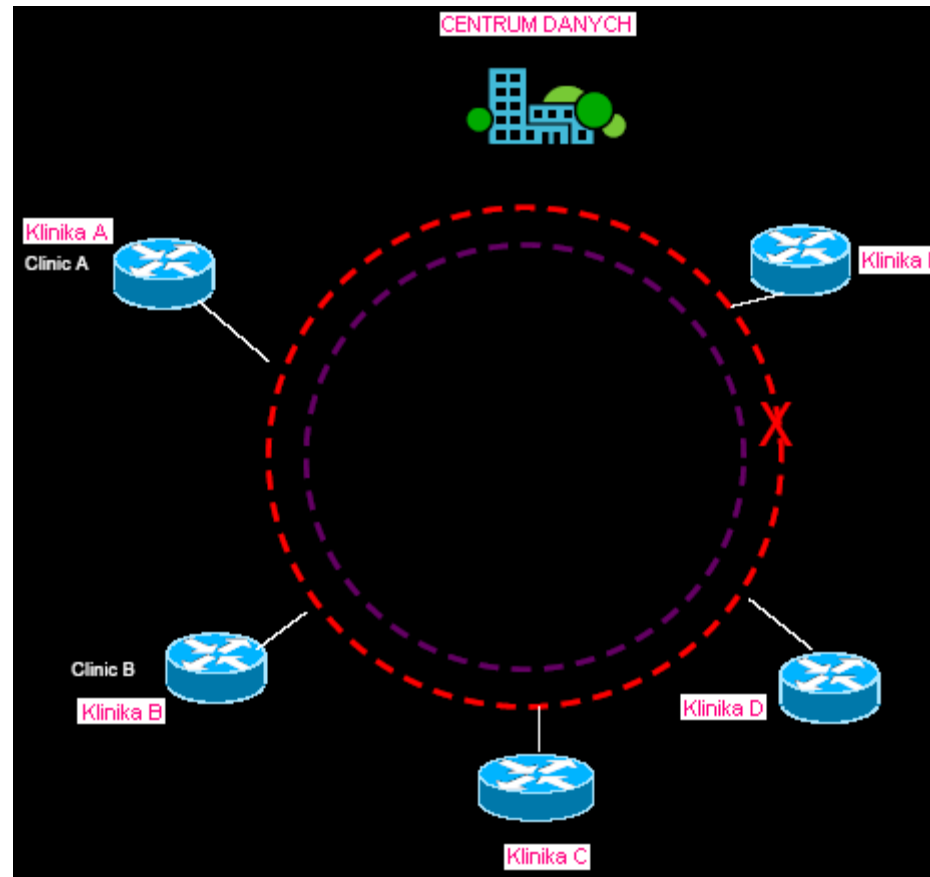
# Procedury opisu badań



stacja diagnostyczna

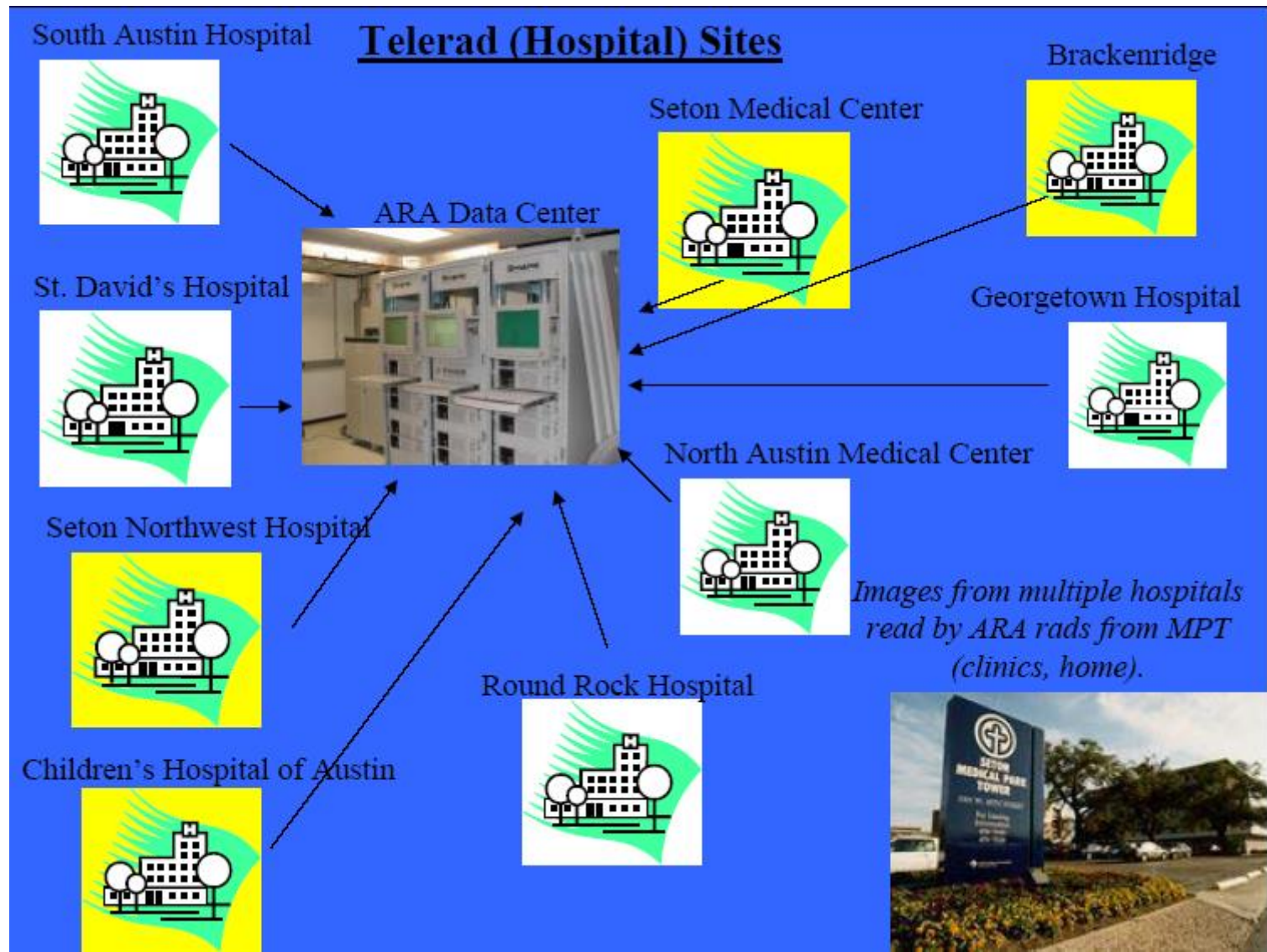


# CENTRA, SIEĆ OPIEKI ZDROWOTNEJ



MEDYCZNE (ZINTEGROWANE) ŚRODOWISKA INFORMACYJNE:  
Radiologiczne (PACS, RIS, Telediagnostyka, HIS, LIS), standardy  
DICOM, HL-7

# Przykład systemu do teleradiologii



# Rozbudowany system centrum medycznego

Centerfold



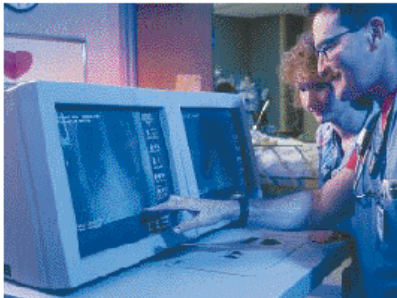
Nurses can monitor patients at both the Erlanger North and Erlanger East facilities from a central site with VitalCom's remote telemetry monitoring system.



Nurses receive training on the latest technology of Erlanger's Shared Medical Systems Hospital Systems, as well as learn new medical techniques.

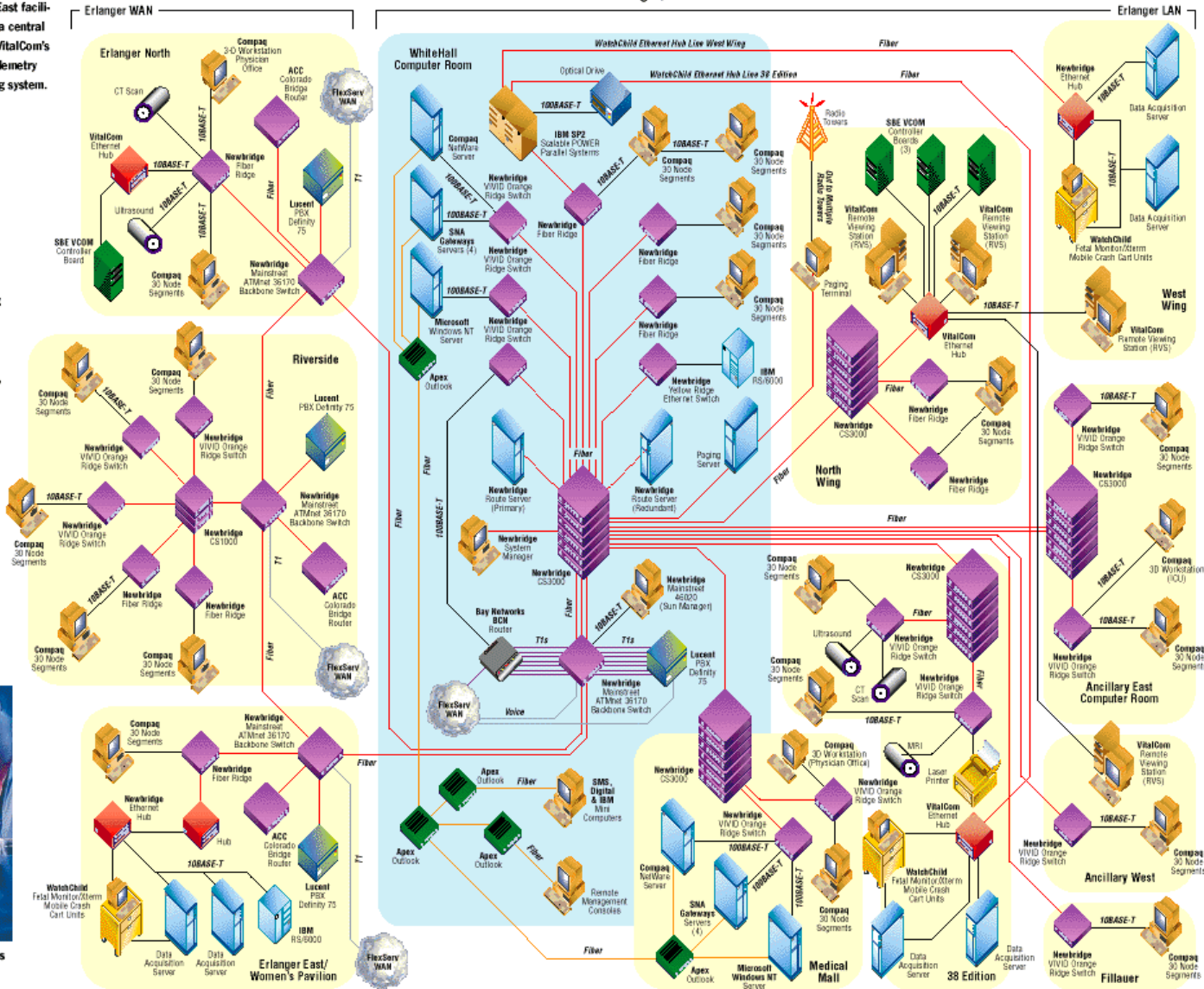


Patient data extracted from WatchChild fetal monitor traverses Erlanger's network for subsequent access by physicians and other health professionals.



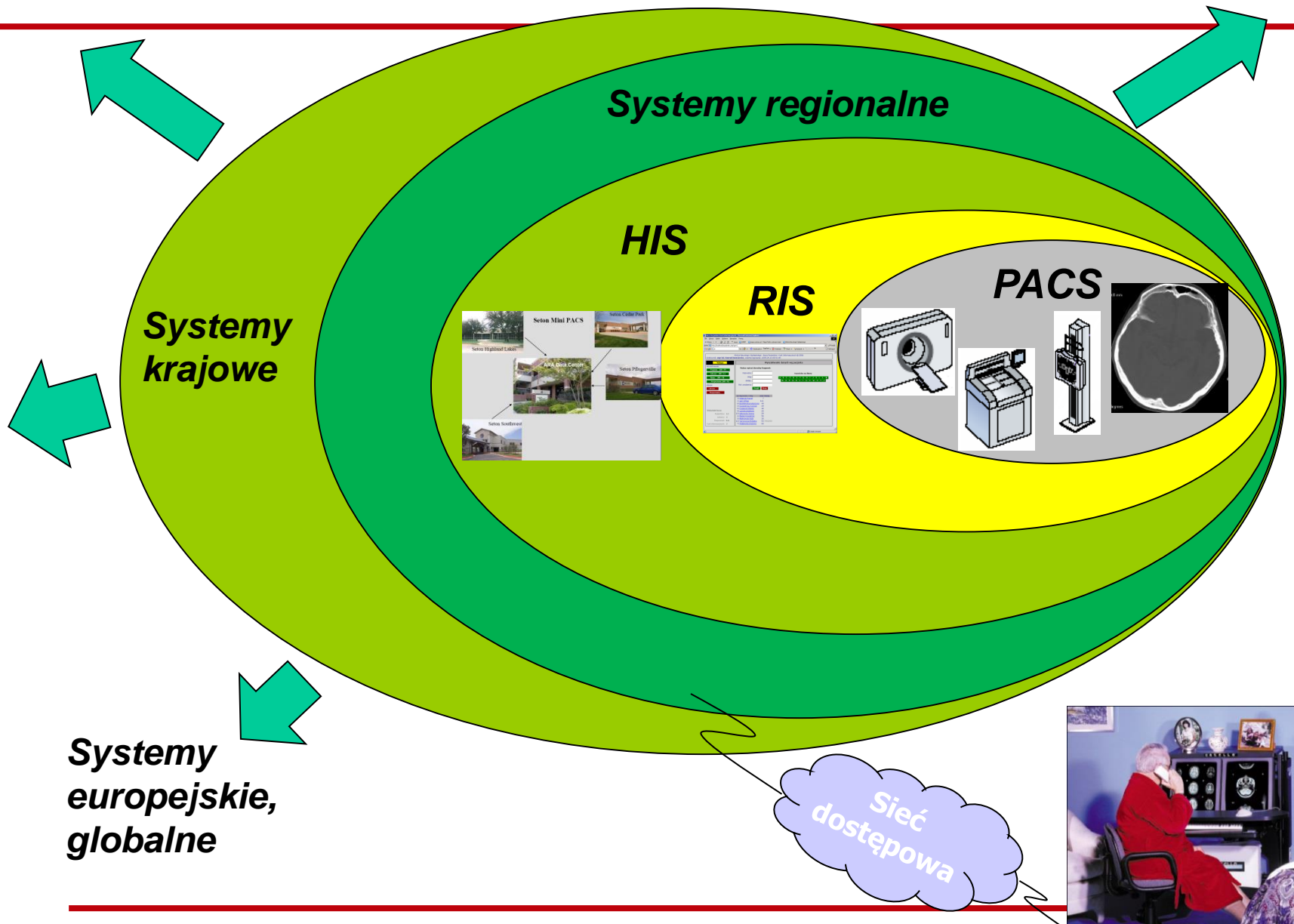
The Dupont Links radiology image transfer and storage system lets Erlanger doctors take a patient's X-ray and send it to their colleagues for a consultation.

## Erlanger Medical Center Chattanooga, Tenn.

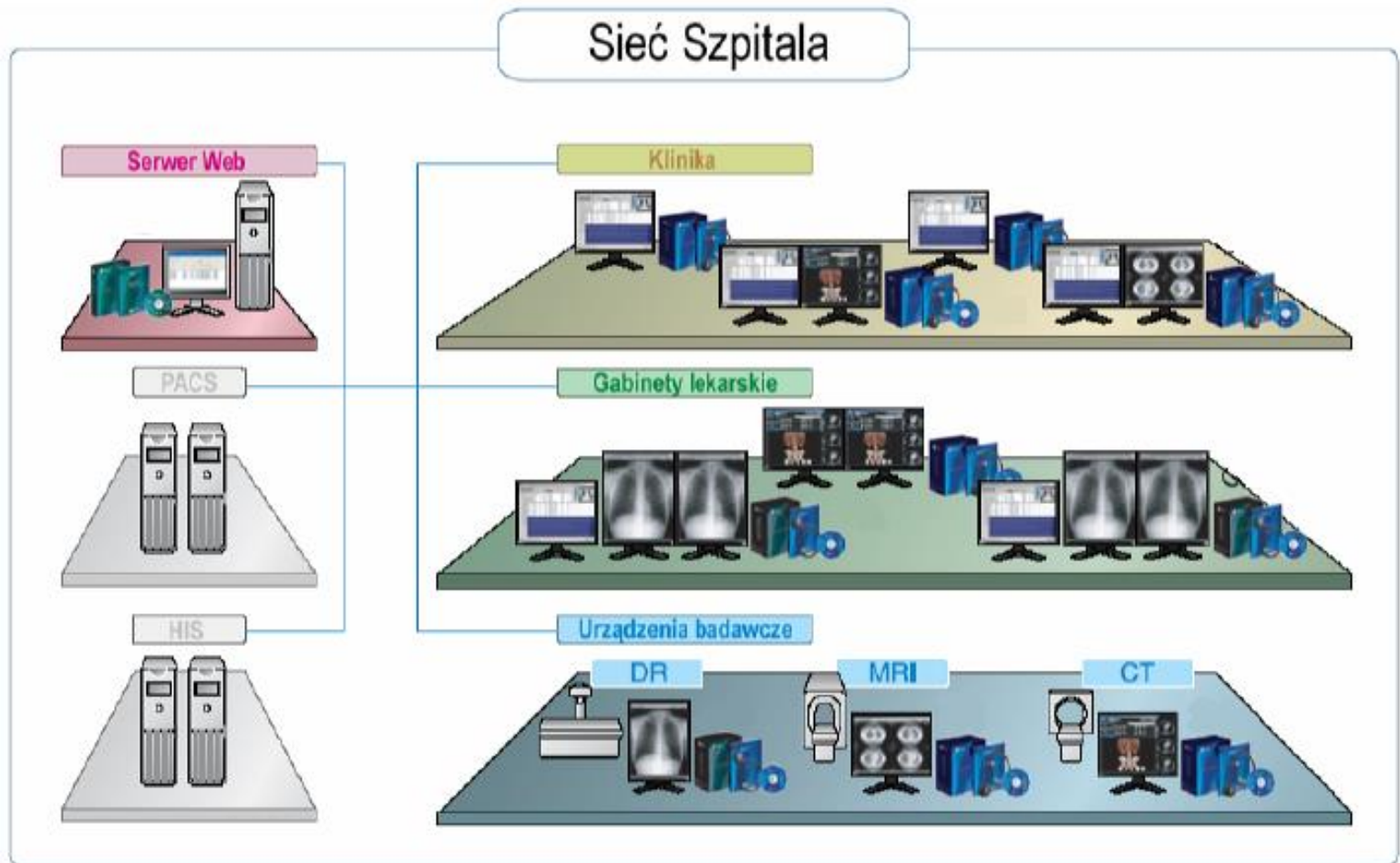




# Integracja medycznych systemów informacyjnych



# HIS (Hospital Information System) szpitalny system informacyjny



# HIS

---

- **Zintegrowany**, komputerowy system obiegu informacji (obsługi informatycznej) szpitala (kliniki, ośrodka)

Cechy:

- Bezpieczeństwo, otwartość, modułowość, sprzężanie, złożoność, standaryzacja, regulowany dostęp (bezpieczeństwo), niezawodność, prostota obsługi (personalizacja, adaptacja do zadań, predefiniowanie zadań itd.)

Obejmuje:

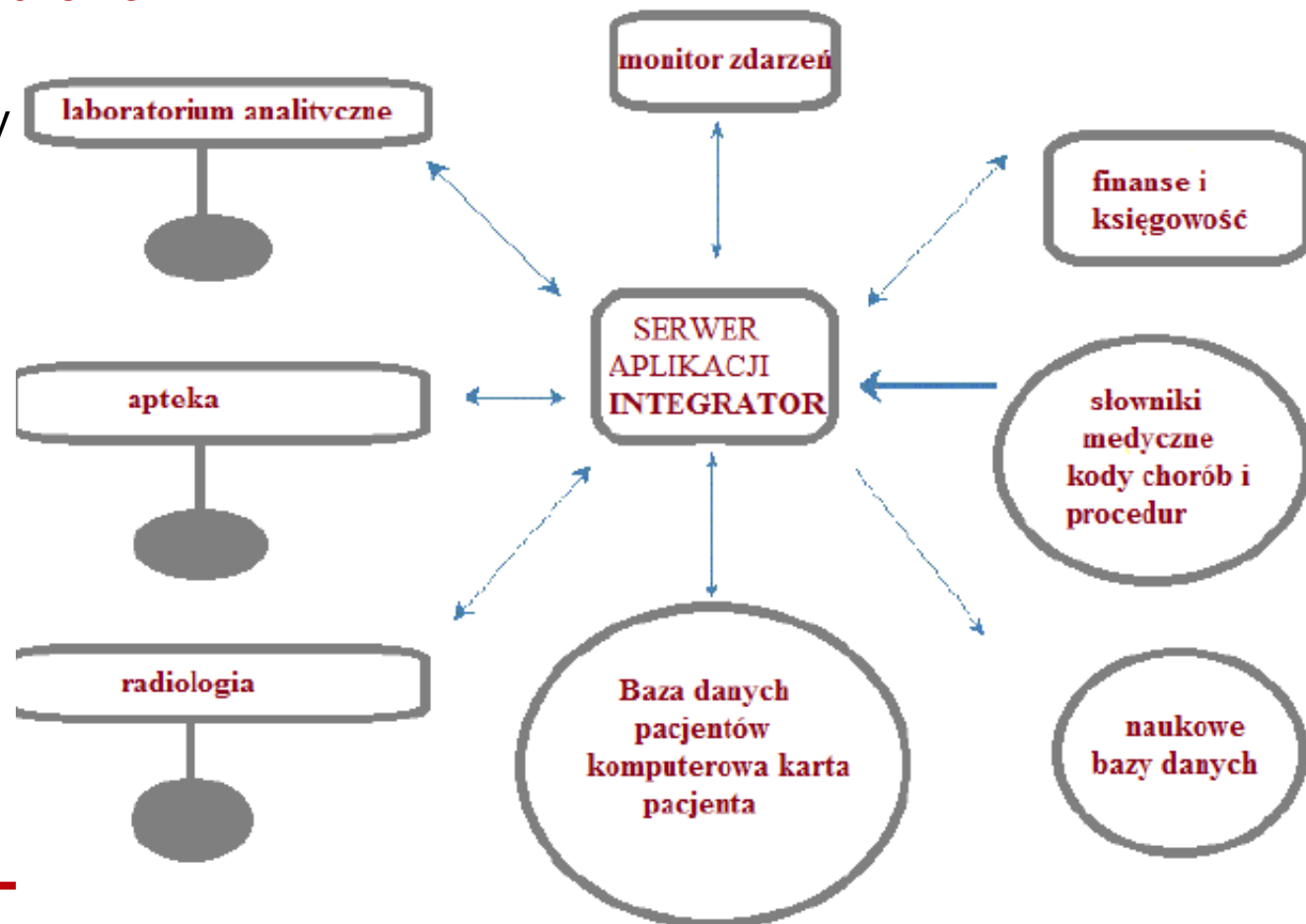
- Rejestracja, nadzór ruchu pacjentów, zlecenia, leki, wyniki badań (laboratoria, radiologia, telemetria, intensywny nadzór), opisy i zalecenia, raportowanie, statystyki, kosztorysy itp.
-

# Obsługa pracy szpitalnej

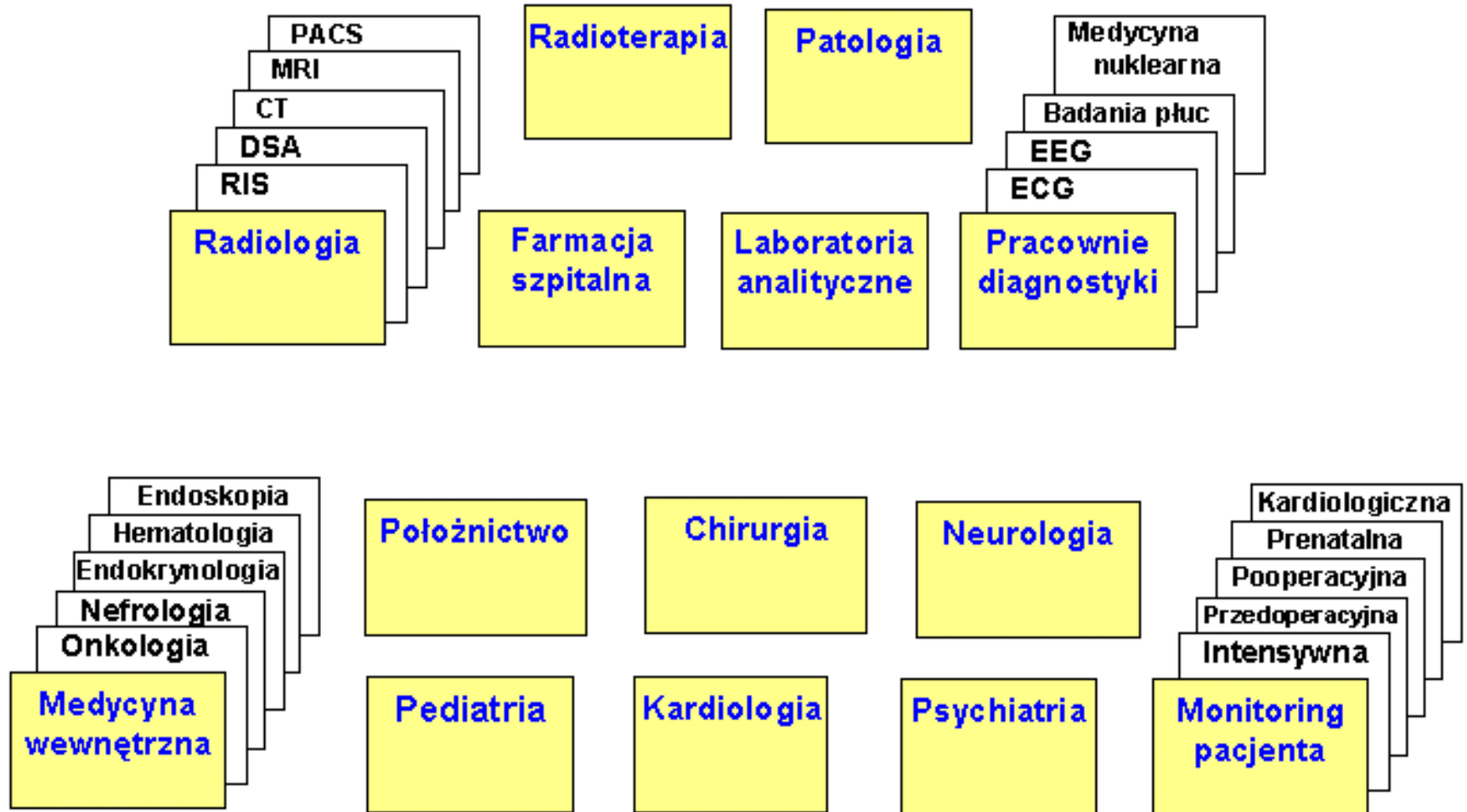
- Zasadniczy schemat działań

Pacjent – wizyta – ocena/skierowanie – badania diagnostyczne – rozpoznanie –  
– ew. kontynuacja/leczenie

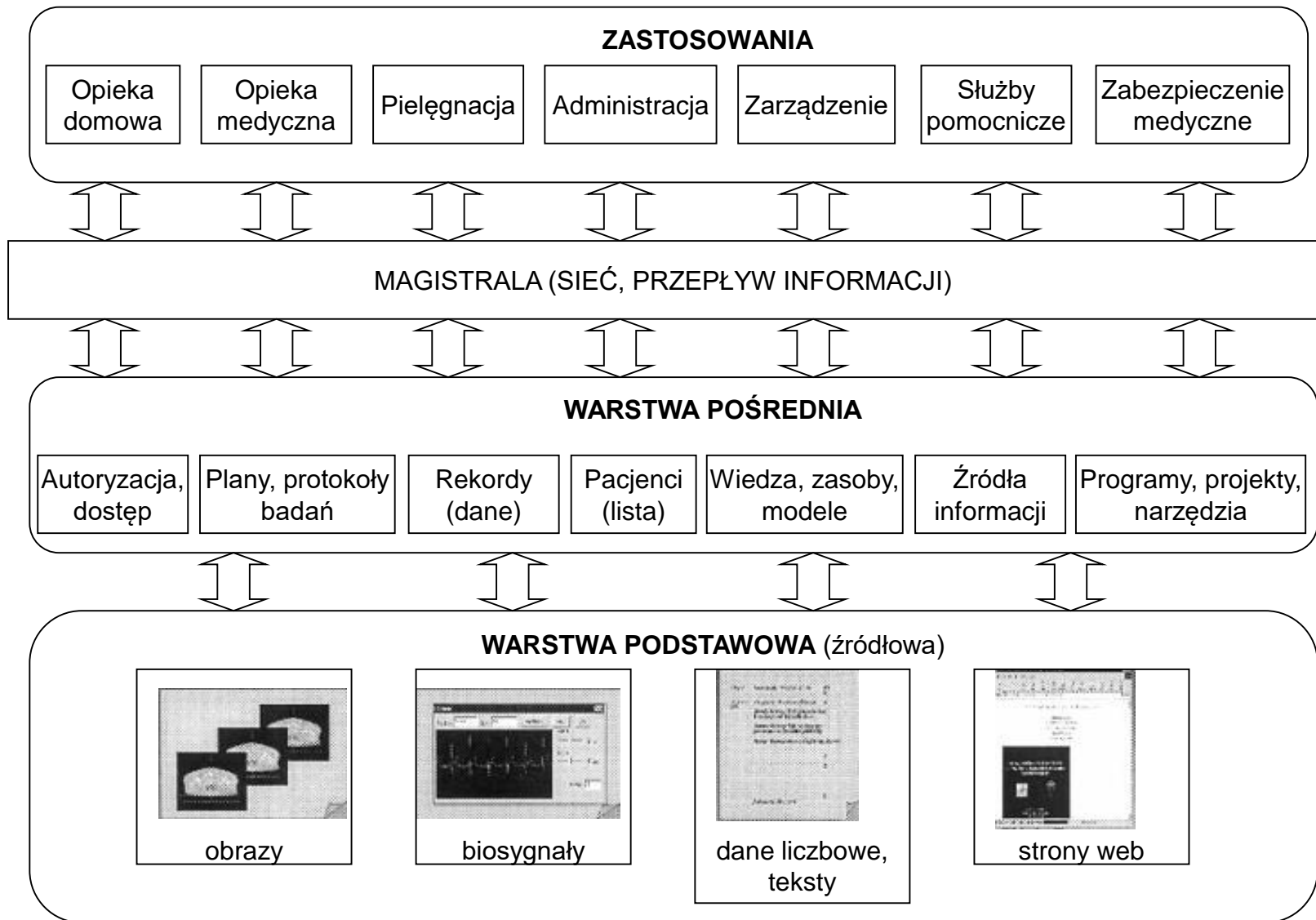
- Schemat aplikacyjny (przykładowy)



# Przykład – oddziały szpitalne wymagające integracji

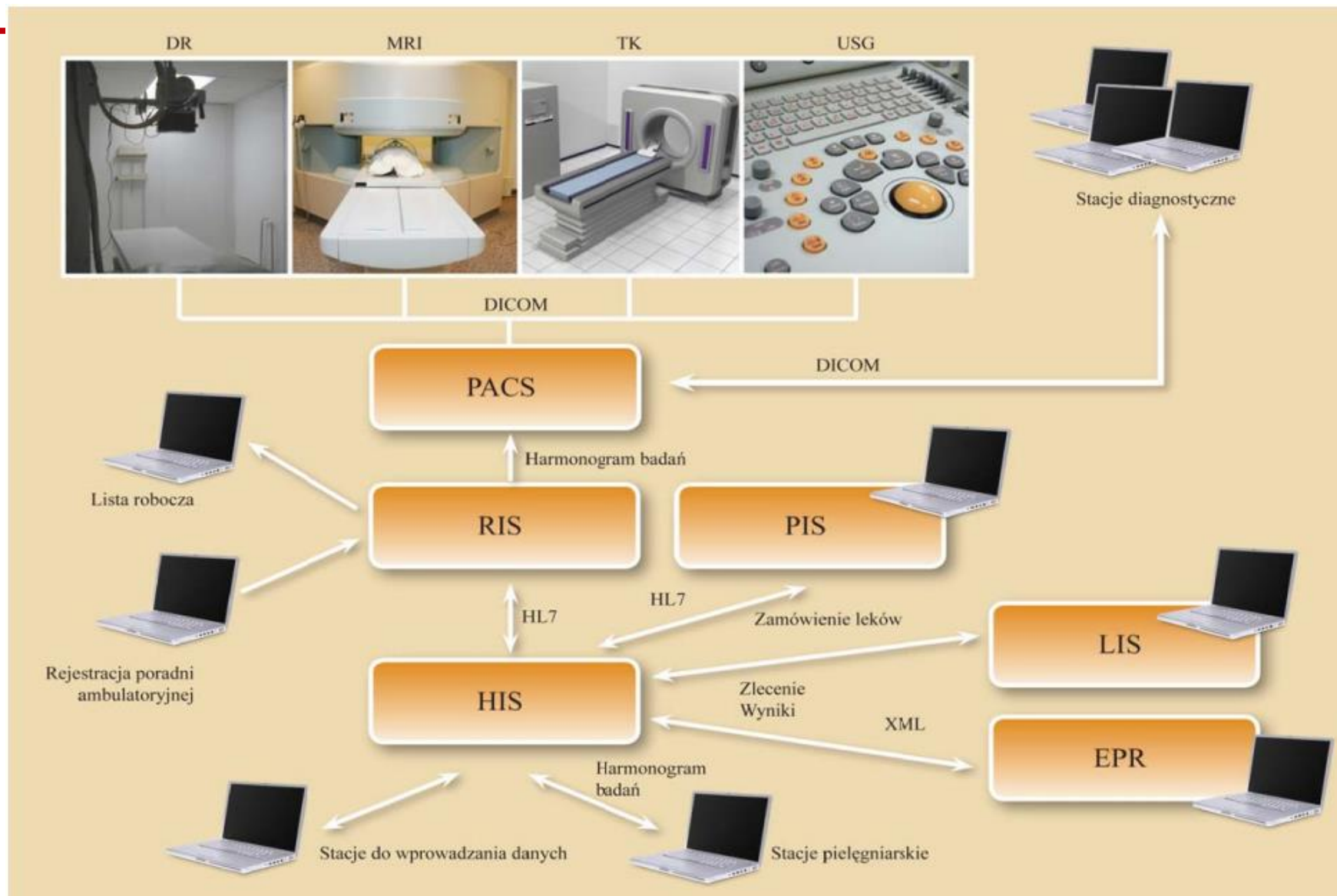


# Warstwowa struktura HIS



*przykład*

# Przykładowy schemat HIS



# RIS (Radiology Information System)

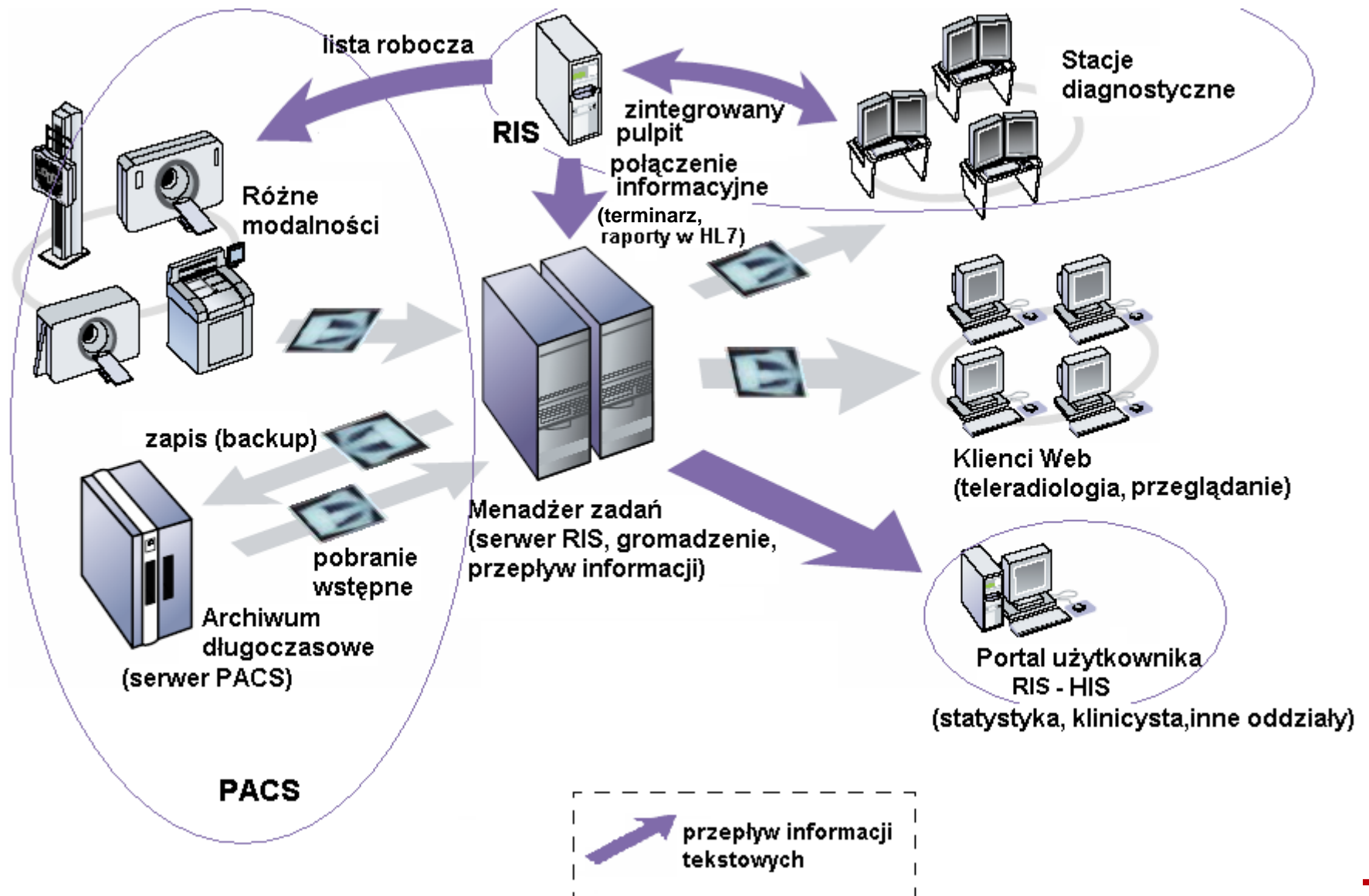
## radiologiczny system informacyjny

---

- Cel: sprawna obsługa informatyczna procedur (zadań) wykonywanych w ramach diagnostyki obrazowej **w zakresie danych tekstowych**
    - dane pacjenta
    - listy robocze
    - zlecenia
    - terminy
    - wykonanie badania
    - opisy
    - zużyty materiał, obsługa magazynu
    - raporty
    - statystyka, rozliczenia
    - ...
  
  - Założenie - integracja ze źródłami danych obrazowych (poprzez **PACS**), innymi modułami w ramach systemu nadrzędnego (**HIS**), obsługa stacji diagnostycznych i przeglądowych
-

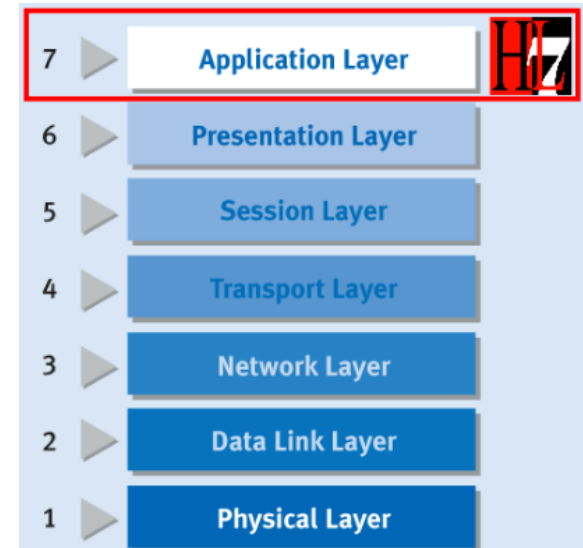


# RIS (Radiology Information System) - radiologiczny system informacyjny



# HL7 (Health Level 7)

- Norma definiująca sposób wymiany danych/informacji (**tekstowych**) w medycznych środowiskach informacyjnych (informatycznych) – jest de facto **protokołem komunikacyjnym** (opracowany w 1987 roku)
- Bazuje na warstwie aplikacyjnej (warstwa 7) modelu **OSI (Open Systems Interconnect)** opracowanego przez **ISO**
- Wersja 2
  - wymiana informacji za pomocą transakcji (bloków danych) złożonych z segmentów (tj. pól, elementów pól, pod-elementów pól)
  - najważniejsze segmenty: początkowy-aplikacja wysyłająca i odbierająca (**MSH**), nagłówek transakcji (**MSG**), dane pacjenta (**PID**), dane z pobytu w szpitalu (**PV1**), treść zlecenia (**ORC**), dane zlecenia (**OBR**), wyniki badań (**OBX**), potwierdzenie odbioru (**MSA**), uwagi i komentarze (**NTE**)
  - kodowanie znaków w **ASCII** (kody narodowe)
  - wymiana poprzez zdarzenia (przesłanie) i **potwierdzenia odbioru**
  - nacisk na stworzenie formatu wiadomości, czyli opracowanie formy prezentacji danych
- Wersja 3 (XML)
  - wprowadza szereg modeli jednostek, aktywności występujących w służbie zdrowia i odwzorowuje je w strukturę wiadomości



# Wybrane segmenty HL7 (v2)

## segmenty danych pacjenta, szpitalnych, ubezpieczeniowych

Segment	Lp.	Zawartość	Nr	Opis	Uwagi	Przykładowa wartość
PID	1	<id segm.>	0104	Identyfikator segmentu	ID kolejnego segm. PID	1, 2, etc.
	2	<id zewn. pacjenta ~~~~kod typu ident.>	0105	Identyfikator zewnętrzny pacjenta	pole może służyć jako PESEL pacjenta	np.: 51042105193~~~~PESEL
	3	<id pacjenta>	0106	Identyfikator pacjenta	Identyfikator jednoznacznie identyfikujący pacjenta w systemie szpitalnym	
	5	<nazwisko^imię^ inicjały^^ tytuł (np. dr)>	0108	Imię i nazwisko pacjenta		np.: Kowalski^Jan^A.^dr med.
	7	<data/godz. urodzenia>	0110	Data/godz. urodzenia	data w formacie YYYYMMDDHHMMSS	
	8	<pleć>	0111	Pleć	<b>F</b> – Kobieta <b>M</b> – Mężczyzna <b>U</b> – Nieznana	
	11	<ulica&nr domu& nr mieszkania ^^miasto^^ kod pocztowy>	0114	Adres pacjenta		
PV1	1	<id segm.>	0131	Identyfikator segmentu	ID kolejnego segm. PV1	1, 2, etc.
	2	<kat. pacjenta>	0132	Kategoria pacjenta	<b>E</b> – Izba przyjęć <b>I</b> – Pacjent szpitalny <b>O</b> – Pacjent ambulatoryjny	
	3	<id jednostki^~~~~ odcinek^ nazwa jednostki& kod jednostki& kod systemu>	0133	Lokalizacja pacjenta (np. oddział, poradnia)	istnieje możliwość rozbudowania tego pola o dodatkowe informacje	(odcinek może być polem opcjonalnym dla niektórych kategorii pacjenta) np.: <12456~~~~ Ginekologia&GIN&HIS>
IN1	1	<id segm.>	0426	Identyfikator segmentu	ID kolejnego segm. PV1	1, 2, etc.
	3	<id ubezpieczyciela& kod systemu>	0428	Identyfikator ubezpieczyciela	Identyfikator kasy chorych w programie szpitalnym	np.: 134&HIS dla Mazowieckiej Regionalnej Kasy Chorych
	4	<nazwa ubezp.& kod ubezp.>		Kod, nazwa ubezpieczyciela		np.: Mazowiecka Kasa Chorych&07R

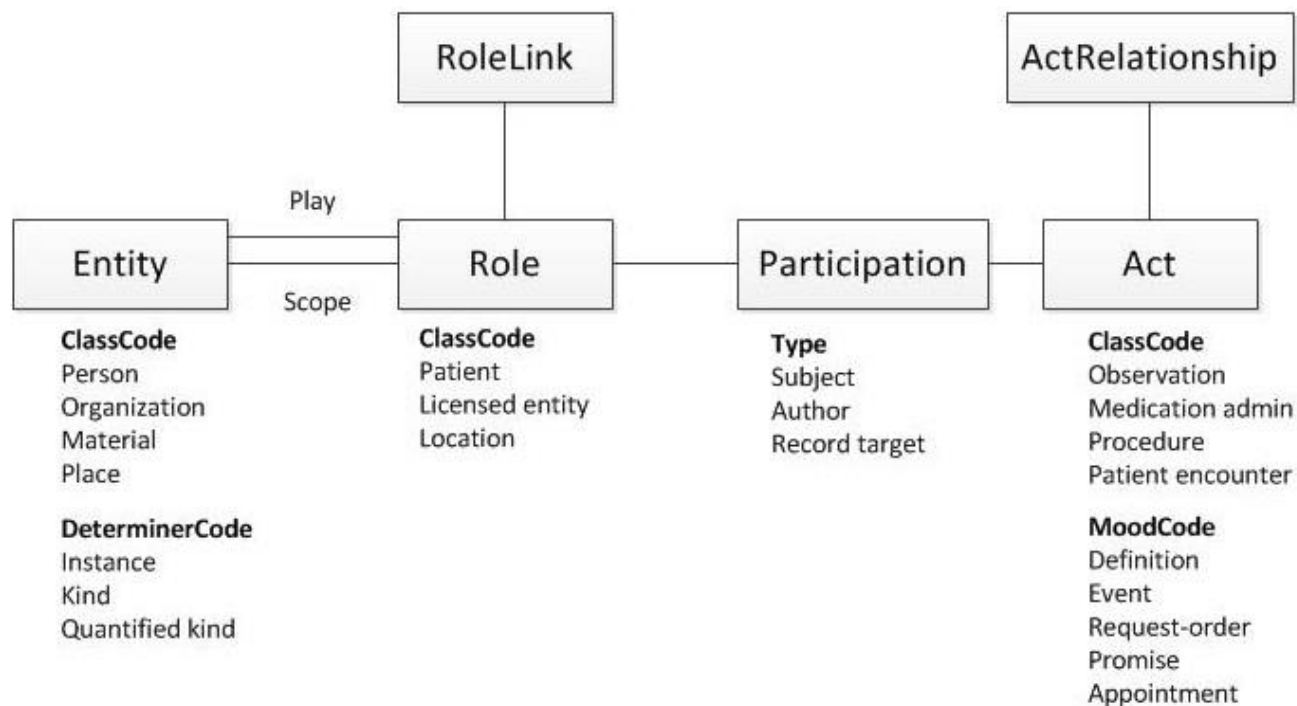
# HL7 (v3,XML)

---

- Wspiera przepływ wszystkich strumieni roboczych w opiece zdrowotnej – rozwijany od 1995 roku, opublikowany w 2005
  - Bazuje na metodologii formalnej (HDF – development standard) i zasadach obiektowych, obejmuje dokumenty dotyczące przesyłania wiadomości, procesy, narzędzia, podmioty, zasady i artefakty
  - **MDF (Message Development Framework)** - metodologia rozwoju specyfikacji wiadomości w ramach HL7, w tym m.in.
    - modele **przypadków użycia** (okoliczności, aktorzy)
    - model **informacji** (obszary podmiotu, atrybuty dla każdej z klas zarządzania informacją, struktura dziedziczenia, inne typy połączeń między klasami, interakcje); **każda klasa posiada swój komitet nadzorczy odpowiedzialny za zmiany w tej klasie** - opisuje to RIM- **Reference Information Model**- statyczny model informacji o zdrowiu oraz opiece zdrowotnej: czynności, udział, jednostki, role, powiązanie czynności i ról
      - model **projektowania wiadomości** (komitet wybiera z RIM te klasy, atrybuty oraz połączenia, które są potrzebne do konkretnego zbioru wiadomości)
-

# HL-7 - struktura dokumentów

- **CDA (Clinical Document Architecture)** – składnia i semantyka dokumentów klinicznych, zawierających tekst, obraz, dźwięk, multimedia



# HL7 (v3) – przykład wiadomości

General Person Example (id = "example")

```
<Patient xmlns="http://hl7.org/fhir">
  <id value="example"/>
  <text>
    <status value="generated"/>
    <div xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">

      <table>

        <tbody>

          <tr>

            <td>Name</td>

            <td>Peter James
              <b>Chalmers</b> (&quot;Jim&quot;)
            </td>

          </tr>

          <tr>

            <td>Address</td>

            <td>534 Erewhon, Pleasantville, Vic, 3999</td>

          </tr>

          <tr>

            <td>Contacts</td>

            <td>Home: unknown. Work: ☎ (03) 5555 6473</td>

          </tr>

          <tr>

            <td>Id</td>

            <td>MRN: 12345 (Acme Healthcare)</td>
```

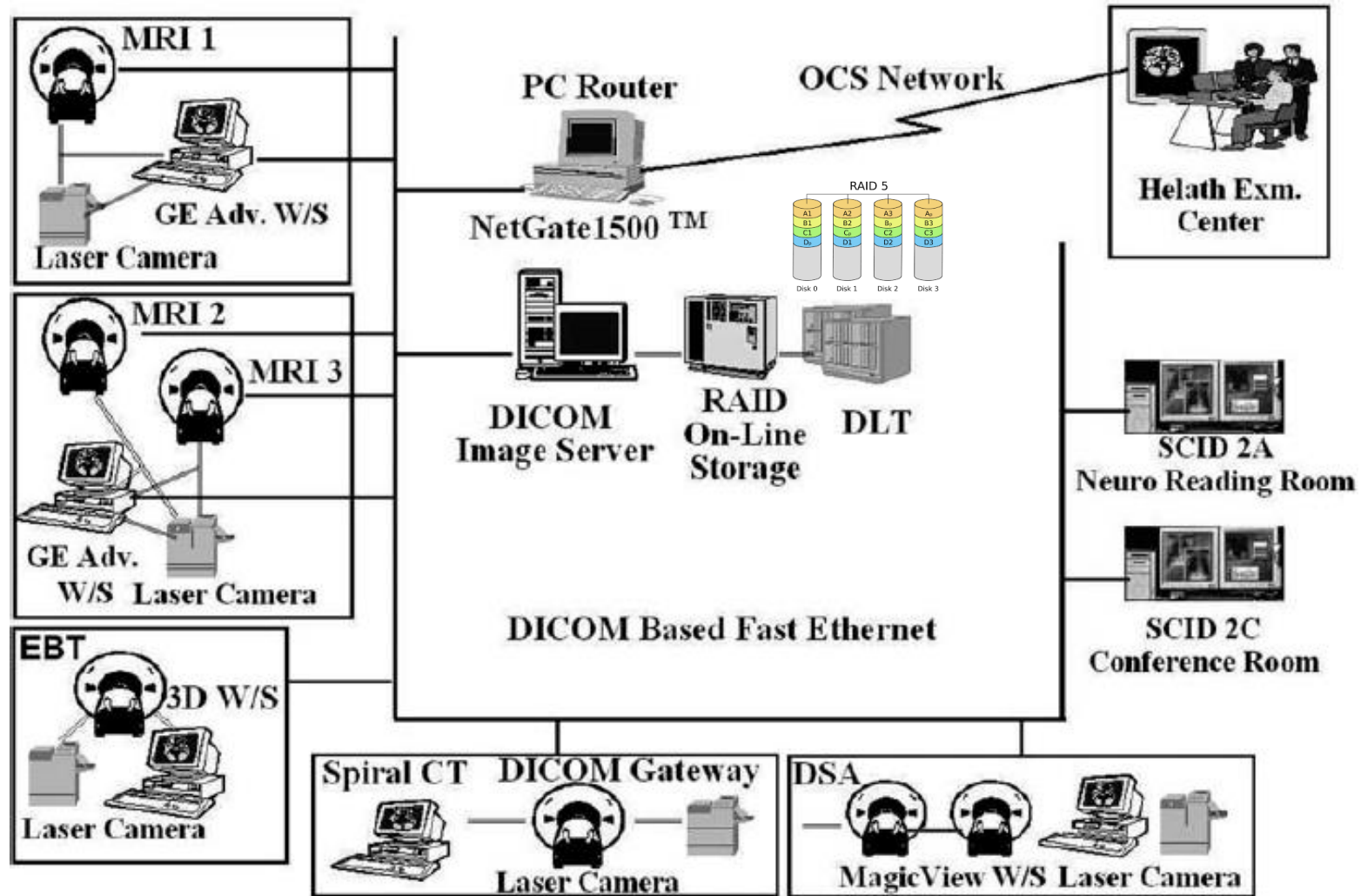
```
<gender value="male"/>
<birthDate value="1974-12-25">
  <extension url="http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/patient-birthTime">
    <valueDateTime value="1974-12-25T14:35:45-05:00"/>
  </extension>
</birthDate>
<deceasedBoolean value="false"/>
<address>
  <use value="home"/>
  <type value="both"/>
  <line value="534 Erewhon St"/>
  <city value="Pleasantville"/>
  <district value="Rainbow"/>
  <state value="Vic"/>
  <postalCode value="3999"/>
  <period>
    <start value="1974-12-25"/>
  </period>
</address>
<contact>
  <relationship>
    <coding>
      <system value="http://hl7.org/fhir/patient-contact-relationship"/>
      <code value="partner"/>
    </coding>
  </relationship>
  <name>
    <family value="du">
      <!-- the "du" part is a family name prefix (VV in iso 21090) -->
      <extension url="http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/iso21090-EN-qualifier">
        <valueCode value="VV"/>
      </extension>
    </family>
    <family value="Marché"/>
    <given value="Bénédicte"/>
  </name>
  <telecom>
    <system value="phone"/>
    <value value="☎ +33 (237) 998327"/>
  </telecom>
  <gender value="female"/>
  <period>
    <!-- The contact relationship started in 2012 -->
    <start value="2012"/>
```

# PACS (*picture archiving and communication systems*) system archiwizacji i wymiany obrazów

---

- Schemat działań: źródło (SysObraz) → transmisja (sieć) → archiwum (serwer) → stacja diagnostyczna (i dalej HIS, zarządzanie)
  - Standard: DICOM
  - Aplikacje metod wspomaganie (kontroli jakości, wymiany danych, przeszukiwanie bazy obrazowej po zawartości, detekcji itp.)
  - Cel: **obsługa informatyczna procedur** (zadań) wykonywanych w ramach diagnostyki obrazowej w zakresie danych obrazowych
  - Elementy obsługiwane: systemy obrazowania, archiwa, serwery zapasowe, magazyny danych, drukarki, skanery, czytniki, sprzęt komunikacyjny, stacje, monitory etc.
-

# Przykład: mini-PACS

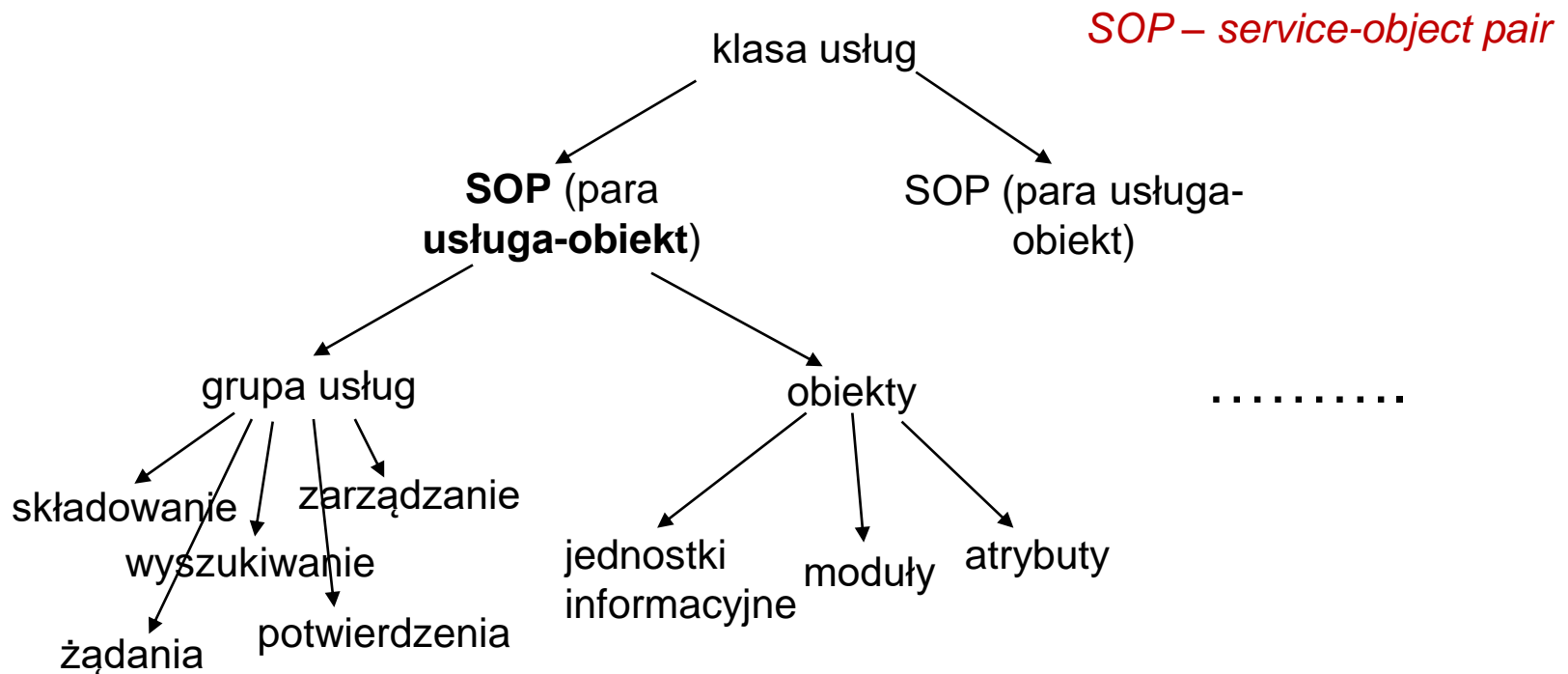




# DICOM

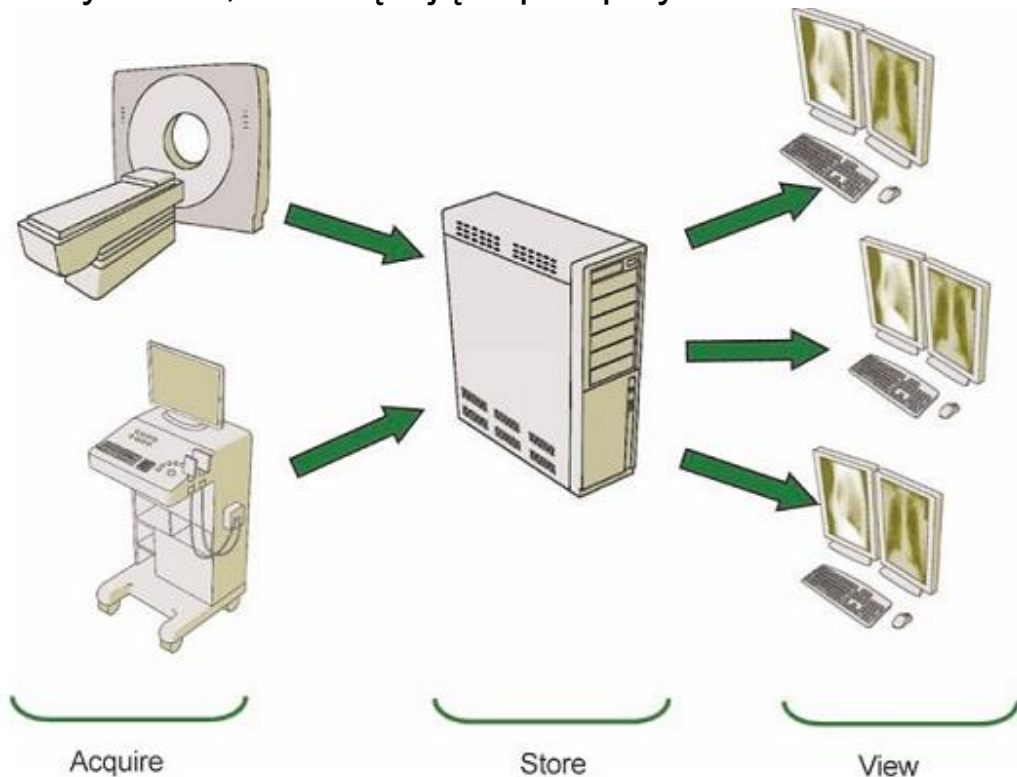
## (Digital Imaging and Communications in Medicine)

- **Gromadzenie** (protokoły akwizycji)
- **Przechowywanie** - archiwa (baza danych, formaty, kompresja, operacje i/o)
- **Komunikacja** (protokoły, konwertery, strumienie)
- **Prezentacja** (drukarka, monitor, wizualizacja, przeglądanie)
- **Integracja PACS** w medycznych systemach informacyjnych (serwer)



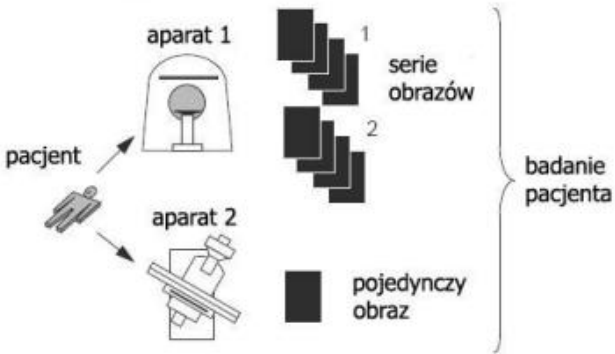
# Dicom – ogólna charakterystyka wykorzystania standardu

- Określa **dopuszczalne technologie**, daje możliwości ich zastosowań
- Nie uzasadnia, ani **nie zaleca** ich użycia w określonych okolicznościach
- Celem jest stworzenie przestrzeni współpracy (współdziałania) – wyznaczenie ram czy granic współdziałania różnych obiektów/podmiotów
- Sposób użycia regulują oddzielne przepisy, regulacje, prawne, zalecenia, wytyczne określone przez instytucje, stowarzyszenia, obowiązujące przepisy
- Dyskrecja zastosowań

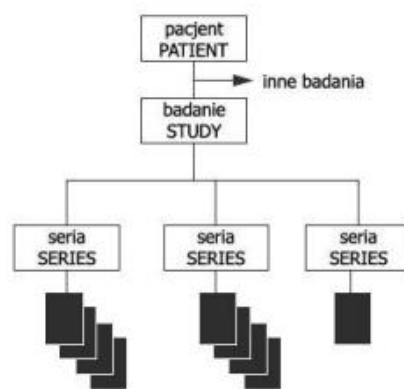


Typowy schemat aktywności obsługiwany przez DICOM

## RZECZYWISTE BADANIA



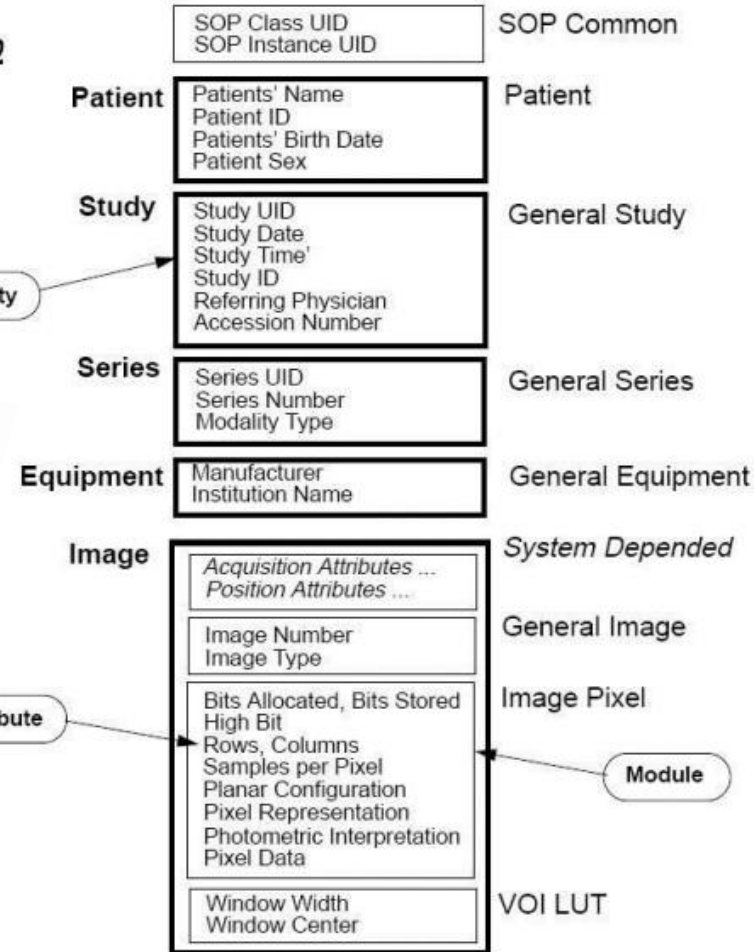
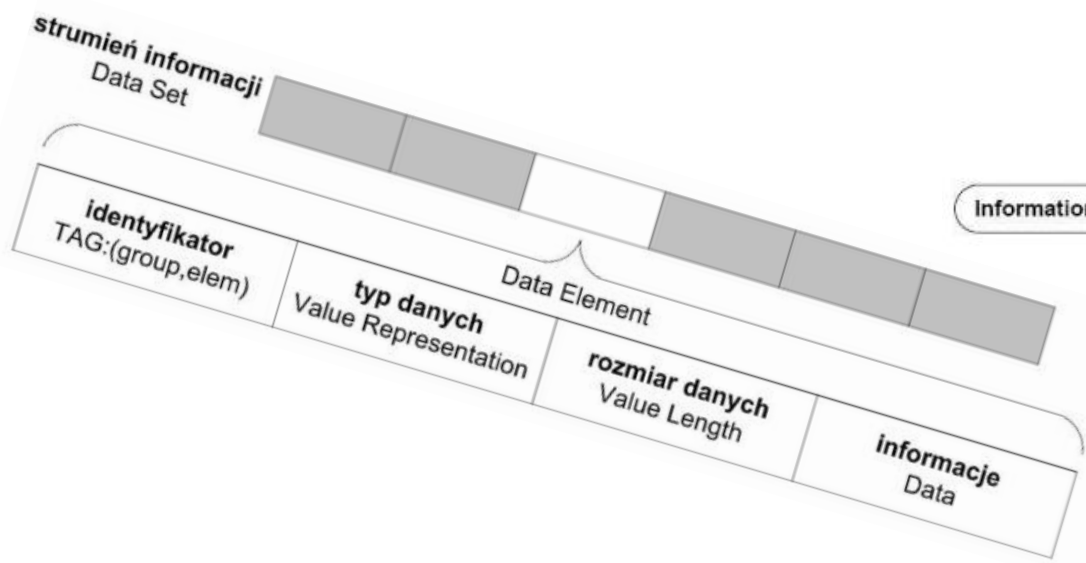
## MODEL INFORMATYCZNY



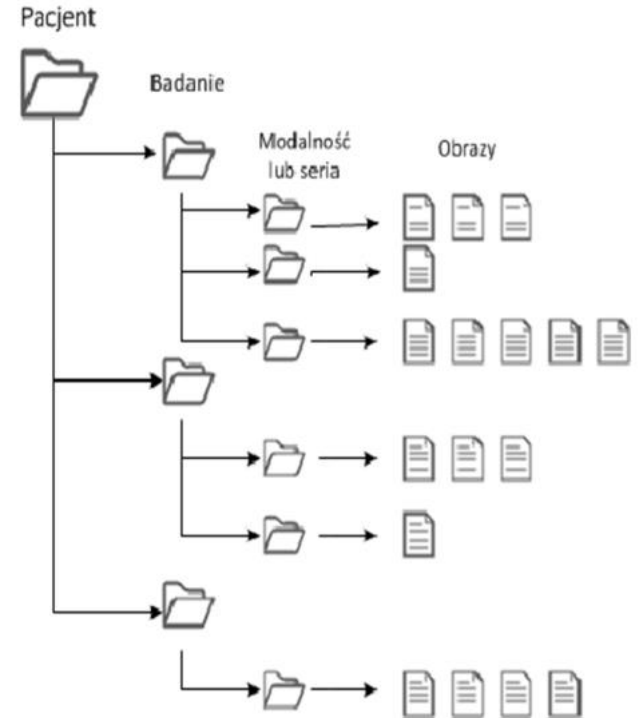
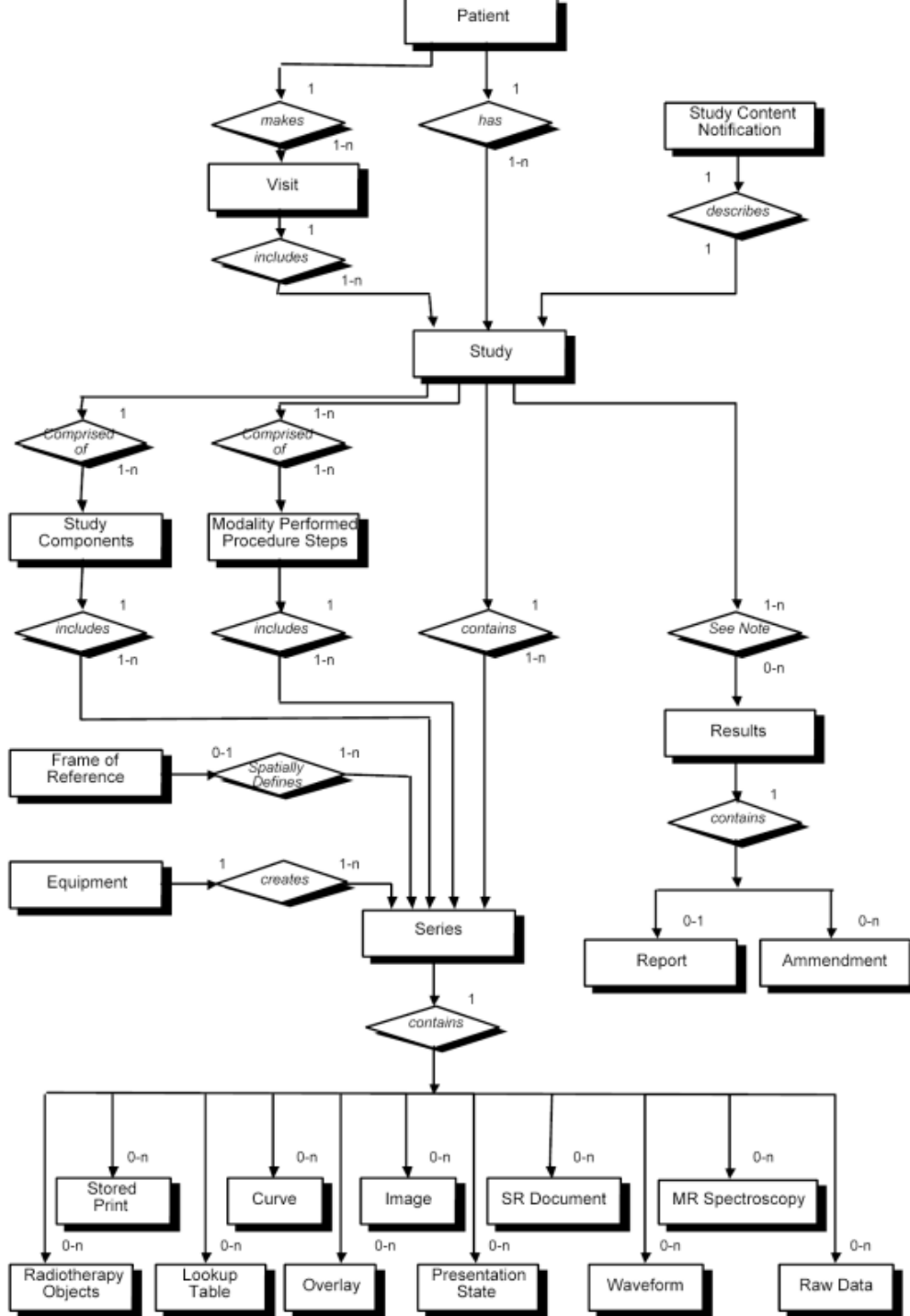
# Struktura info w DICOM

## – definicja obiektu informatywnego (IOD)

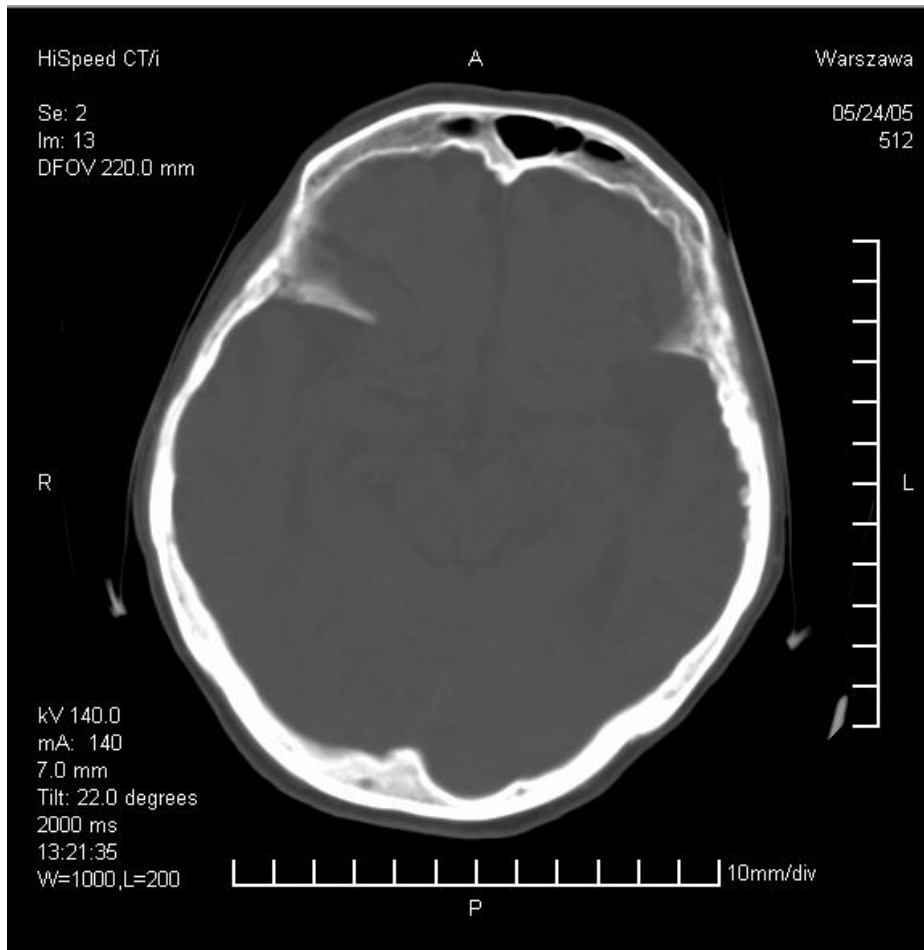
*Image IOD*



# Struktura informacji



# Badanie CT



*jednostki informacyjne*

DICOM information

Group	Item
Group 0x0002 (MetaElement)	
Group 0x0008 (Identifying)	
Group 0x0009 (GEMS_IDEN_01)	
Group 0x0010 (Patient)	
Group 0x0011 (GEMS_PATI_01)	
Group 0x0018 (Acquisition)	
Group 0x0019 (GEMS_ACQU_01)	
Group 0x0020 (Image)	
Group 0x0021 (GEMS_RELA_01)	
Group 0x0023 (GEMS_STDY_01)	
Group 0x0025 (GEMS_SERS_01)	
Group 0x0027 (GEMS_IMAG_01)	
Group 0x0028 (ImagePresentation)	
Group 0x0029 (GEMS_IMPS_01)	
Group 0x0043 (GEMS_PARM_01)	
Group 0x0088 (Storage)	
Group 0x07A1	
Group 0x7FE0 (PixelData)	
0x0010 (PixelData)	(524288 bytes)

OK

Detailed description: This is a screenshot of a DICOM information window. It displays a list of DICOM groups and items. The groups are listed in a tree view, with expandable icons (+) and collapsed icons (-). Red arrows point to several groups: 0x0002, 0x0008, 0x0010, 0x0018, 0x0020, 0x0028, and 0x0088. The 'PixelData' group (0x7FE0) is expanded, showing an item '0x0010 (PixelData)' with a size of 524288 bytes. An 'OK' button is located at the bottom of the window.

# Informacje w DICOM

*jednostki, moduły, atrybuty*

The image displays a DICOM viewer interface with several panels showing metadata. The main panel is divided into three columns of data:

- Group 0x0009 (GEMS\_IDEN\_01)**
  - Group 0x0010 (Patient)
    - 0x0010 (PatientName)
    - 0x0020 (PatientID)
    - 0x0030 (PatientBirthDate)
    - 0x0040 (PatientSex) F
    - 0x1010 (PatientAge) 084Y
    - 0x1030 (PatientWeight)
    - 0x21B0 (AdditionalPatientHistory)
  - Group 0x0011 (GEMS\_PATI\_01)
  - Group 0x0018 (Acquisition)
  - Group 0x0019 (GEMS\_ACQU\_01)
  - Group 0x0020 (Image)
  - Group 0x0021 (GEMS\_RELA\_01)
  - Group 0x0023 (GEMS\_STDY\_01)
  - Group 0x0025 (GEMS\_SERS\_01)
  - Group 0x0027 (GEMS\_IMAG\_01)
- Group 0x0008 (Identifying)**
  - 0x0005 (SpecificCharacterSet) ISO\_IR 100
  - 0x0008 (ImageType) ORIGINAL\PRIMARY\AXIAL
  - 0x0016 (SOPClassUID) 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2
  - 0x0018 (SOPInstanceUID) 1.2.840.113619.2.30.1.1762532509.1882.
  - 0x0020 (StudyDate) 20050514
  - 0x0021 (SeriesDate) 20050514
  - 0x0022 (AcquisitionDate) 20050514
  - 0x0023 (ImageDate) 20050514
  - 0x0030 (StudyTime) 221831
  - 0x0031 (SeriesTime) 222100
  - 0x0032 (AcquisitionTime) 222140
  - 0x0033 (ImageTime) 222143
  - 0x0050 (AccessionNumber)
  - 0x0060 (Modality) CT
  - 0x0070 (Manufacturer) GE MEDICAL SYSTEMS
  - 0x0080 (InstitutionName) CSK MSWIA Warszawa
- Group 0x0028 (ImagePresentation)**
  - 0x0002 (SamplesPerPixel) 1
  - 0x0004 (PhotometricInterpretation) MONOCHROME2
  - 0x0010 (Rows) 512
  - 0x0011 (Columns) 512
  - 0x0030 (PixelSpacing) 0.488281\0.488281
  - 0x0100 (BitsAllocated) 16
  - 0x0101 (BitsStored) 12
  - 0x0102 (HighBit) 11
  - 0x0103 (PixelRepresentation) 0
  - 0x0120 (PixelPaddingValue) 0
  - 0x1050 (WindowCenter) 35
  - 0x1051 (WindowWidth) 100
  - 0x1052 (RescaleIntercept) -1000
  - 0x1053 (RescaleSlope) 1
  - Group 0x0029 (GEMS\_IMPS\_01)
  - Group 0x0043 (GEMS\_PARM\_01)
- Group 0x0018 (Acquisition)**
  - 0x0022 (ScanOptions) DYNAMIC MODE
  - 0x0050 (SliceThickness) 3.000000
  - 0x0060 (KVP) 140
  - 0x0088 (SpacingBetweenSlices) 3.000000
  - 0x0090 (DataCollectionDiameter) 250.000000
  - 0x1020 (SoftwareVersion) 05
  - 0x1100 (ReconstructionDiameter) 250.000000
  - 0x1110 (DistanceSourceToDetector) 1099.31005859
  - 0x1111 (DistanceSourceToPatient) 630.000000
  - 0x1120 (GantryDetectorTilt) 22.000000
  - 0x1130 (TableHeight) 178.399994
  - 0x1140 (RotationDirection) CW
  - 0x1150 (ExposureTime) 2000
  - 0x1151 (XrayTubeCurrent) 150
  - 0x1152 (Exposure) 150
  - 0x1160 (FilterType) BODY FILTER

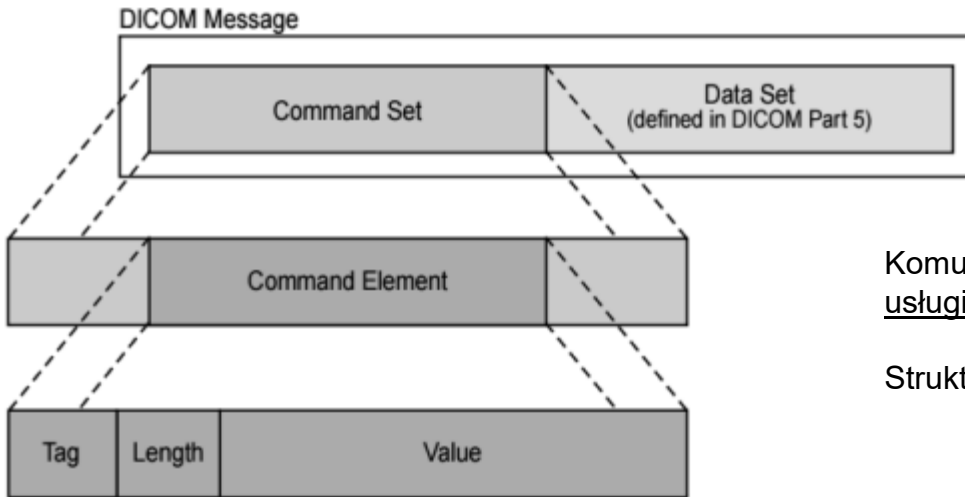
The 'DICOM information' dialog box shows a tree view of the metadata:

- Group 0x0011 (GEMS\_PATI\_01)
- Group 0x0018 (Acquisition)
- Group 0x0019 (GEMS\_ACQU\_01)
- Group 0x0020 (Image)
  - 0x000D (StudyInstanceUID) 1.2.840.113619.2.30.1.1
  - 0x000E (SeriesInstanceUID) 1.2.840.113619.2.30.1.1
  - 0x0010 (StudyID)
  - 0x0011 (SeriesNumber) 2
  - 0x0012 (AcquisitionNumber) 1
  - 0x0013 (ImageNumber) 1
  - 0x0032 (ImagePositionPatient) -125.000000\ -115.897900\ 0.000000
  - 0x0037 (ImageOrientationPatient) 1.000000\0.000000\0.000000
  - 0x0052 (FrameOfReferenceUID) 1.2.840.113619.2.30.1.1
  - 0x0060 (Laterality) OM
  - 0x1040 (PositionReferenceIndicator) OM
  - 0x1041 (SliceLocation) 8.5000000000
- Group 0x0021 (GEMS\_RELA\_01)

At the bottom left, technical parameters are displayed:

- 7.0 mm
- Tilt: 22.0 de
- 2000 ms
- 13:21:35
- W=1000,L=

# Struktura wiadomości DICOM



Komunikacja pomiędzy aplikacjami DICOM odbywa się poprzez usługi żądające bądź dostarczające informacje (protokół DIMSE)

Struktura połączenia klient-serwer (TCP)

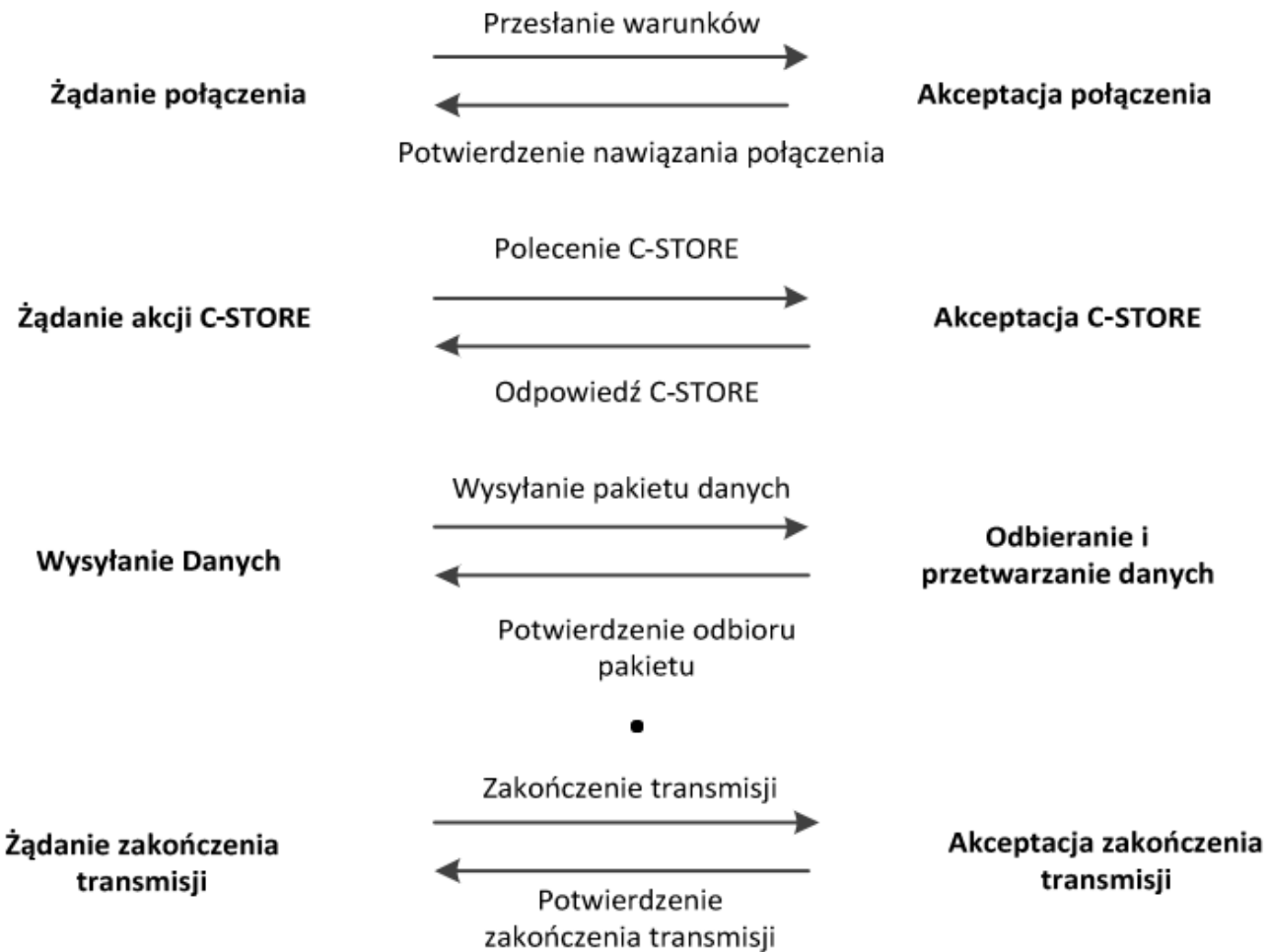
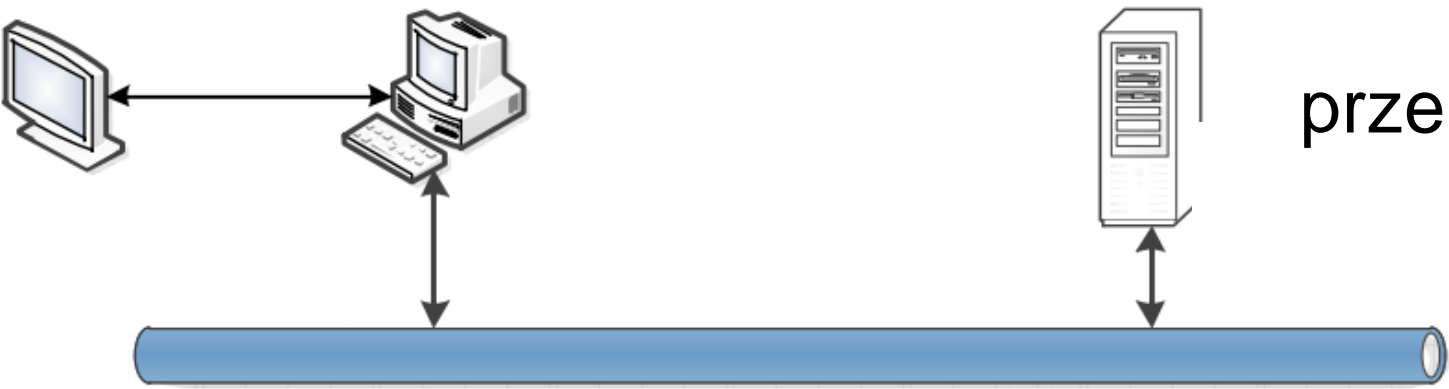
## Typowe

- C-STORE (zapisywanie we wskazanym węźle sieci DICOM instancji SOP)
- C-MOVE, C-GET (pobieranie z serwera PACS określonych obiektów – dwa lub jedno połączenie/cykl transmisji)
- C-FIND (wyszukiwanie obiektów DICOM w zasobach serwera PACS)
- C-ECHO (weryfikacja połączenia)

Stacja radiologa

PACS

# Przykładowy przebieg operacji C-Store

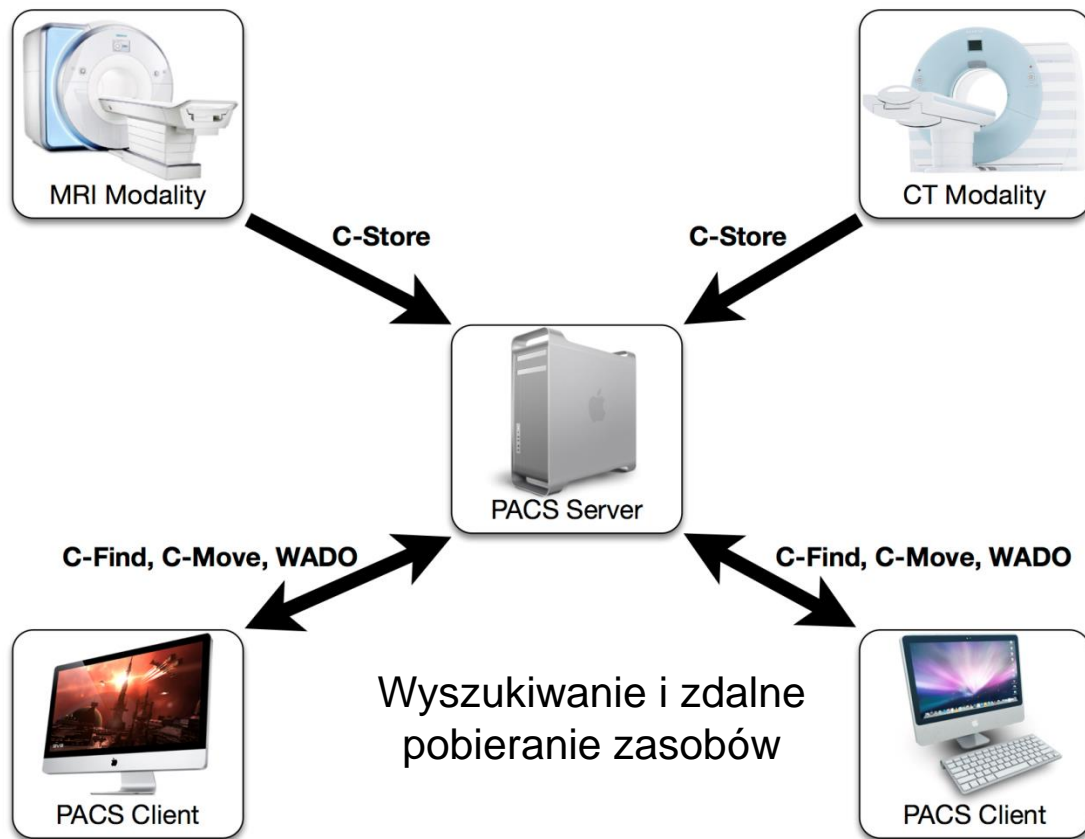


*zapisanie instancji SOP*

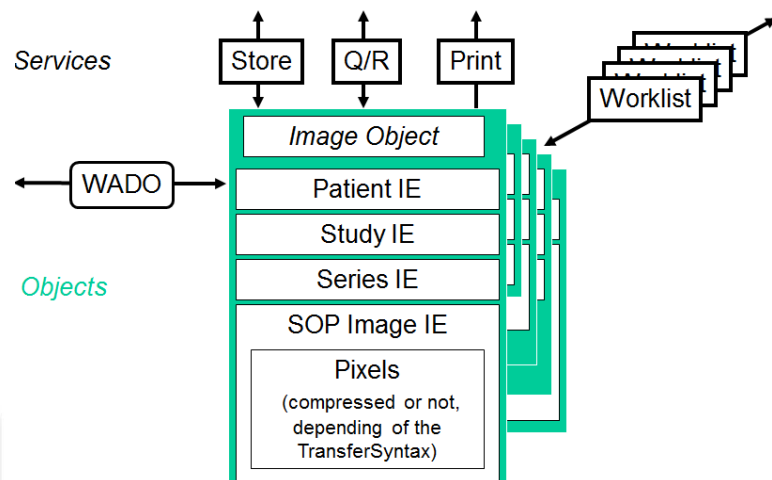
*R. Wiktorowicz: Realizacja medycznego systemu informacyjnego do archiwizacji, przetwarzania i wyszukiwania obrazów, PW, 2012*



# Podstawowa architektura usług



## WADO - Web Access to DICOM Persistent Objects

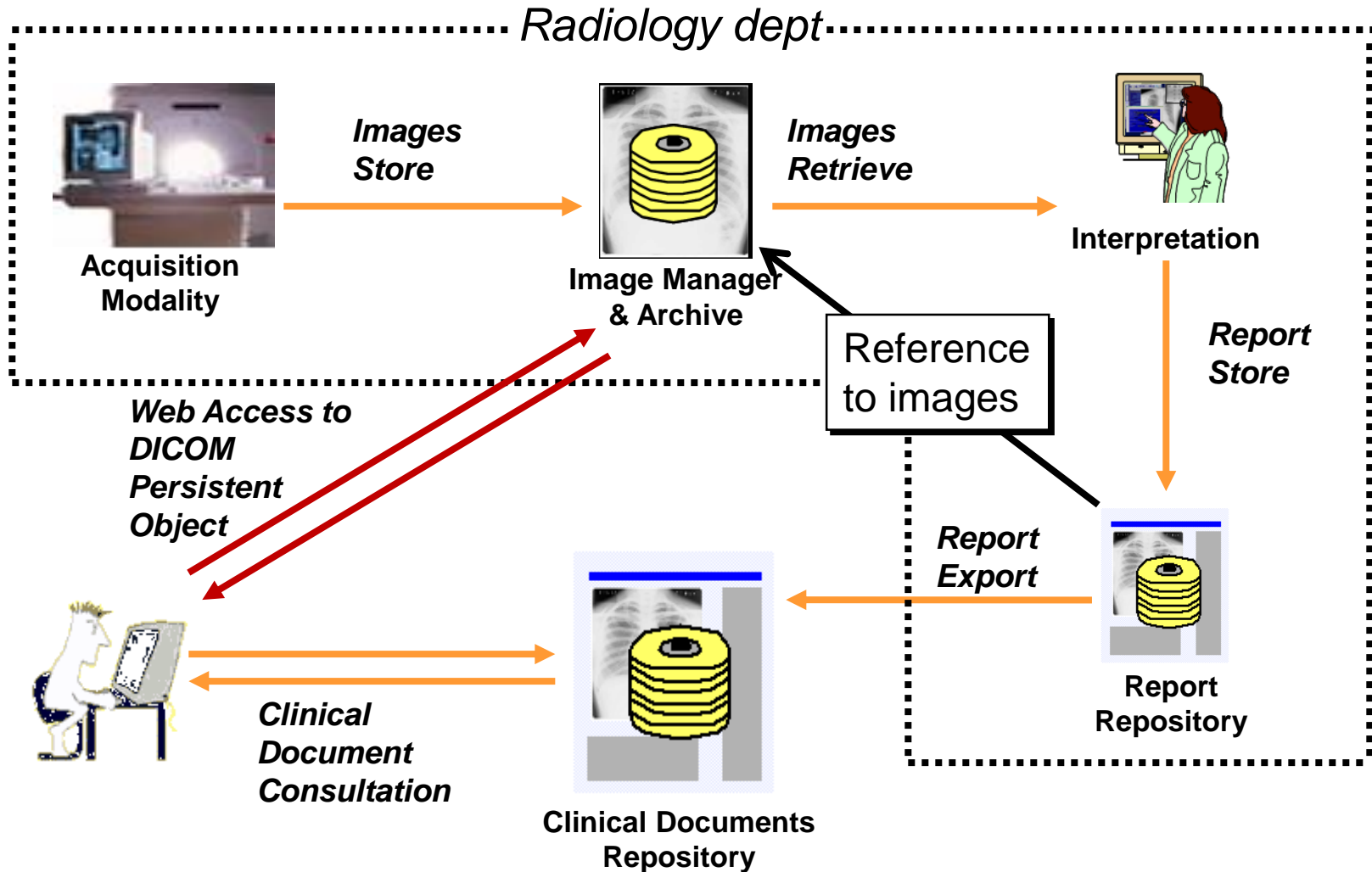


# Webowy dostęp do obiektów trwałych: WADO – Web Access to DICOM Persistent Objects

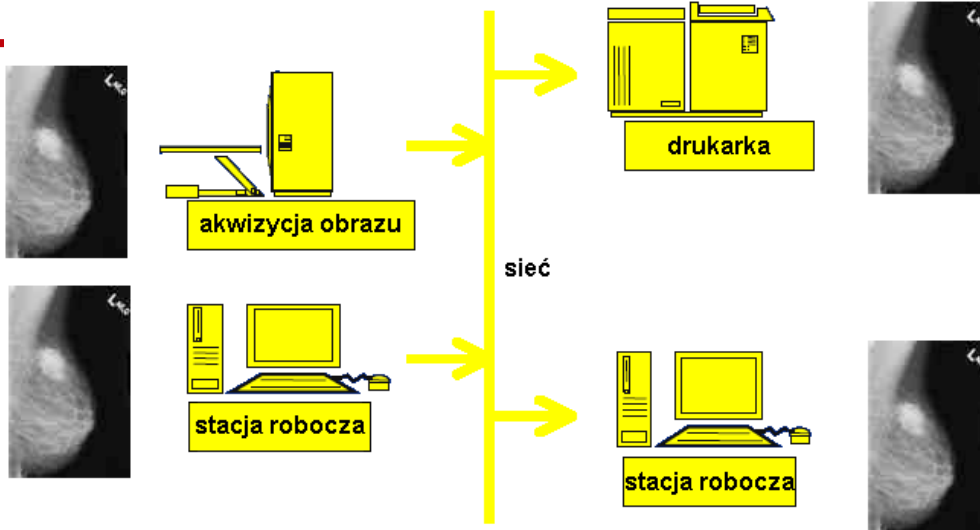
---

- Szybki, wiarygodny, bezpieczny dostęp do **badań i raportów** (obiekty trwałe, bez info uzupełniających)
  - Sieciowy dostęp do informacji/obiektów bez konieczności ich duplikacji
  - Klinicyści potrzebują dostępu do
    - zarówno w natywnym DICOM format
    - jak też w użytkowych formatach typu JPEG, PDF do celów prezentacji, konsultacji, wykorzystanie przez wspomagające aplikacje
  - Wykorzystanie technologii webowych : umożliwienie dostępu do obiektów trwałych DICOM z poziomu stron HTML, dokumentów XML, za pomocą HTTP/HTTPS etc.
  - Możliwość anonimizacji
-

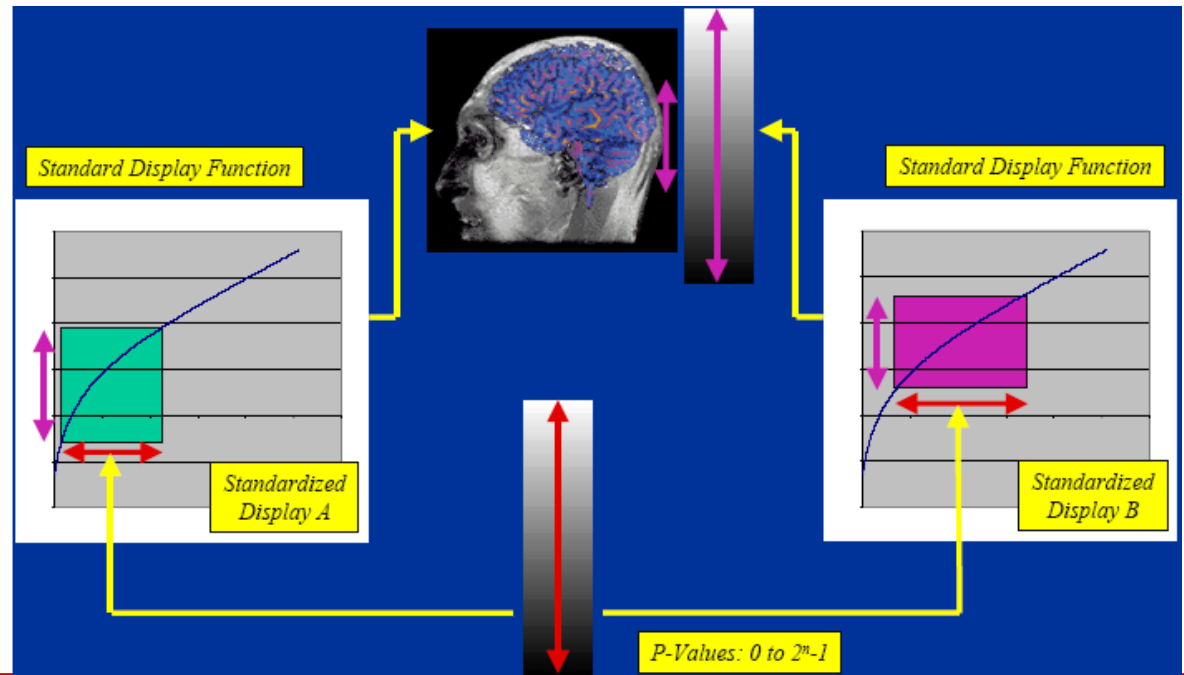
# Dostęp webowy (telediagnostyka)



# Kontrast niezależny od urządzenia (DICOM)



normalizacja warunków prezentacji obrazów

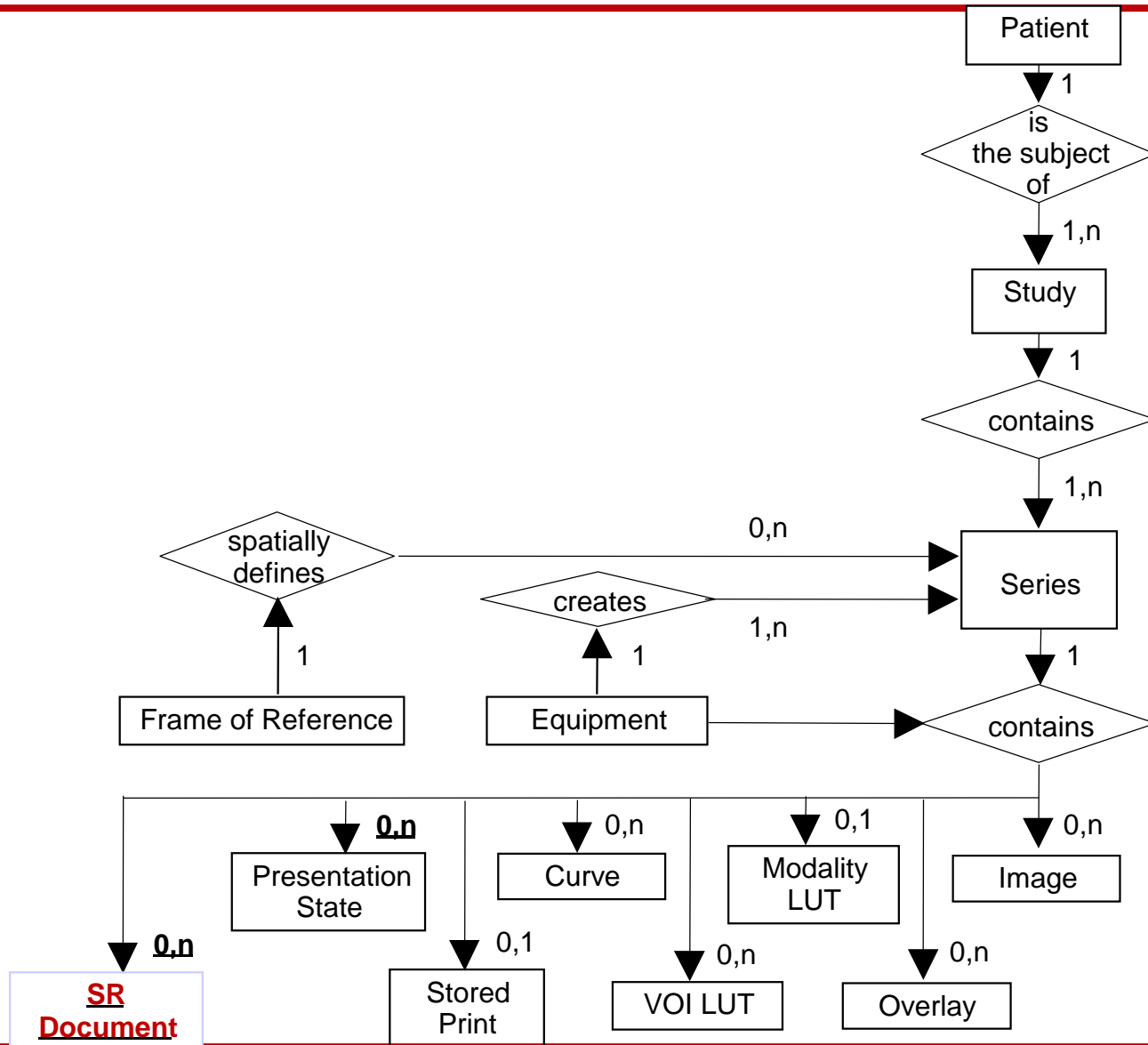


# DICOM SR (Structured Reporting)

---

- 23 suplement DICOM, zawiera definicje klas na użytek transmisji i gromadzenia dokumentów (opisów)
  - Wspiera **dowolne wyrażenia tekstowe (np. opisy zmian), a także ustrukturyzowaną informację**
  - Umożliwia **podłączenia (linki lokalne) tekstu/opisu i danych do obrazów czy zapisu sygnałów**
  - Cel: poprawia precyzję, klarowność oraz wartość dokumentacji klinicznej poprzez **opis specyficznych cech oraz referowanie na obrazy czy sygnały**
  - **'Most'** pomiędzy systemami obrazowania i systemami informacyjnymi/CAD, możliwość uwzględnienia różnorodnego kontekstu klinicznego
  - **Integracja** DICOM SR i HL7 jest kluczowa!
-

# Structured Reporting Information Model



# DICOM SR

## Chest X-ray Report:

Recording Observer: Clunie^David^A^Dr.

History: malignant melanoma excised 1Y

Findings: (czerniak złośliwy)

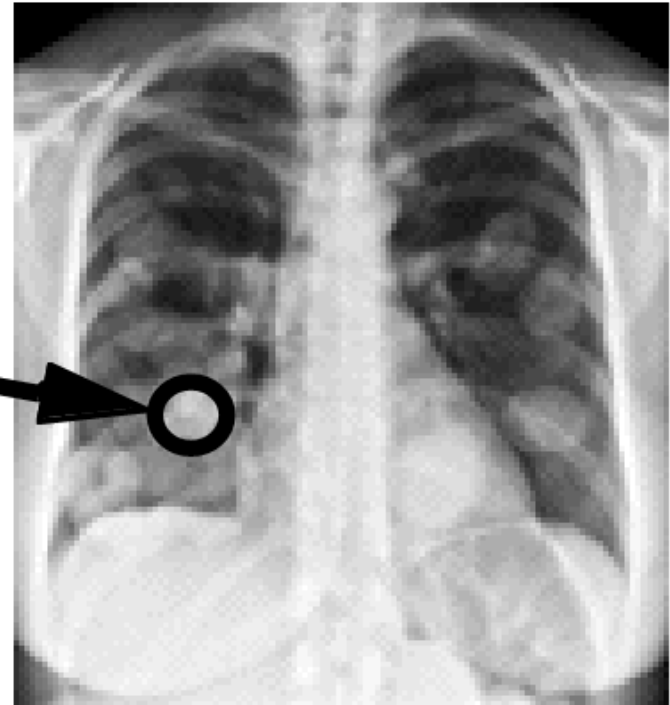
- finding: multiple masses in both lung fields
- best illustration of findings:

## Conclusions:

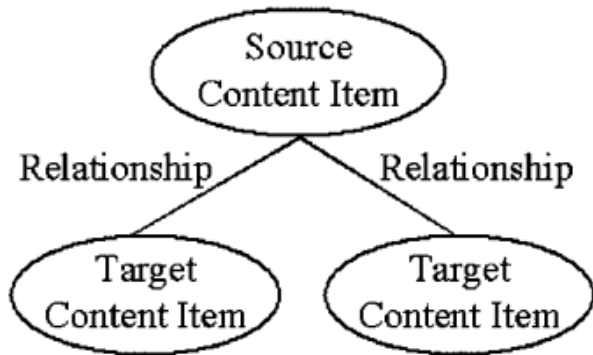
- conclusion: cannon-ball metastases (przerzuty)
- conclusion: recurrent malignant melanoma

Diagnosis Codes: (nawrót czerniaka złośliwego)

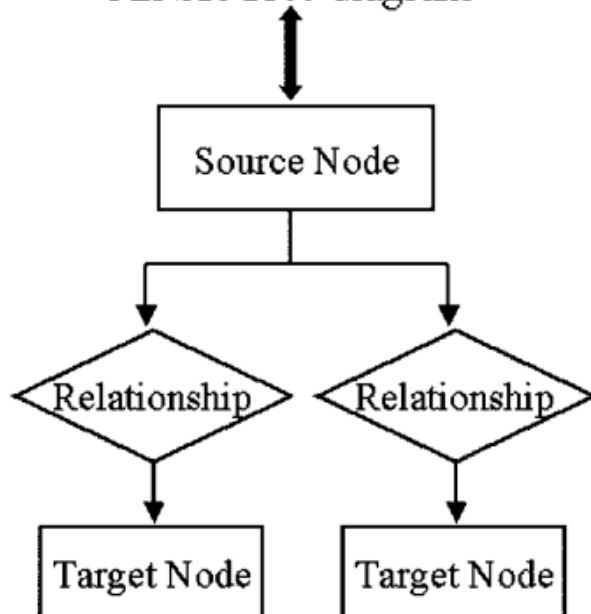
- diagnosis: 172.9/ICD9
- diagnosis: 197.0/ICD9



# Hierarchia treści



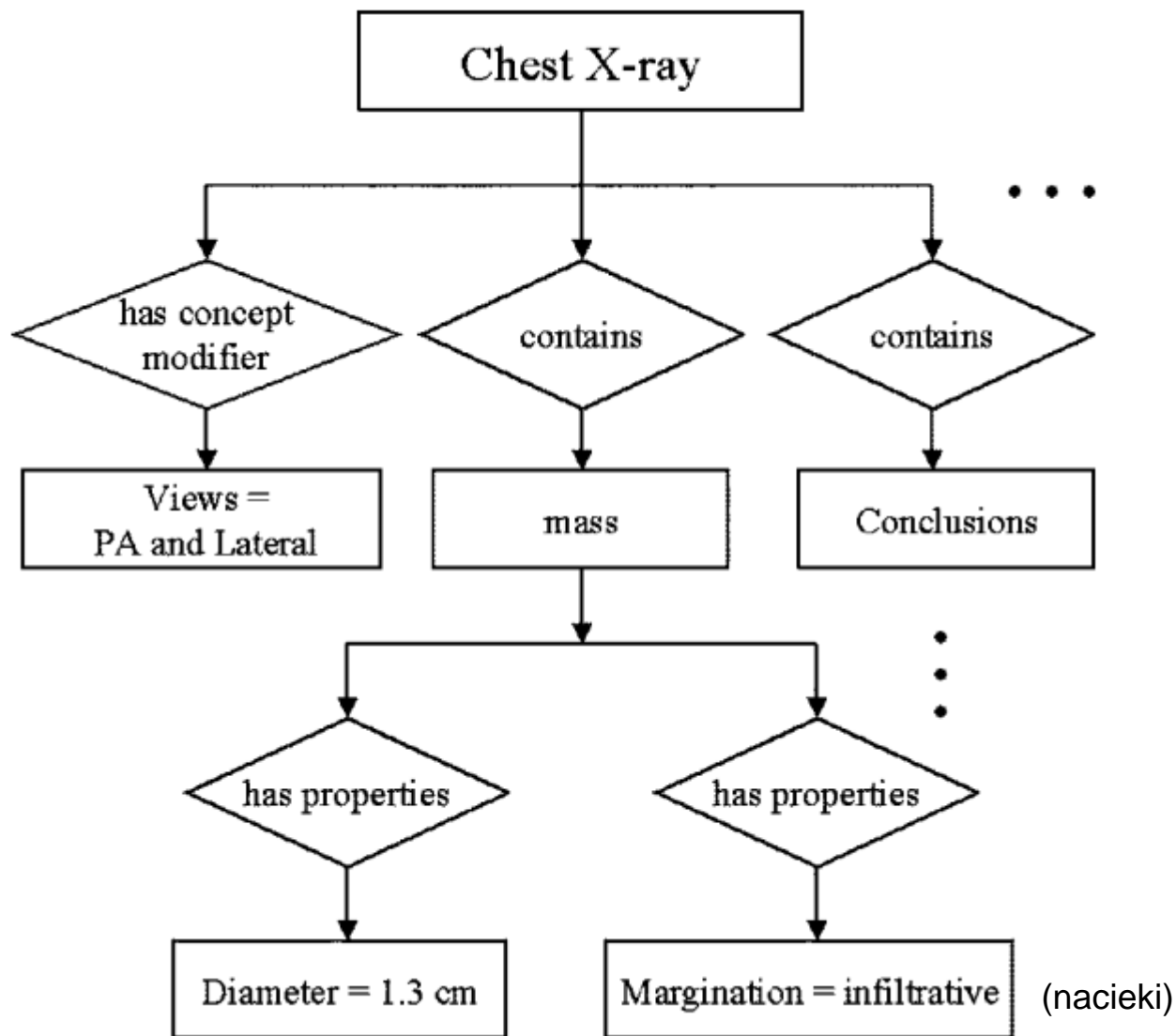
An SR Tree diagram



- Rodzaje relacji:
  - HAS OBS CONTEXT – kontekst obserwacji
  - CONTAINS – źródło zawiera interesujący obiekt (target)
  - HAS CONCEPT MODIFIER – obiekt opisuje (dookreśla) źródło
  - HAS PROPERTIES – opis właściwości źródła
  - HAS ACQ CONTEXT – obiekt opisuje warunki akwizycji źródła
  - SELECTED FROM – przestrzenne lub czasowe współrzędne źródła względem obiektu
  - INFERRED FROM – pomiary i inne ‘wnioski’ względem obiektu



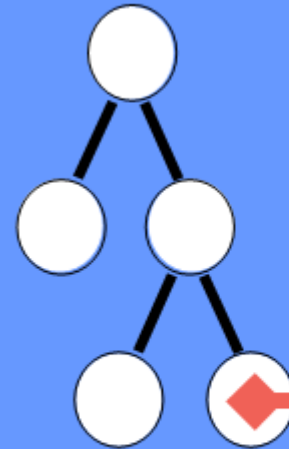
# Przykład struktury SR



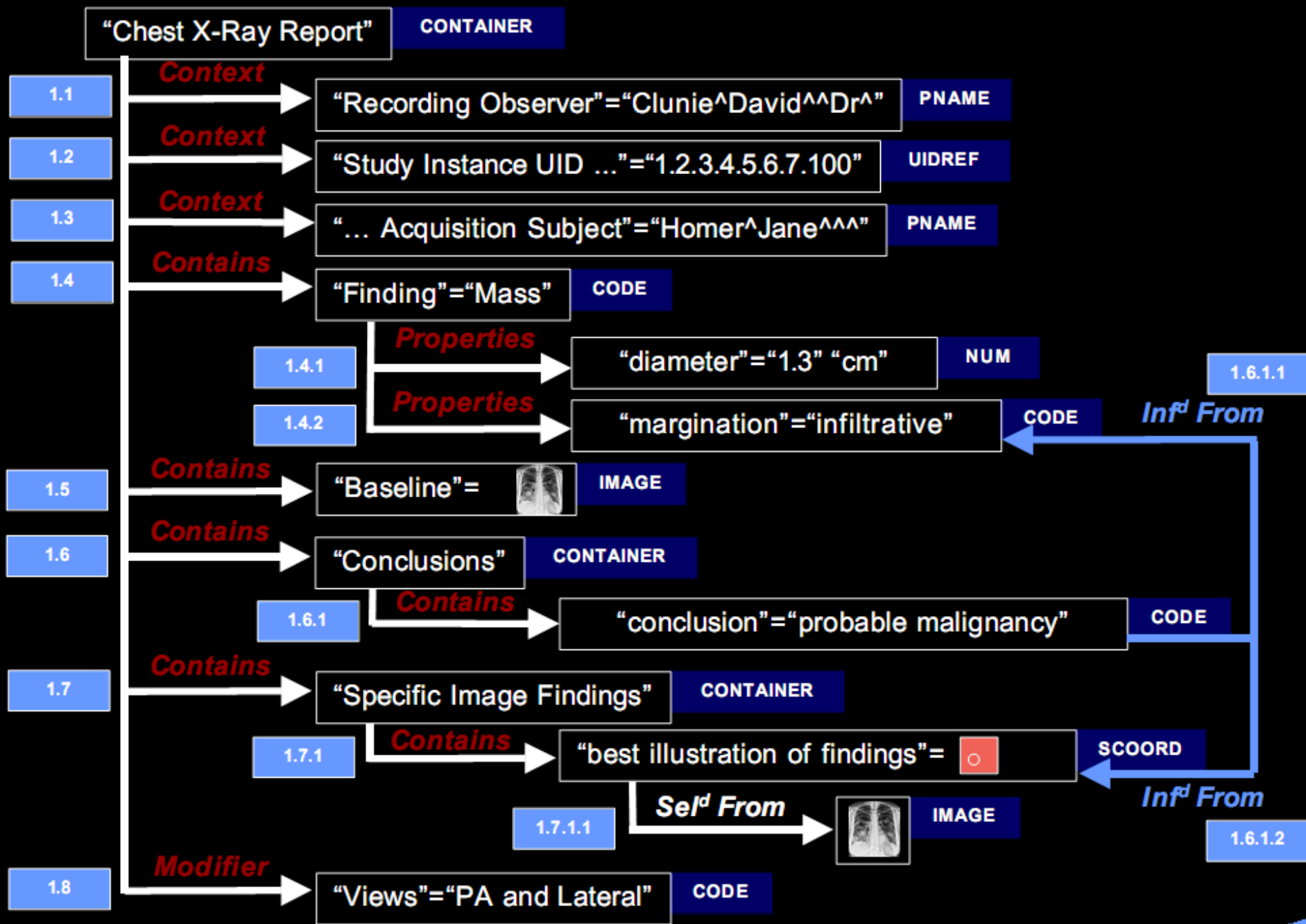
# DICOM SR

```
<contentsequence>  
<contentitem>  
<contentlabel>1.1</contentlabel>  
<relationshiptype>HAS OBS CONTEXT</relationshiptype>  
<conceptname>  
<codesequence>  
<codevalue>000555</codevalue>  
<codingschemedesignator>LNdemo</codingschemedesignator>  
<codemeaning>Recording Observer</codemeaning>  
</codesequence>  
</conceptname>  
<valuetype>PNAME</valuetype>  
<personname>Smith^John^^Dr^</personname>  
</contentitem>  
</contentsequence>
```

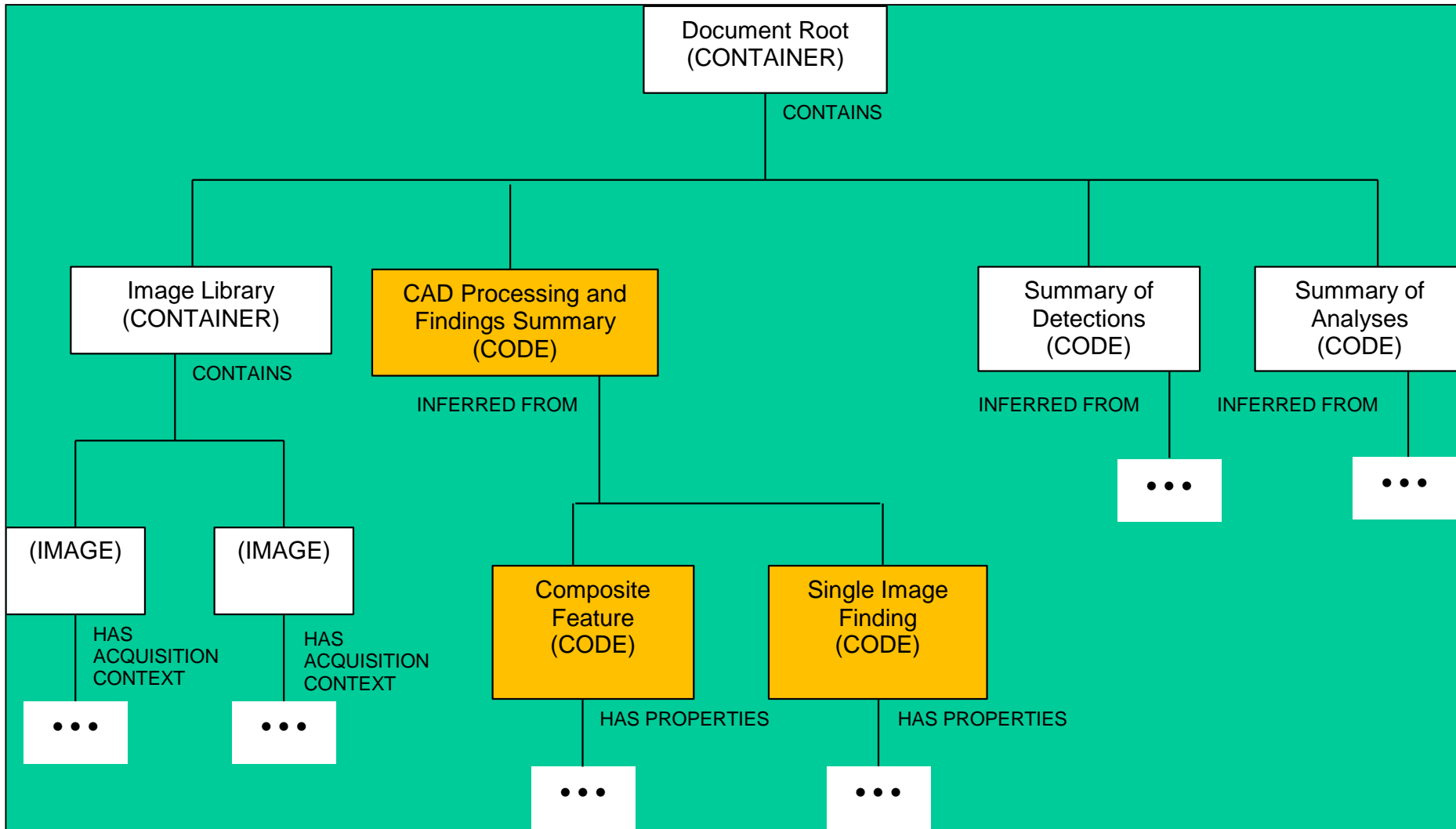
```
(0x0040,0xa491) <COMPLETE>  
(0x0040,0xa493) <VERIFIED>  
(0x0040,0xa730) Content Sequence  
(0x0040,0xa010) <HAS OBS CONTEXT>  
(0x0040,0xa040) <PNAME >  
(0x0040,0xa043) Concept Name Code Sequence  
(0x0008,0x0100) <000555>  
(0x0008,0x0102) <LNdemo>  
(0x0008,0x0104) <Recording Observer>  
(0x0040,0xa123) <Smith^John^^Dr^ >  
...
```



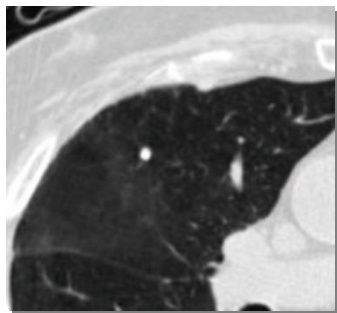
Struktury hierarchiczne, kody, obrazowe odnośniki



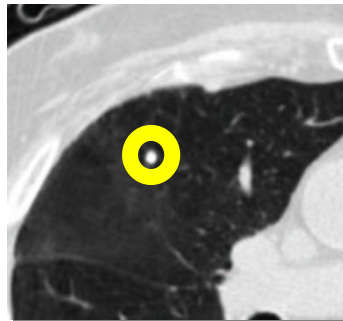
# DICOM CAD SR



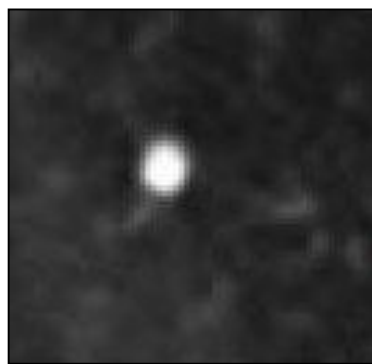
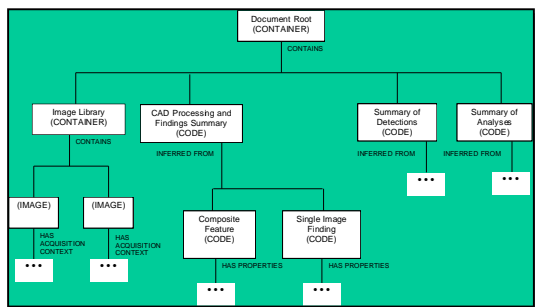
# Zapisy strukturalne informacji wymienianej



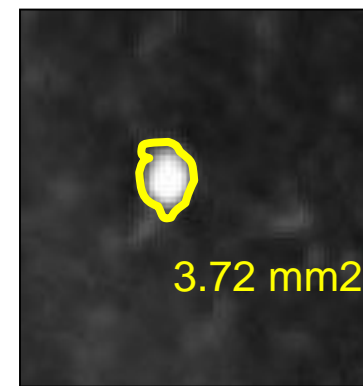
=



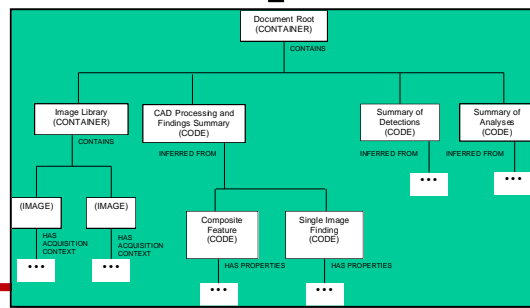
+

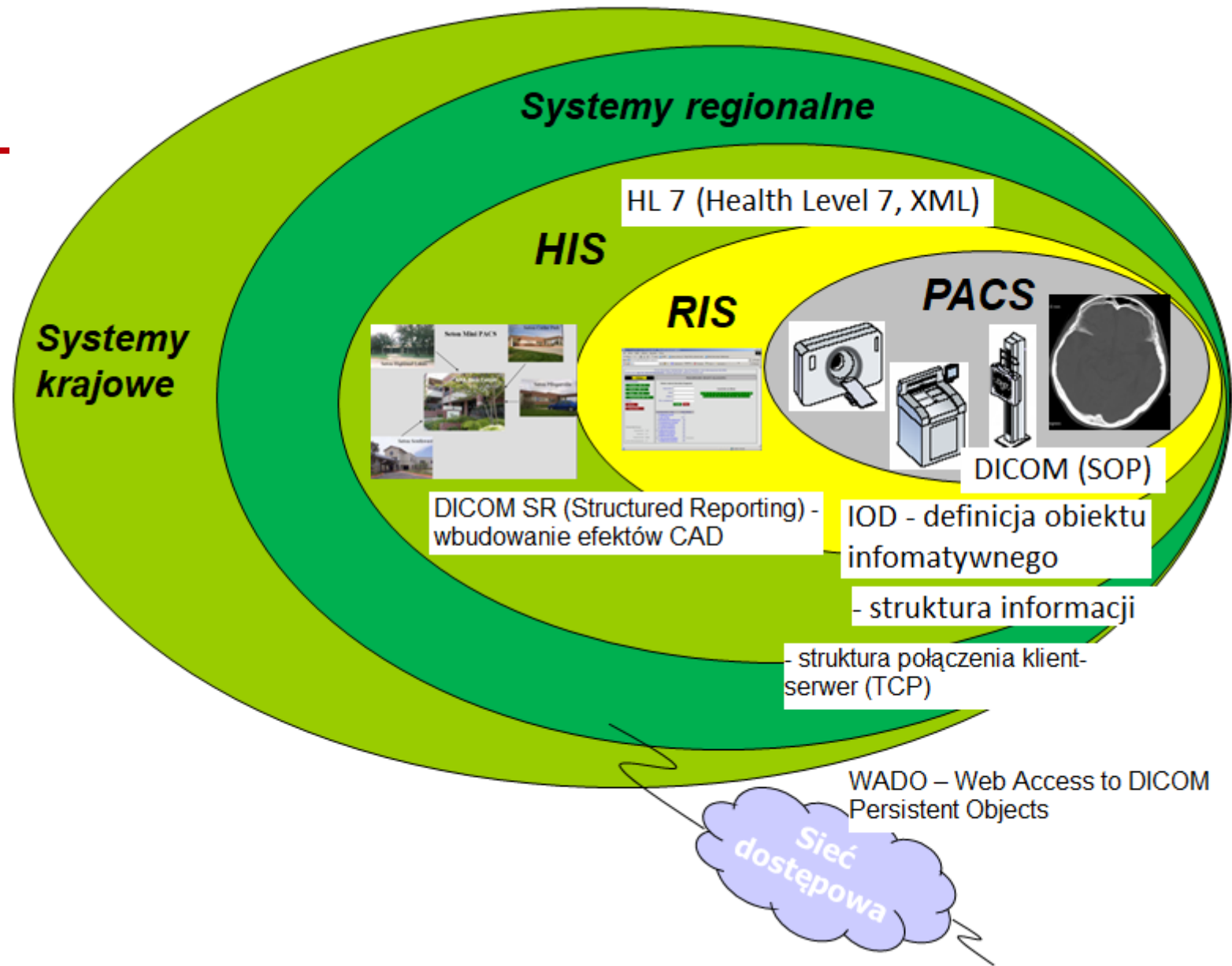


=



+

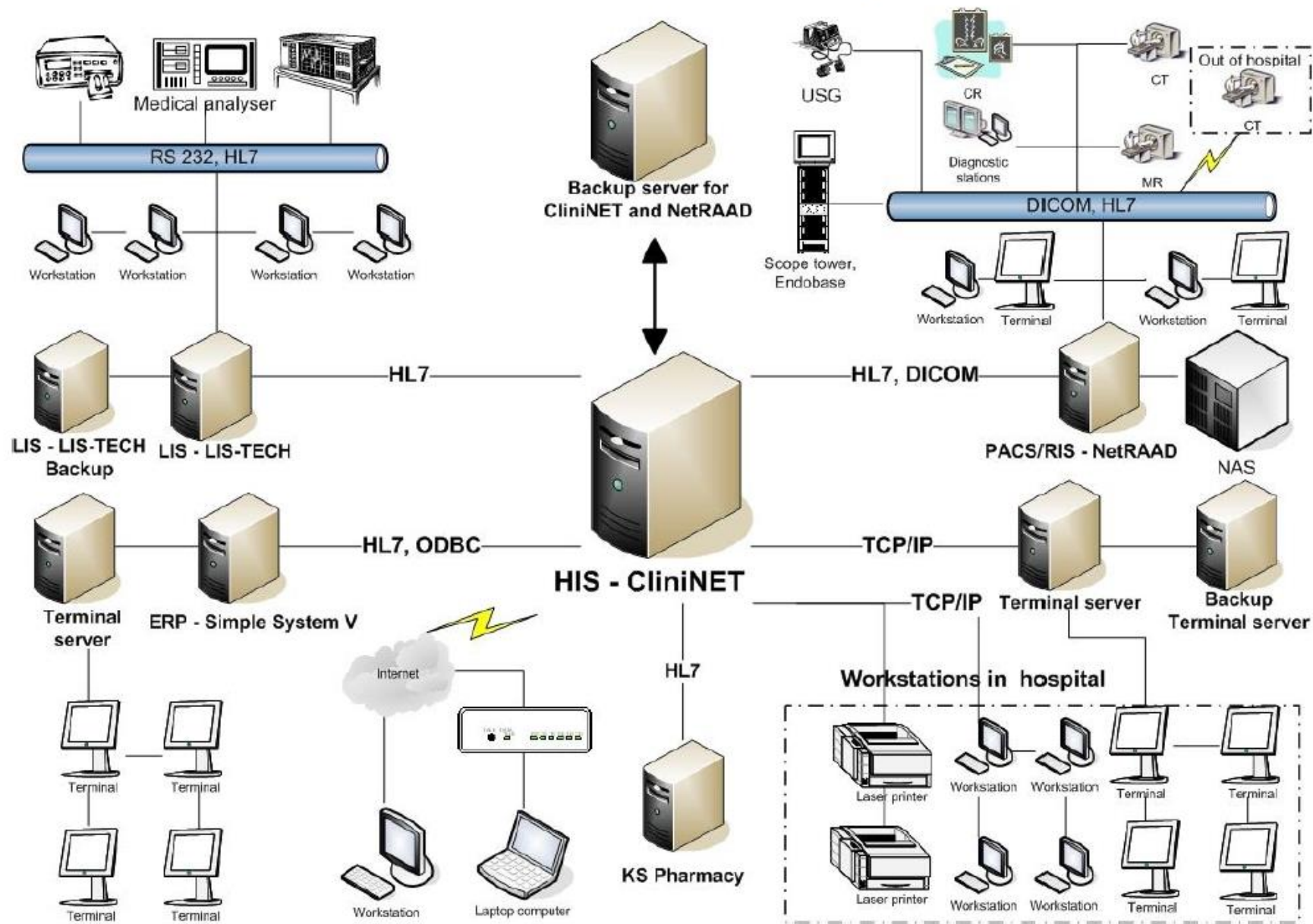




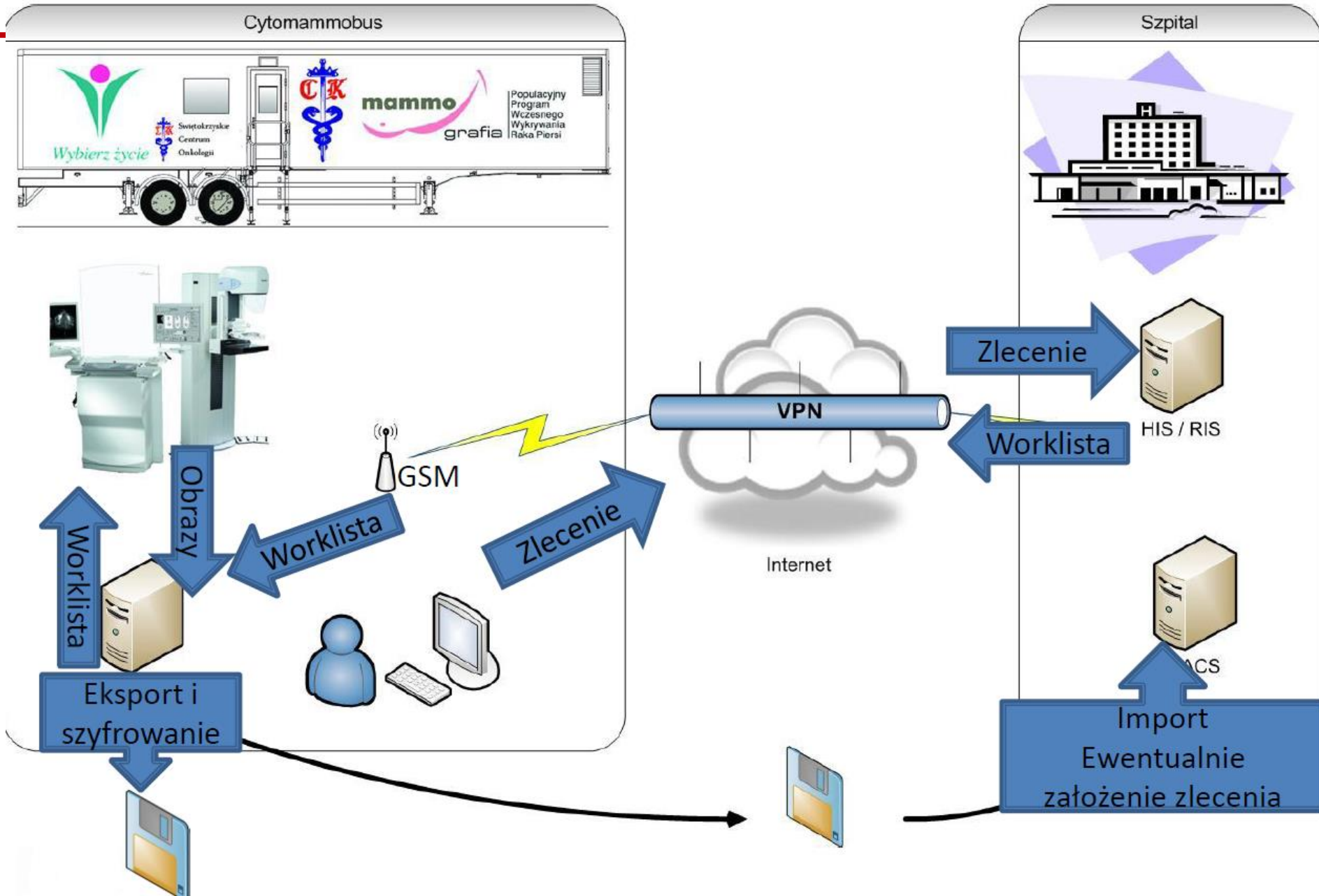
# WYKORZYSTANIE HL7, DICOM

# Zintegrowany Szpitalny System Informatyczny

## infrastruktura informatyczna



# CYTOMAMMOBUS



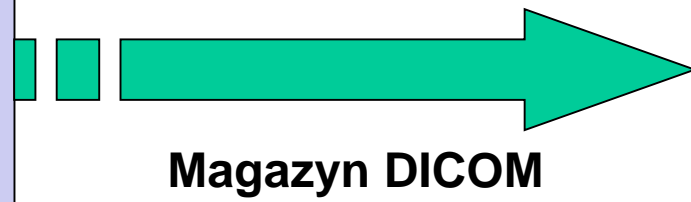
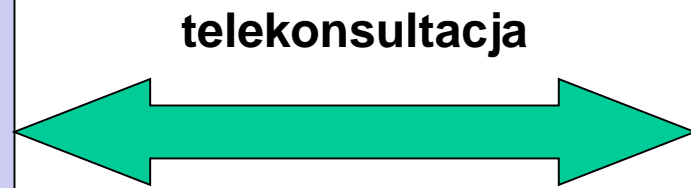


# Telemedycyna

## LOKALNE CENTRUM

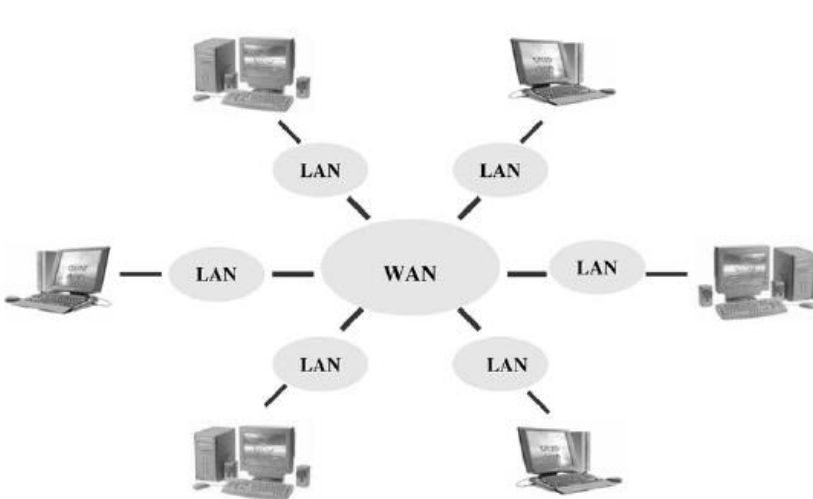
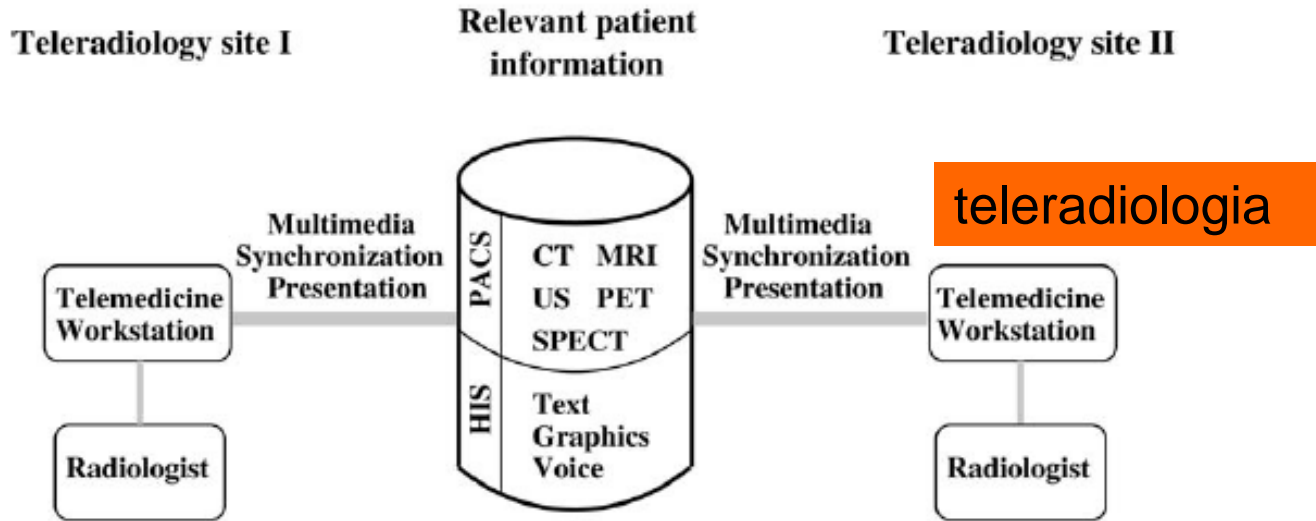


## SZPITAL GŁÓWNY

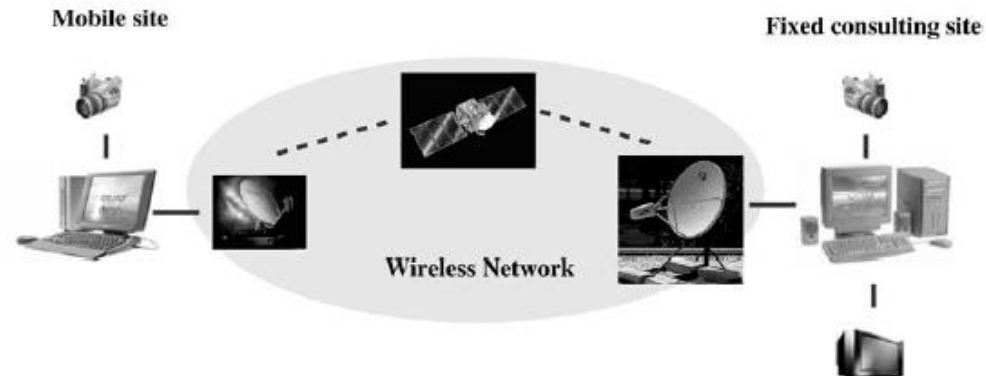


PACS

# Systemy telemedyczne



telemedycyna internetowa

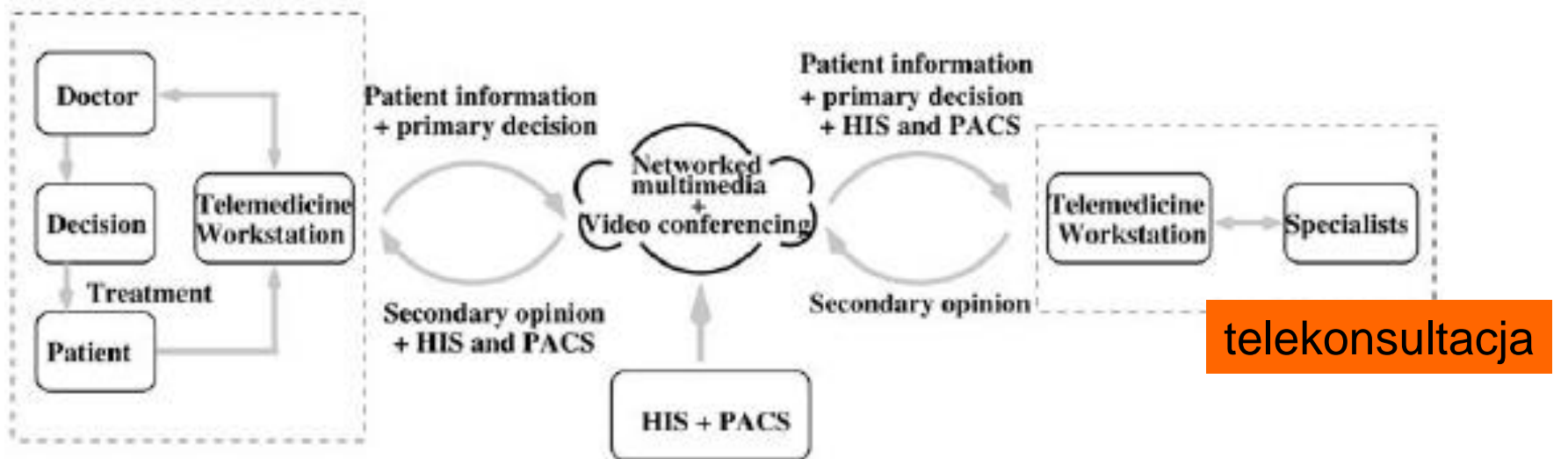


telemedycyna bezprzewodowa

# Systemy telemedyczne

Primary diagnosis

Remote consulting



telekonsultacja

Treatment side

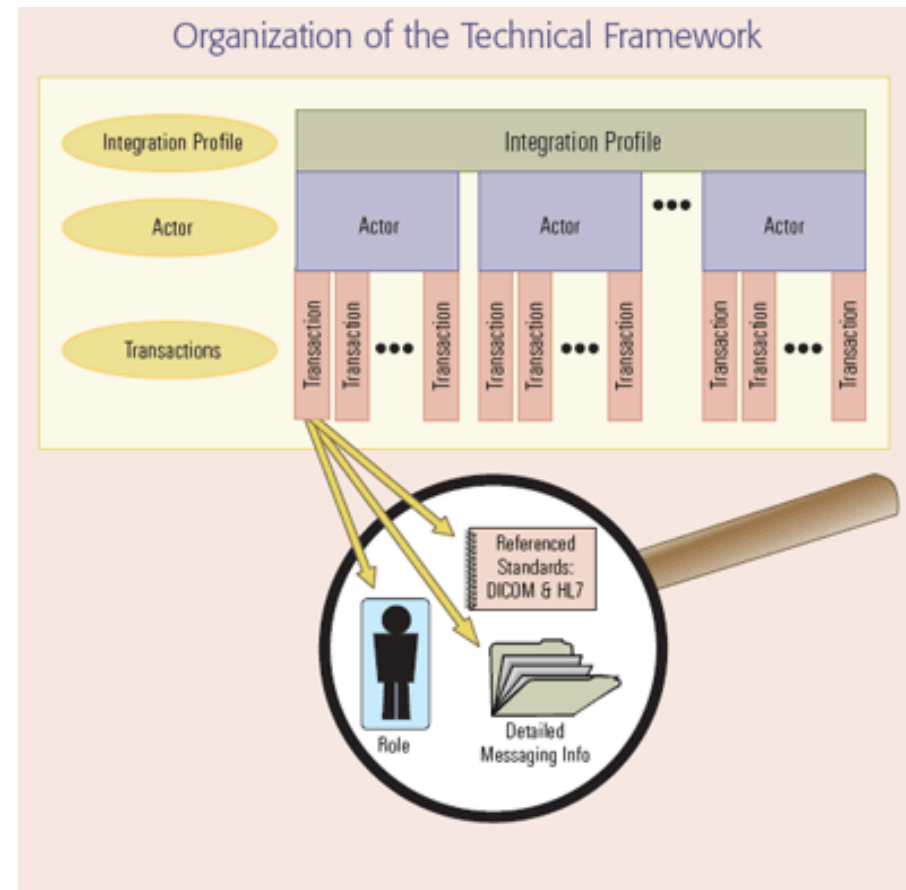
Remote consulting



telediagnoza

# IHE (Integrating the Healthcare Enterprise)

- Początki w 1998 roku, obecnie wiele podmiotów z Europy, Azji i Ameryki
- Liczni producenci współprojektantami!
- **Cel: pełna integracja medycznych środowisk informacyjnych**
- Wspólny język integracji systemów
- Na bazie DICOM i HL7
- Zdefiniowano profile integracyjne:
  - Sekwencji usług
  - Aktualizacji danych pacjenta
  - **Spójnej prezentacji obrazu**
  - Prezentacji zgrupowanych procedur
  - **Obrazów kluczowych**
  - **Dostępu do informacji radiologicznych**
  - Obrazów podstawowych i raportów numerycznych
  - **Przepływu procedur zaawansowanego przetwarzania (CAD-PACS)**
  - Rozliczania
  - Bezpieczeństwa
  - ...





### Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)

IHE is an initiative by healthcare professionals and industry to improve the way computer systems in healthcare share information. IHE promotes the coordinated use of established standards such as DICOM and HL7 to address specific clinical needs in support of optimal patient care. Systems developed in accordance with IHE communicate with one another better, are easier to implement, and enable care providers to use information more effectively.

IHE International Statement on  
Coronavirus

**IHE** | Making  
Healthcare  
Interoperable

## Member Organizations

IHE International is composed of more than 200 member organizations from around the world committed to improving the interoperability of healthcare information systems. An organization that becomes a member of IHE International may designate representatives to participate in Domain Committees and National/Regional Deployment Committees relevant to its interests. [Join IHE »](#)

-  Government and Non-profit
-  Health IT and Consulting Companies
-  Healthcare Provider Organizations
-  Standards Development Organizations

# IHE ważne w Polsce (e-zdrowie)

https://ezdrowie.gov.pl/portal/home/interoperacyjnosc/standardy-gromadzenia-danych?modSingleId=72362

Web of Science [v.5.17... CAP LaTeX – Multiline equa... Moje innowy Copernicus - FIO Logowanie Abonament RTV - Opł... AutoAs Converting your file Horizon 2020: Experts ... Experts - Research Par.

INFOLINIA TECHNICZNA: 19 239

STREFA PACJENTA

DLA APTEK

DLA PODMIOTÓW LECZNICZYCH

DLA DOSTAWCÓW

Badania i dane

Rejestry Medyczne

Systemy IT

Interoperacyjność

Wytyczne i rekomendacje CeZ

Jesteś w: [STRONA GŁÓWNA](#) / [INTEROPERACYJNOŚĆ](#) / [Standardy gromadzenia danych](#)

[Standardy gromadzenia danych](#) [IHE](#)

## Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)

Skutecznym sposobem na interoperacyjność systemu informatycznego jest zastosowanie przy jego budowie powszechnie znanych i uznawanych standardów. Jeszcze przed użyciem standardów wymiany i zapisu danych należy zwrócić uwagę na przepływ danych w systemie (w szczególności w systemach zbudowanych z więcej niż jednej aplikacji lub modułu). Organizacją, która prowadzi prace nad poprawą interoperacyjności systemów informatycznych w ochronie zdrowia jest IHE [www.ihe.net](http://www.ihe.net).

IHE w ramach swoich prac tworzy profile integracyjne, które opisują scenariusze wymiany danych tak ,aby były one kompatybilne i kompletne. IHE w swoich wytycznych wskazuje jako zasadne użycie standardu HL7 i DICOM. Komisja Europejska wskazała w decyzji 2015/1302 z dnia 28 lipca 2015 roku profile IHE jako rekomendowane do wykorzystania w zamówieniach publicznych w obszarze ochrony zdrowia. [Pełen tekst decyzji wraz z listą profili.](#)

# Wykorzystywane technologie

---

- Tradycyjne: telefon, fax, telewizja, radio
- Personalne: telefony komórkowe, PDA, ipody, przenośne odtwarzacze multimedialne, komputerowe urządzenia miniaturowe
- Asynchroniczne (off-line, bezinteraktywne): maile, listy dyskusyjne, fora, blogi, telewizja cyfrowa, TV i telefonia IP, bazy referencyjne
- Synchroniczne (on-line, interaktywne): chaty, telekonferencje, e-konferencje, webinaria, webcasting
- Kompleksowe:
  - portale, platformy wirtualne na sieciach gridowych
  - bazy wiedzy, zestawy edukacyjne





[Ministerstwo Zdrowia RP](#)  
[Medycyna Praktyczna](#)

Kliknij na odpowiednim logo poniżej aby przejść do strony systemu:

## Inne serwisy telemedyczne

- [ZDROWIE WWW](#) Nowoczesny Wortal o zdrowiu
- [Serwis "zdrowo.pl"](#)
- [Baby Zone](#) serwis dotyczący ciąży (ang.)
- [Virtual Naval Hospital](#) (ang.)
- [Human Genome Project Information](#) (ang.)

## Słuch

- [Międzynarodowe Centrum Słuchu i Mowy](#)
- [Zdrowie - otolaryngologia](#)
- [Słuch i hałas](#)
- [Tinnitus & Hyperacusis Center](#) (ang.)
- [Program badań przesiewowych dla uczniów klas VI szkół podstawowych na terenie m.st. Warszawy](#)



## Słyszę...

Multimedialny system badania słuchu



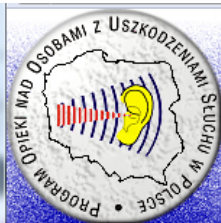
## Mówię

Powszechny System Badań i Rehabilitacji Mowy



## Tinnitus

Serwis diagnostyczny-informacyjny dla osób cierpiących



## Program Opieki nad Osobami z Uszkodzeniami Słuchu w Polsce\*

Koordinator Programu: Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu

Witamy w multimedialnym systemie badania słuchu "SŁYSZĘ..."

System przeznaczony jest do prowadzenia badań przesiewowych słuchu, przede wszystkim u dzieci i młodzieży. Badanie oparte jest na automatycznej analizie ankiety, audiometrycznej próbie tonowej oraz testowaniu zrozumiałości mowy w szumie.

Przed rozpoczęciem badania proszę zapoznać się z informacjami zawartymi w sekcji wprowadzenie.

Proszę pamiętać o dokładnym przygotowaniu stanowiska przed rozpoczęciem badania.



## Wzrok

- [Oko człowieka](#)
- [Zdrowie - oczy](#)
- [Okulistyka - Kwartalnik Medyczny](#)
- [Clear Vision](#) (ang.)

## Mowa

- [Centrum Logopedyczne w Polsce](#)
- [Glottispol](#)

## Systemy multimedialne

- [Katedra Systemów Multimedialnych](#)

## Projekty europejskie

- [PERFORM - zdalne monitorowanie s](#)

**STRONA GŁÓWNA**

**BADANIE**

**INSTALACJA**

**WPROWADZENIE**

**PRZYGOTOWANIE**

**ANKIETA DLA RODZICÓW**

**PRZEŚLIJ DANE**

**INFORMACJE**

**SERWIS LEKARSKI**

**POMOC**

**KONTAKT**



strona główna

o nas

aktualności

współpraca

kontakt

# Centrum TeleOpieki



## Przycisk na wagę życia



OPIEKA  
bez barier

TELEOPIEKA - CENNIK REFERENCJE KUP OPASKĘ KONTAKT



### Innowacyjna technologia w służbie seniorom

Stały monitoring zdrowia i funkcje dopasowane do potrzeb seniora!

## Aktualność

2012-01-31 00:00:0  
**Konferencja w**

konferencje "Opiek

Dowiedz się więcej

TeleOpieka  
Teoria



**Bądź w kontakcie ze swoim lekarzem  
w domu, w biurze, w podróży.**

*Gdziekolwiek jesteś.*

POZNAJ QZDROWIU

[Sprawdź nasz regulamin](#)

 **AKTUALNOŚCI I WYDARZENIA**

### Weekend Qzdrowiu w Silesia City Center

09 maja 2012 09:30:14

Zapraszamy na kolejny "Weekend Qzdrowiu", tym razem w katowickim CH Silesia City Center (Pl. Śląski, wejście główne, obok salonu Empik), który odbędzie się w dniach 18-20 maja 2012 r.

[CZYTAJ DALEJ](#)



### Borelioza, czyli bardzo groźne kleszcze - objawy i leczenie

07 maja 2012 11:00:29

Rozmowa z dr Aleksandrą Lipką-Trawińską, dermatologiem Qzdrowiu.pl, w portalu PuellaNova.

[CZYTAJ DALEJ](#)



### Silesia Marathon

04 maja 2012 18:35:02

4 koszulki oznaczone logo JCommerce, MinHolder i Qzdrowiu.pl pobiegły 3 maja w

 **INFORMACJE DODATKOWE**

[UMÓW SIĘ NA WIZYTĘ W PRZYCHODNI](#)



[BEZPŁATNE KONSULTACJE ONKOLOGICZNE](#)



[KWIAAT  
KOBIECOŚCI](#)

E-  
przychodnia

## WIDEOKONSULTACJE

województwo:  miasto:  specjalizacja:  dostępny: 

SZUKAJ

dr n. med. **Miroslaw Kielak**spec.: **Interna***Konsultacje w zakresie wszystkich chorób wewnętrznych, w szczególności: nadciśnienie, choroby serca, tarczycy, choroby reumatyczne, cukrzyca...***Zajęty**

Dostępny 16 maja

[przejdź do harmonogramu](#)lekarz **Beata Gruszecka-Czopek**spec.: **Interna***Choroby krwi (nieprawidłowe wyniki badań krwi), choroby serca, infekcje, gorączka, choroby dróg moczowych, choroby stawów i inne...***niedostępny**

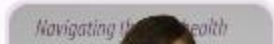
Dostępny za 04h:21m

[przejdź do harmonogramu](#)**Marta Ziobińska**spec.: **Psycholog***Zakres konsultacji: - trudności w relacjach z innymi - problemy z tożsamością seksualną - przemęczenie, stres, wypalenie zawodowe - doświadczanie lę***niedostępny**

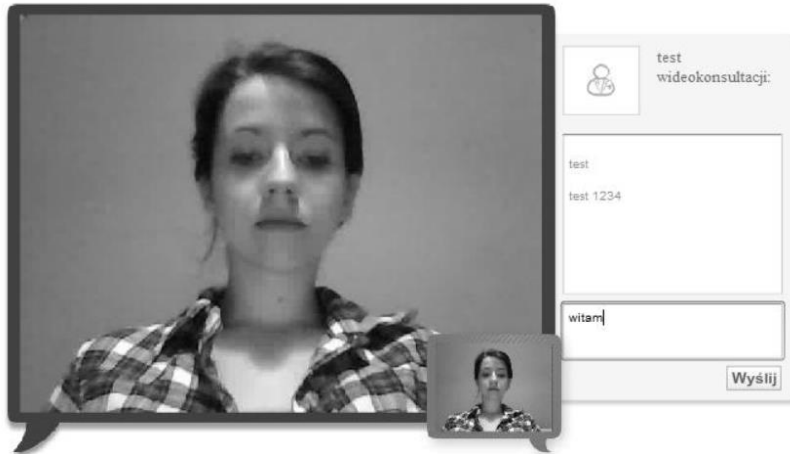
Dostępny za 06h:21m

[przejdź do harmonogramu](#)mgr **Ewa Lewandowska**spec.: **Dietetyk***Żywność profilaktyczna dorosłych i dzieci, żywienie osób z nadwagą, otyłością, niedoborem masy ciała, żywienie w chorobach dieto-zależnych.....***niedostępny**

Dostępny za 06h:21m

[przejdź do harmonogramu](#)**Katarzyna Kaszyca**SPEC.: **Dietetyk**lekarz **Małgorzata Moszczyńska**SPEC.: **Neurologia**

# Qzdrowiu



Test ukończono pomyślnie - wynik bardzo dobry

- ✓ Wersja wtyczki 11.2.202.235
- ✓ Kamera Wykryto kamerę internetową
- ✓ Mikrofon Wykryto mikrofon
- ✓ Serwer Serwer wideokonsultacji dostępny
- ✓ Prędkość pobierania 1063 kb/s - wynik bardzo dobry
- ✓ Prędkość wysyłania 932 kb/s - wynik bardzo dobry
- ✓ Opóźnienie 52 ms - wynik bardzo dobry

TESTUJ ŁĄCZĘ

Historia chorób

nazwa choroby	przebieg od	Opis
Wady rozwojowe wrodzone	2011-10-19	wady rozwojowe
Urazy i zatrucia	2011-10-14	choroba wynikająca ze spożycia pokarmu lub przyjęcia płynów zawierających substancje szkodliwe, a w szczególności toksyny bakteryjne, drobnoustroje lub oba narazi przebiegająca z objawami ostrego nieżyłu żołądkowo-jelitowego. Wg WHO zatrucia pokarmowe obejmują również zakażenia pokarmowe.
	2011-10-14	Ospa prawdziwa, wirusowa choroba zakaźna o ostrym przebiegu wywołwana przez jedną z dwóch odmian wirusa

STAN ZDROWIA → ZALECENIA HISTORYCZNE → AKTUALNE LEKI → HISTORIA CHOROÓB ✕ PLIKI →

Na podstawie  
sprawozdania B.  
Litwińskiej

# TELEMEDYCYNĄ

stan obecny

Wstęp do telemedycyny

Historia telemedycyny

Kierunki rozwoju telemedycyny

Przyszłość telemedycyny

Towarzystwa należące do ISTeH

Ludzie związani z telemedycyną

Słowniczek pojęć

Filmy wideo

Literatura telemedyczna

Informacje o autorze

stat4u

## ► Wstęp do telemedycyny



rozwój telemedycyny umożliwi geograficznych, postawienie szybki podróż informacji – zamiast i przeznaczona jest głównie dla pac fizycznie przybyć na tradycyjną w zdrowia. Biorąc pod uwagę to, że których dostęp do opieki zdrowo najbliższym czasie jednym z naji rewelacyjnym rozwiązaniem dla chc

Telemedycyna jest dziedziną bardz Nieustanny rozwój technologiczny i w zastosowaniach medycznych. I telemedycyny będzie jedynie in umożliwia między innymi przepr wideokonferencje pomiędzy lekarz na odległość obrazów statycznych i EKG, USG, MRI, tomografii komputer się metod przesyłania informacji w technologii, wykorzystującej szybki i kompresji sygnałów, możliwe jes także interaktywną transmisję au rzeczywistym.

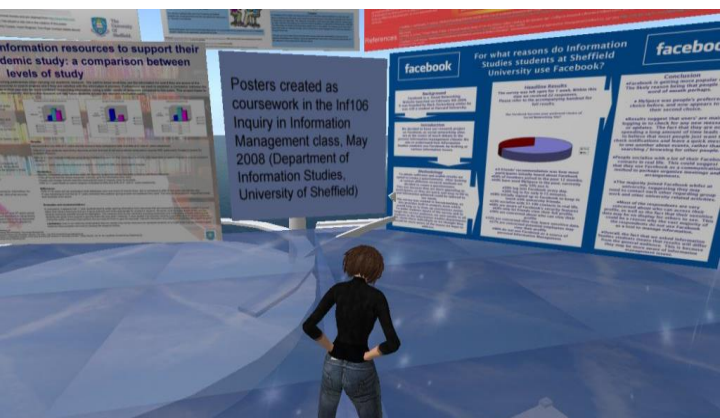
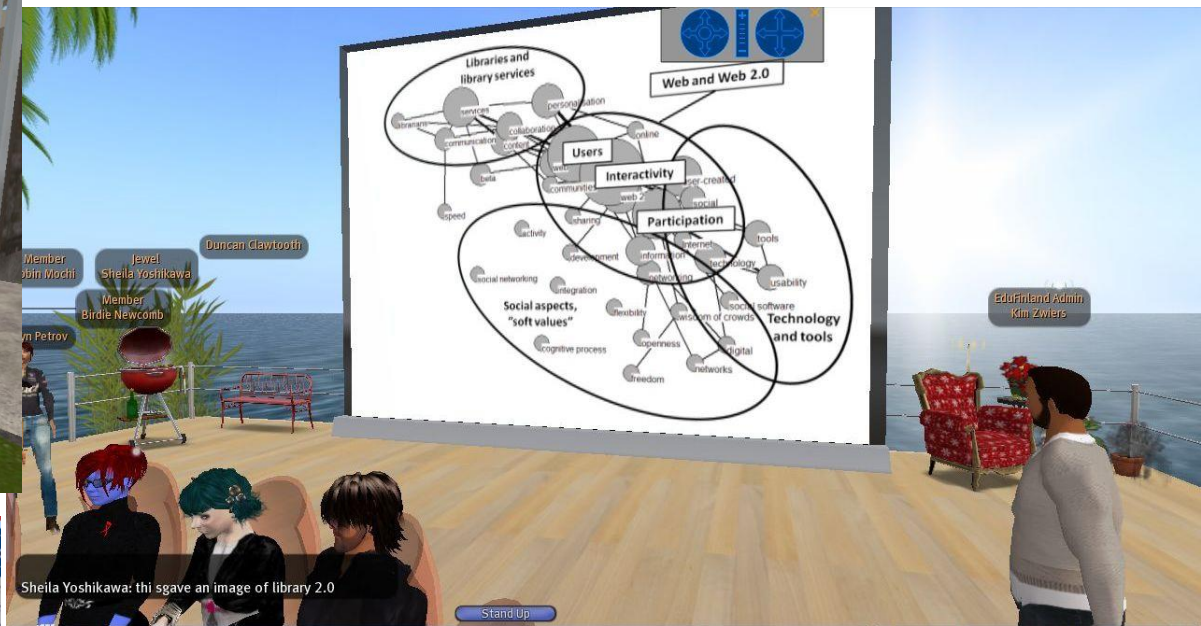
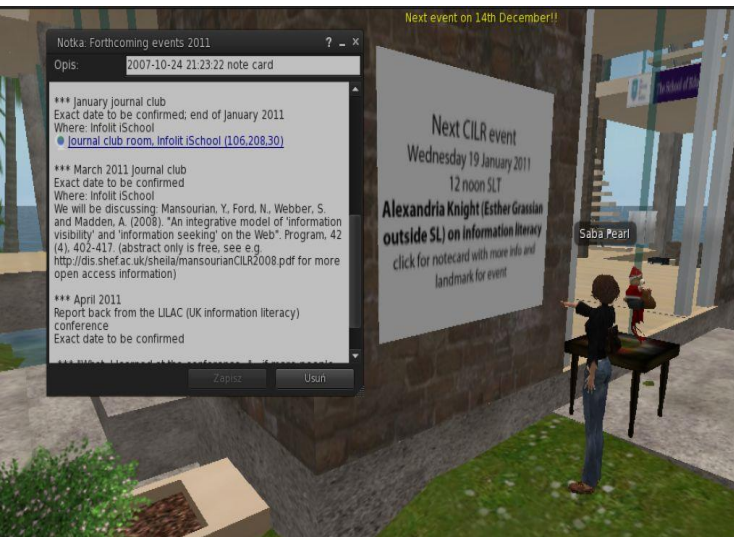
Telemedycyna w najprostszym znaczeniu to medycyna na odległość. Świadczenie usług medycznych na odległość polega na rozdzieleniu miejsca w którym przebywa pacjent i w którym przebywa świadcząca te usługi osoba, np. lekarz, rehabilitant

- ułatwienie dostępu do specjalistycznej opieki medycznej (małe miejscowości)
- asystowanie specjalistów przy trudnych zabiegach i koniecznych operacjach
- polepszenie opieki zdrowotnej na obszarach trudnodostępnych
- szybka diagnoza i pomoc medyczna w ratownictwie, katastrofach
- monitorowanie zdrowia pacjentów i wyników leczenia
- redukcja hospitalizacji, liczby wizyt
- redukcja kosztów opieki zdrowotnej
- edukacja lekarzy
- przełamywanie barier psychologicznych (niechęć do lekarzy, odpowiedzialność, współpraca, wyższy poziom etyczny)

# Medycyna wirtualna?

*Należy tchnąć ducha (???) w maszynę. **Źle mówię: należy sporządzić nowy świat, nadrzędny, pojęciowy, więc zbudowany z informacji i dać go człowiekowi. Nie tracąc ziemi spod nóg, człowiek zamieszka w tym świecie.***

(Stanisław Lem, *Godzina przyjęć profesora Tarantogi*)



SecondLife – wirtualny świat, udostępniony publicznie w 2003 roku przez firmę Linden Lab, bazujący na rozbudowanej sieci gridowej

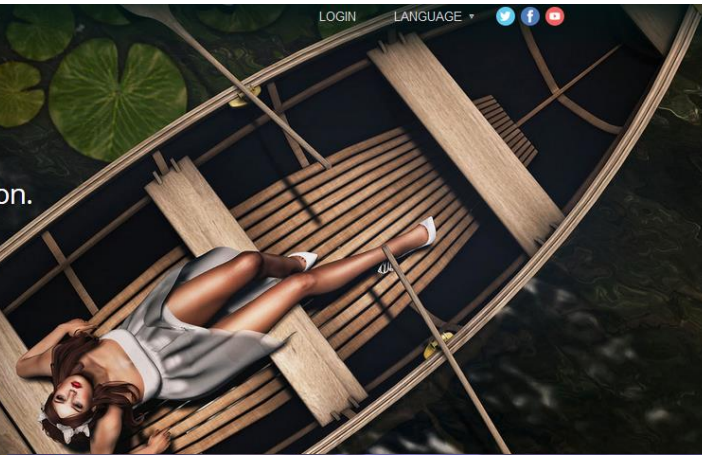
# Second Life zaprasza ....



Your World. Your Imagination.

Play for Free

The largest-ever 3D virtual world created entirely by its users.



[DOWNLOAD](#) [MARKETPLACE](#) [LANGUAGE](#) [LOGIN](#) [SIGN UP](#)

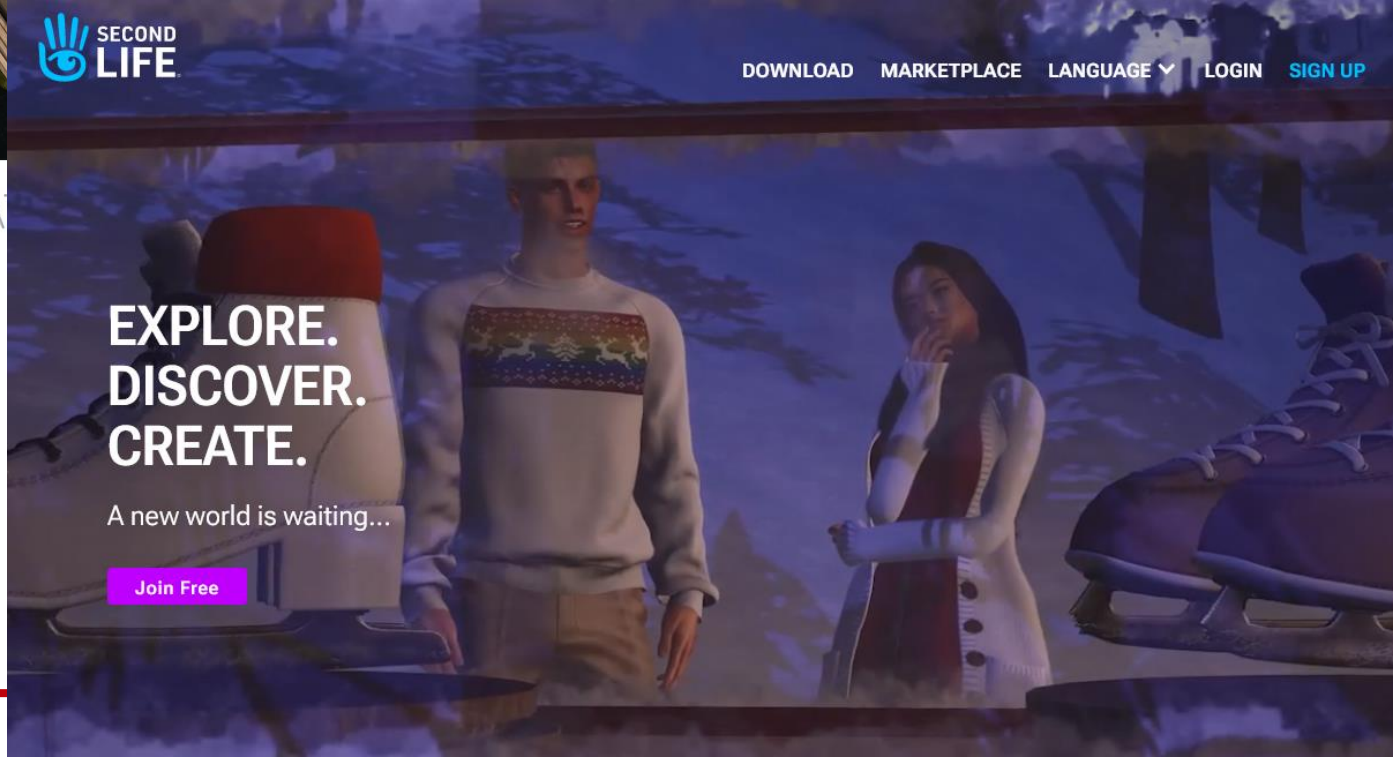
WHAT



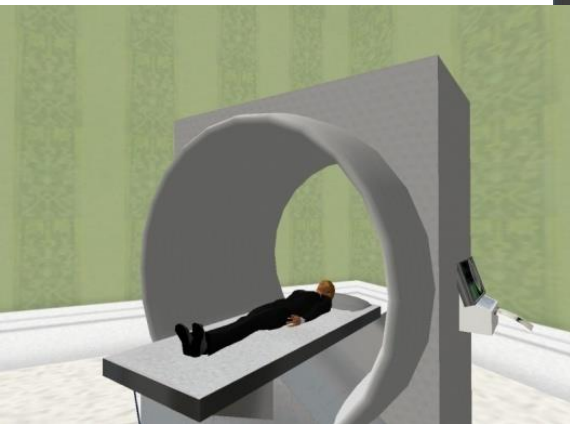
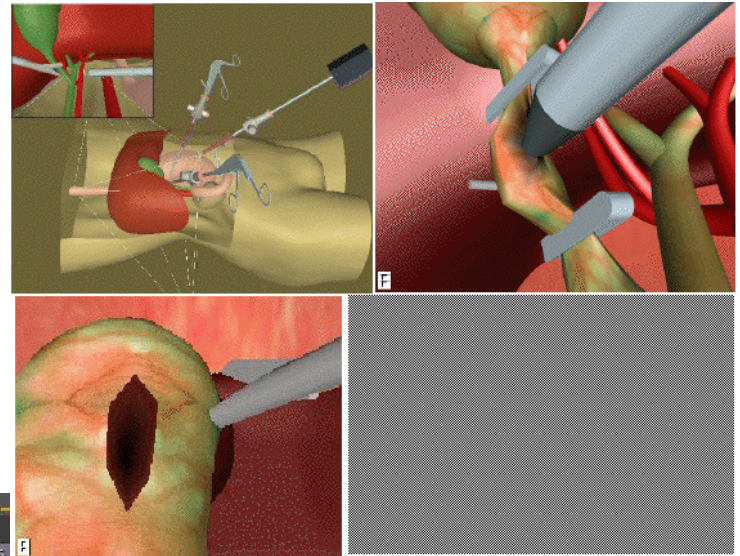
EXPLORE.  
DISCOVER.  
CREATE.

A new world is waiting...

Join Free



# Edukacja, zarządzanie, infrastruktura, a może i leczenie ...



Profile

2nd Life Web Interests Picks Classified 1st Life My Notes

Name: **Jude Lundquist**

Photo: 

Born: **2/4/2007**

Account: Resident  
Payment Info Used

Partner: 

Ratings: Behavior +0  
Appearance +0  
Building +0  
Given +0

Groups: Member of MEDICINE  
Member of Medics  
Member of Star Wars Greeters

About: I am a Physician in RL, qualified from the UK. I offer free and confidential advice on health issues. Please see my 1st life for my field of expertise.

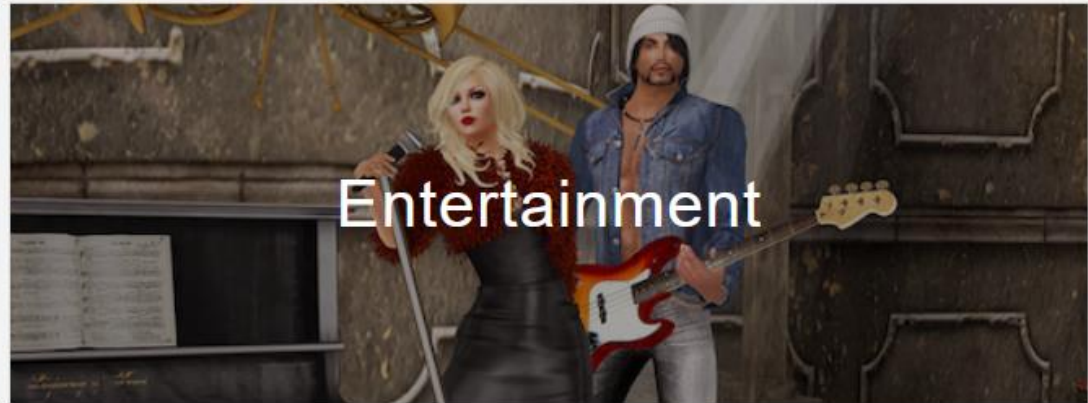
Give item: Drop inventory item here.

Show on Map Offer Teleport... Rate...





# Explore Second Life



REAL LIFE

# Can Second Life help teach doctors to treat patients?

March 30, 2009 | By Jeremy Bradley CNN

Share Mixx Twitter Email

Recommend 161 people recommend this. Be the first of your friends.

At Imperial College London, medical students navigate a full-service hospital where they see patients, order X-rays, consult with colleagues and make diagnoses.

It's an interactive, hands-on learning experience -- and none of it is real.

These prospective doctors are treating virtual patients in Second Life, the Internet world where users interact through online alter egos called avatars. The third-year med students are taking part in a pilot program for game-based learning, which educators believe can be a stimulating change from lectures and textbooks.



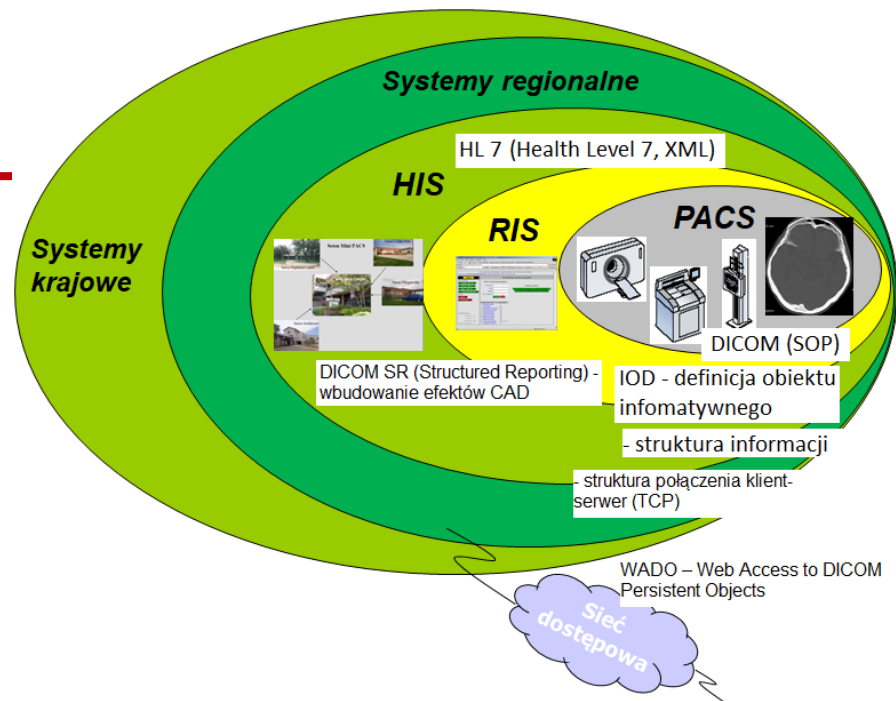
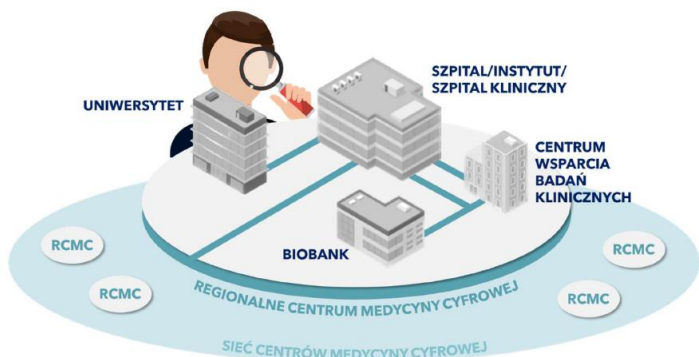
At Imperial College London, virtual game-based education could supplement face-to-face training.

"The aim is to develop a more engaging learning environment, rather than just replicate what you have in real life," said Maria Toro-Troconis, a senior learning technologist at Imperial College London. "Game-based learning plays a very important role."

"We have to recognize our students come equipped with incredible computer skills," Higham said. "It's a new way of learning for them."

"You'd like to say this makes learning fun and easy," says Jenny Higham, Imperial College London's head of undergraduate medicine, "[but] at the end of the day, there's still a basic requirement to learn the facts."

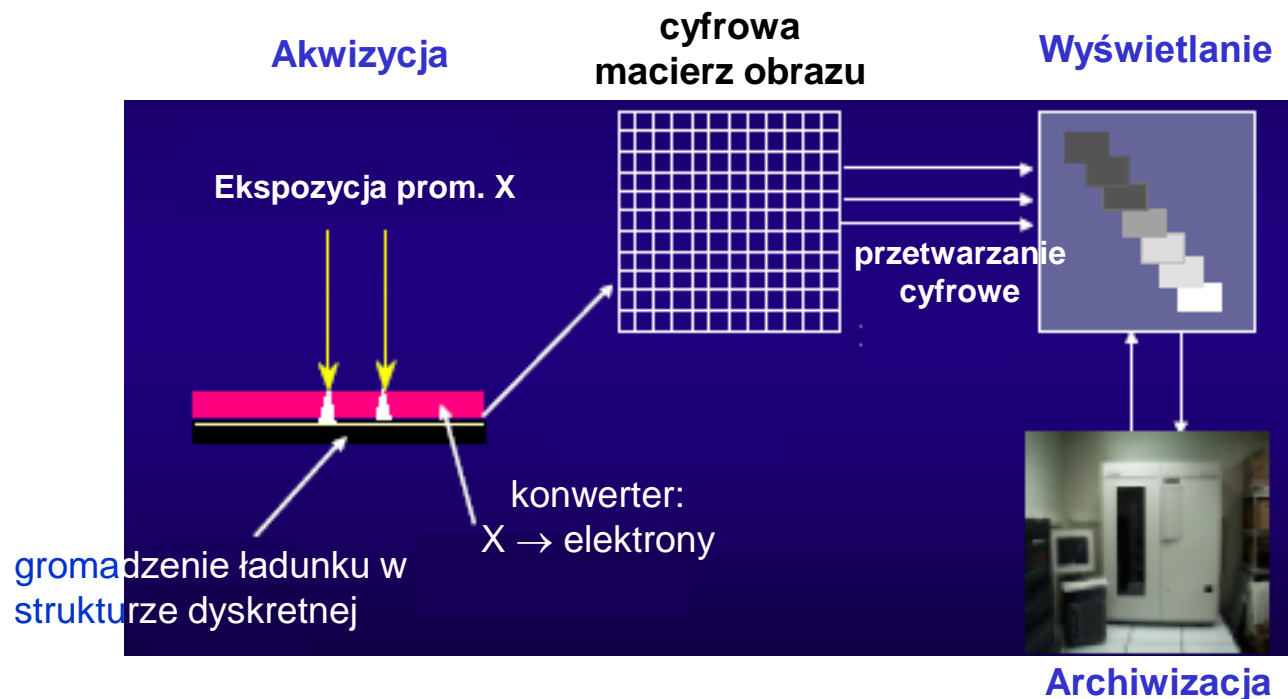
Doskonalsze formy nauki teoretycznej – aż po praktyczne schematy



Wprowadzenie do pierwszego paradygmatu CAD: udoskonalone systemy obrazowania medycznego

# WSPOMAGANIE POMIARU - RADIOGRAFIA CYFROWA

# RADIOGRAFIA CYFROWA – koncepcja akwizycji



## Zalety:

- szybkie badanie, mniejsze dawki
- elastyczność akwizycji i wyświetlania
- cyfrowe gromadzenie i przeglądanie
- dystrybucja wielu dokładnych kopii
- ilościowa ocena danych\konsultacje

## Źródła cyfrowe:

- skanery, aparaty cyfrowe
- systemy Computed Radiography (CR)
- scyntylatory plus CCD
- detektory cyfrowe (z konwersją pośrednią i bezpośrednią)

# WYMAGANIA stawiane detektorom cyfrowym (zastępującym klisze)

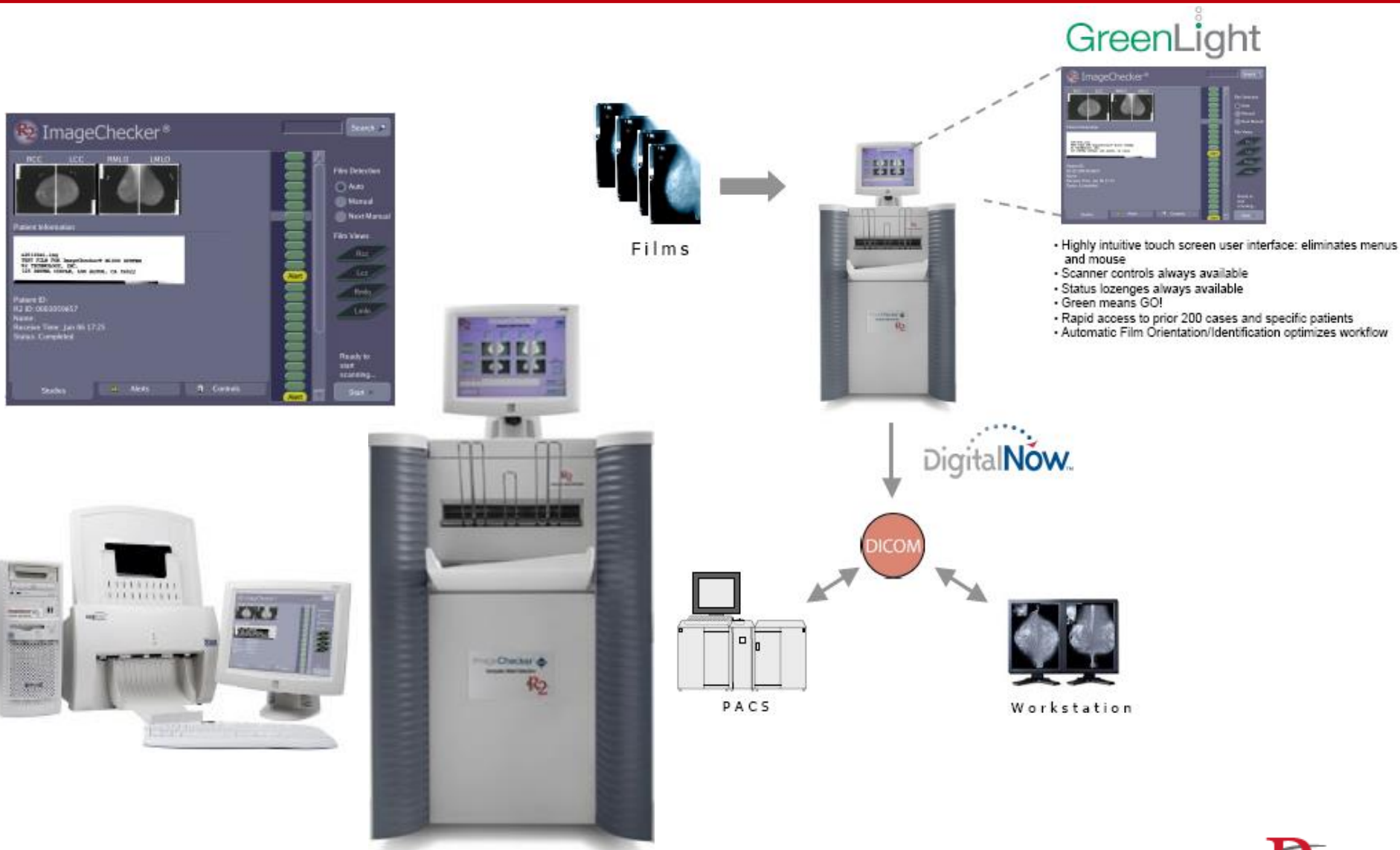
mikrozwapnienie 200-240  $\mu\text{m}$

parametr	radiografia ogólna	mammografia
rozmiar obrazu	40x40cm	18x24cm
rozmiar piksela	~150 $\mu\text{m}$	<b>50-100 <math>\mu\text{m}</math></b>
typowa liczba fotonów/piksel	~1000	~5000
dawka	2.5 $\mu\text{Gy}$	100 $\mu\text{Gy}$
zakres energii	30-120keV	~20keV
dynamika	12bitów	12bitów
czas ekspozycji/odczytu	0.5/1s	1/5s

zamiar: 25  $\mu\text{m}$

analogowo rozdzielczość: 15-20 pl/mm, ale gorszy kontrast

# CAD do mammografii ze skanerem (ImageChecker)



# Skanery

## DIAGNOSTICPRO<sup>TM</sup> Advantage



Nominal Resolution	Pixels (14"x17" film)	Spot Size (um)	DPI	Line pairs Per mm	Digitizing Speed
2K x 2.5K*	2002 x 2431	170	150	3	12 Seconds
4K x 5K	3990 x 4845	85	300	6	24 Seconds
<b>Mammography film: 18 cm x 24 cm</b>					
4K x 5K	4104 x 5472	44	570	11	20 Seconds

\*ACR Standard for Teleradiology Guidelines [Revision 35 (1998)] recommends 2.5 line pairs/mm minimum

<b>Clinical Optical Density Range</b>	.05 to 4.0
<b>Bit Depth</b>	32-bit mapped to 12-bit (4096) and 8-bit (256) grayscale output
<b>MTBF</b>	≥50,000 hours
<b>Film Sizes</b>	Width: 8" to 14" (20 cm to 35.6 cm) Length: 8" to 51" (20 cm to 129.5 cm in single film mode only) Thickness: 0.006" to 0.008"
<b>Auto Film Feeder</b>	Standard 25-film capacity (mixed sized – no presorting necessary) "Light Box" loading: head-up, normal reading, left justified Film sizes up to 14" x 17" (35.6 cm x 43.2 cm)
<b>Translation Tables</b>	Linear OD
<b>Geometric Accuracy</b>	Better than 1% or 2 pixels, whichever is greater, in both axes
<b>Scan Rate</b>	200 lines/second



# Cyfrowe aparaty fotograficzne

Canon PowerShot600

CCD 832 x 608 pikseli

24-bitowa rozdzielczość koloru

Plik 150 kB file size



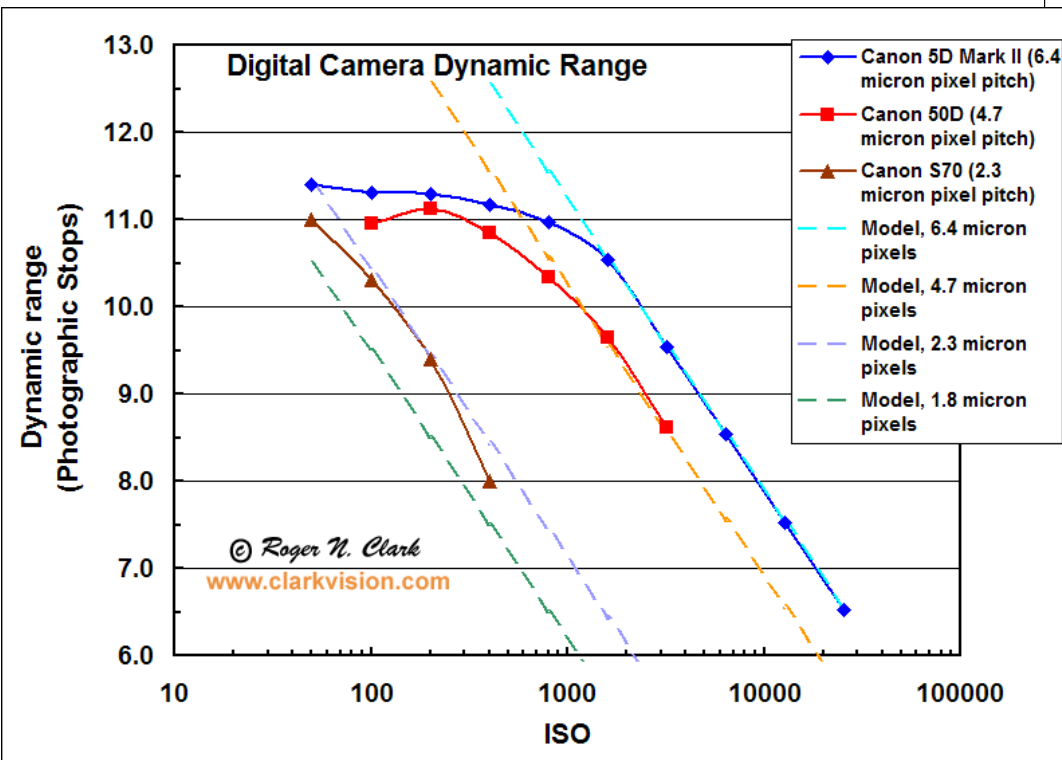
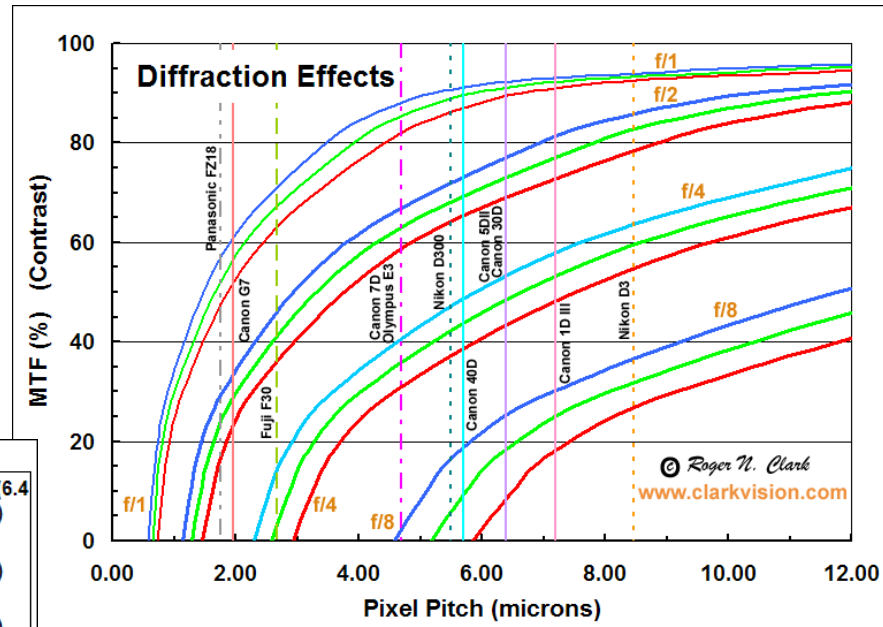
Dwa zdjęcia radiogramu: globalne i ROI

Wykorzystanie: edukacja, prezentacje, telekonsultacje, obrazowanie kości, archiwum podręczne ...



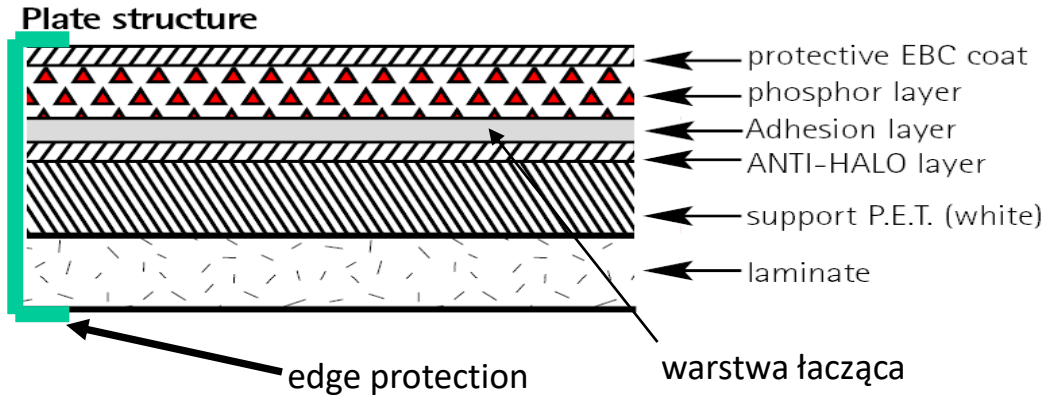
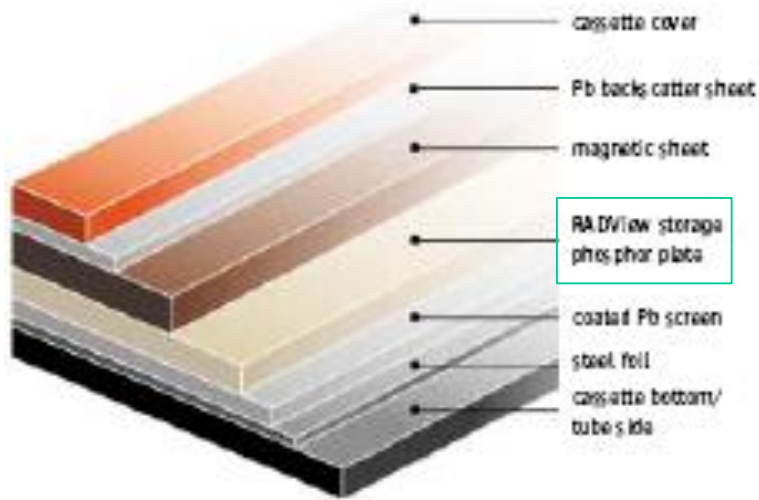


# Personalny asystent cyfrowy, walka o parametry

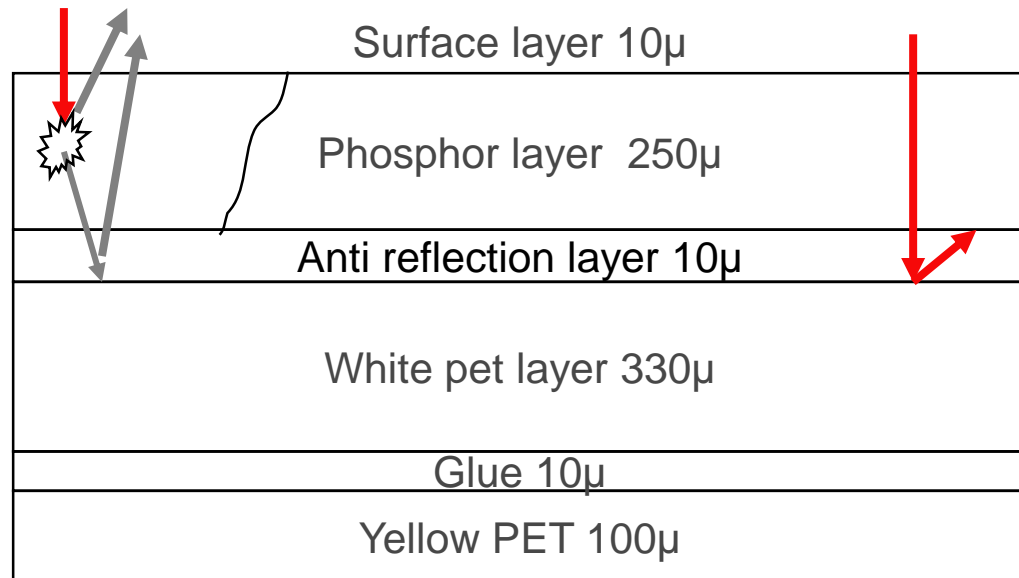


<https://clarkvision.com/articles/does.pixel.size.matter/>

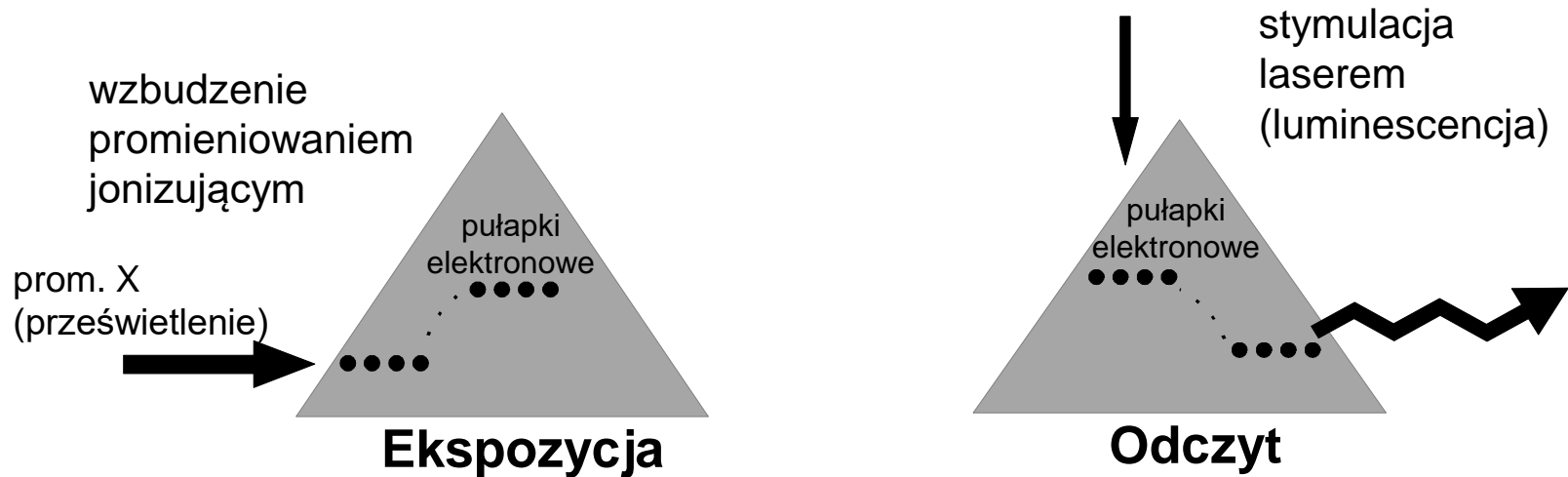
# Computed Radiography (CR), czyli wykorzystanie płyt obrazowych zamiast kliszy (pół cyfrowe)



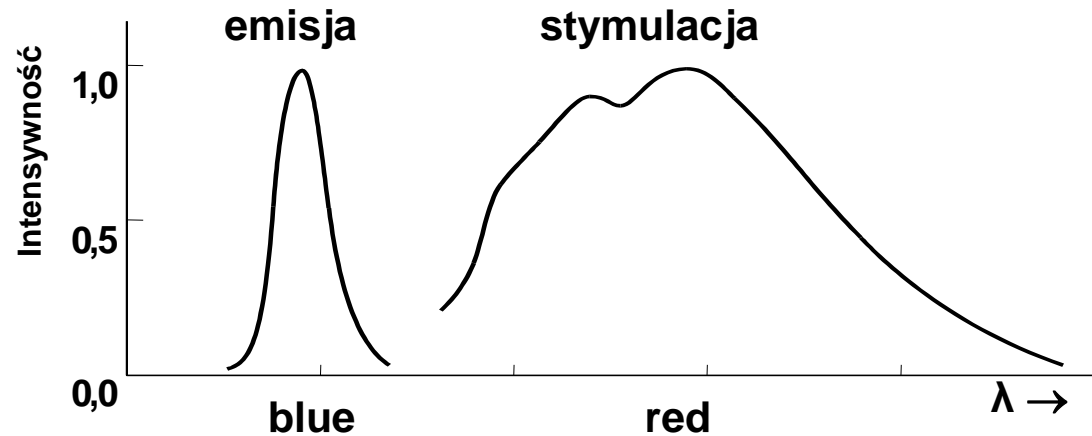
struktura płyty (PSP - photostimulable storage phosphor)



# Ekspozycja i odczyt płyt fosforowych

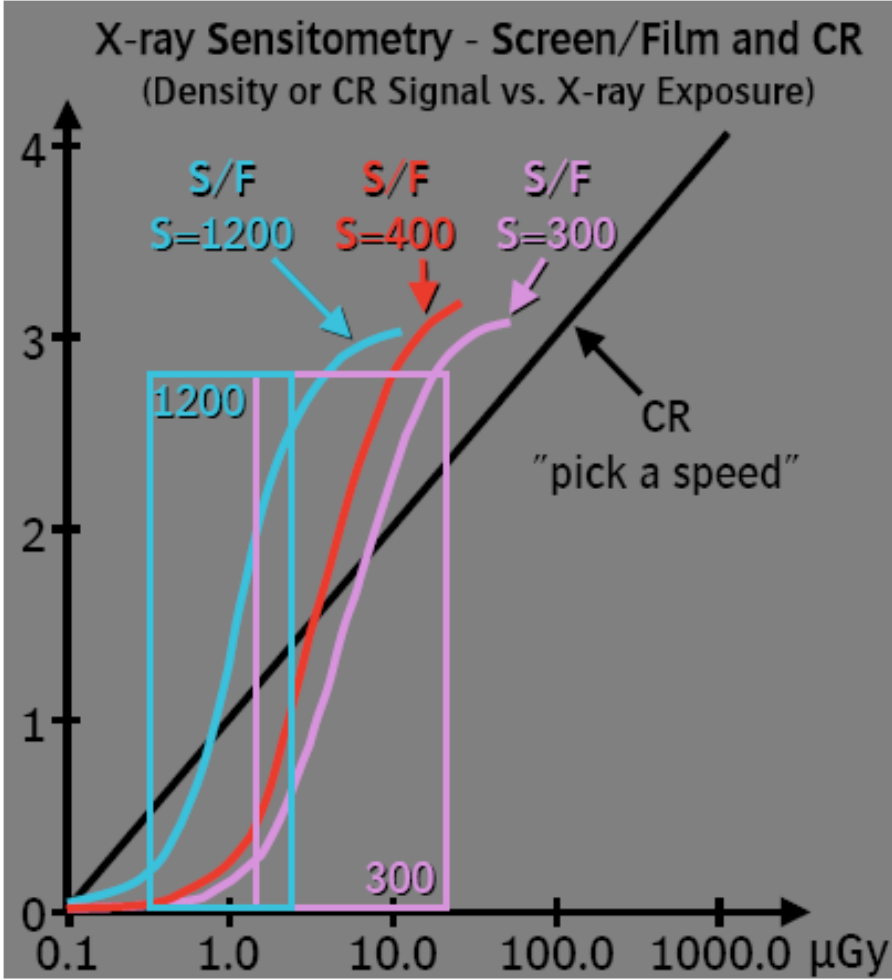
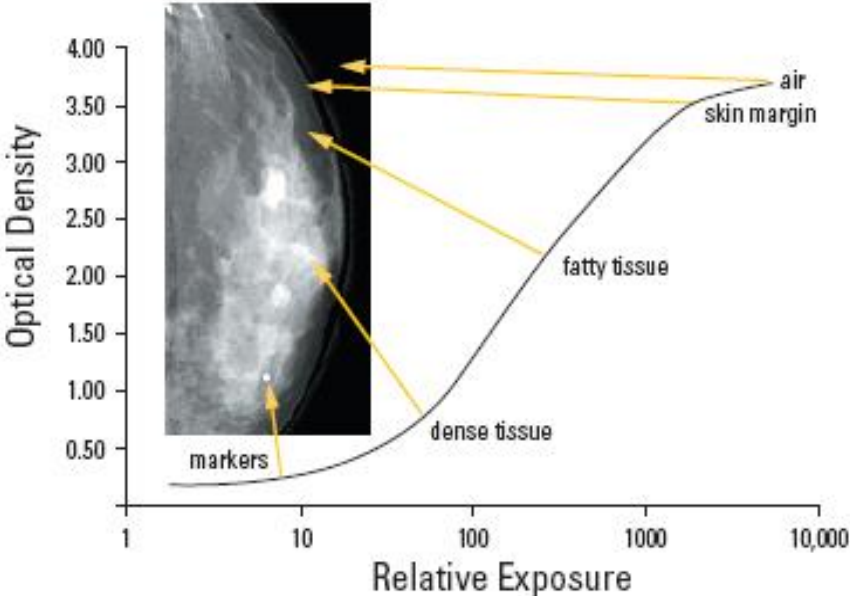


**Rentgenoluminescencja** (X wzbudza prom.) o cechach **fosforescencji** (oddzielenie w czasie wzbudzenia i świecenia)



Fosfor (3 rodzaje): BaFl:Eu<sup>2+</sup>, BaFCl:Eu<sup>2+</sup>, BaFIBr:Eu<sup>2+</sup>

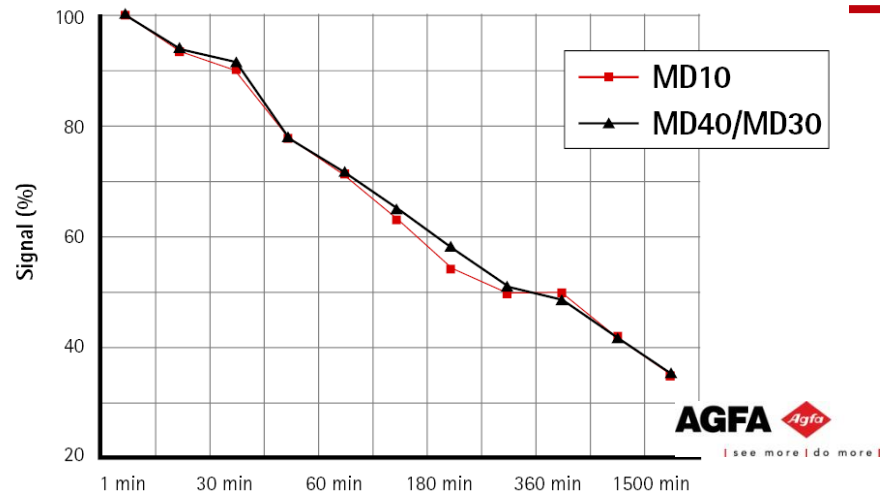
# Nieliniowa charakterystyka S/F



# Elementy systemu CR



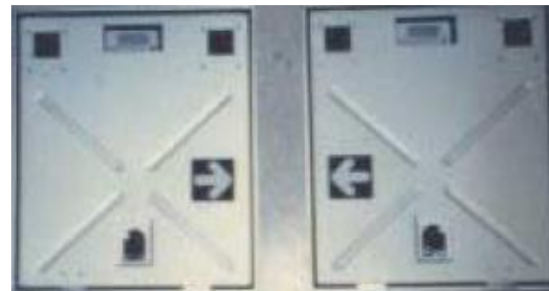
stacja technika



czytniki wielokasetowe



czytnik laserowy (87  $\mu\text{m}$ ,  
12 bitów, 55x69 cm)

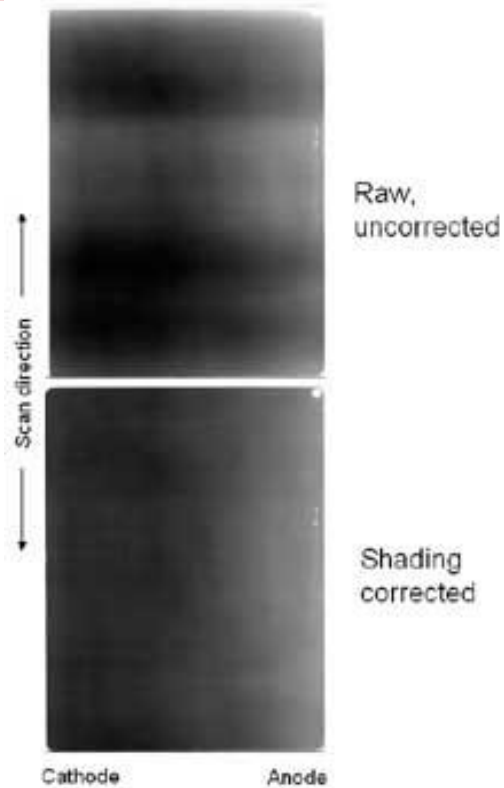


czytnik przenośny (50  $\mu\text{m}$ )

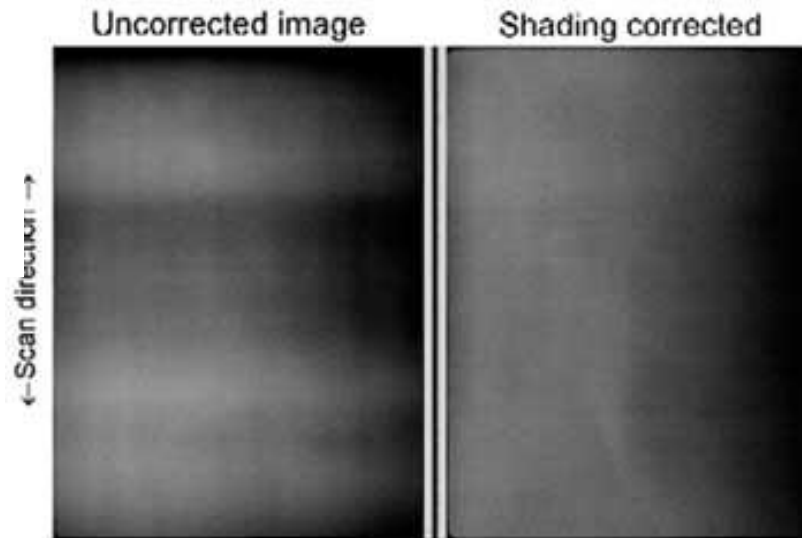


czytnik  
(85  $\mu\text{m}$ )

# Korekcja tła w CR

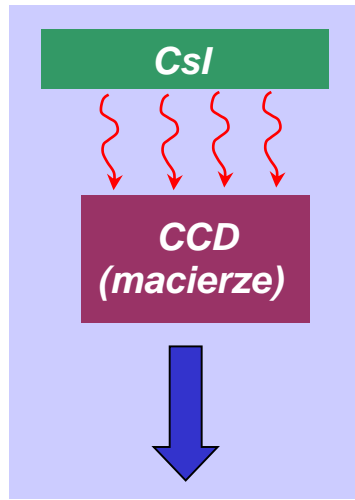


Problemy z  
czyszczeniem kaset



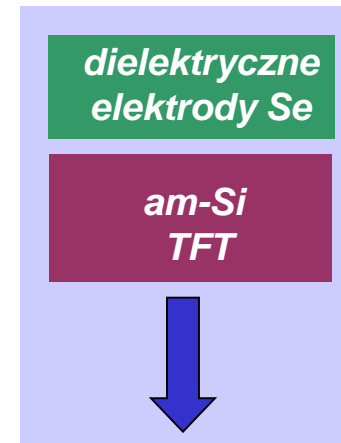
Zróżnicowanie cieni (tła) w odczytach CR

# DETEKTORY CYFROWE – scyntylator-CCD/TFT lub kondensator Se-TFT

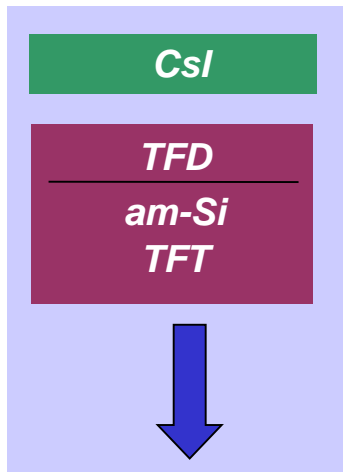


**CsI - CCD**

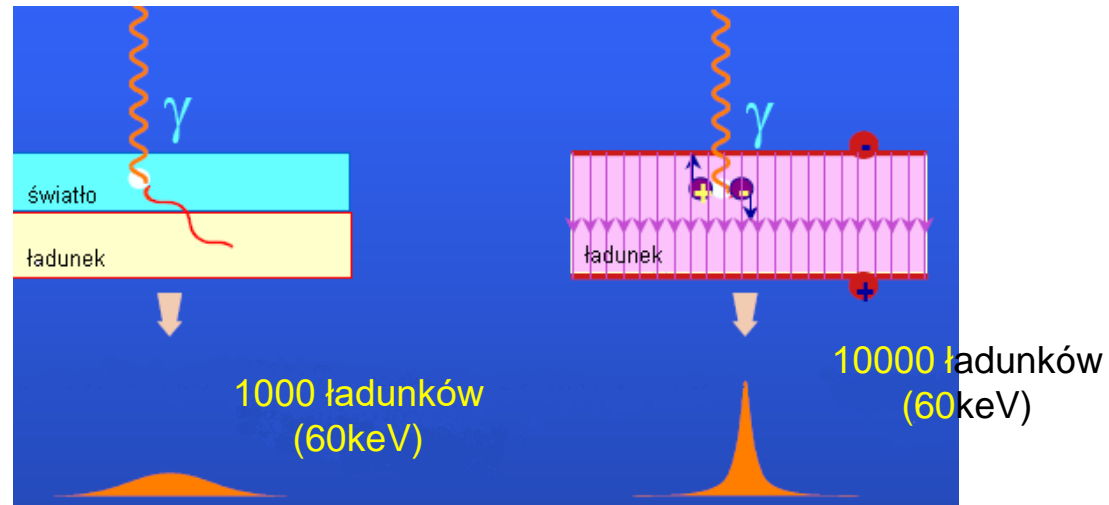
Jodek cezu  
aktywowany  
talem



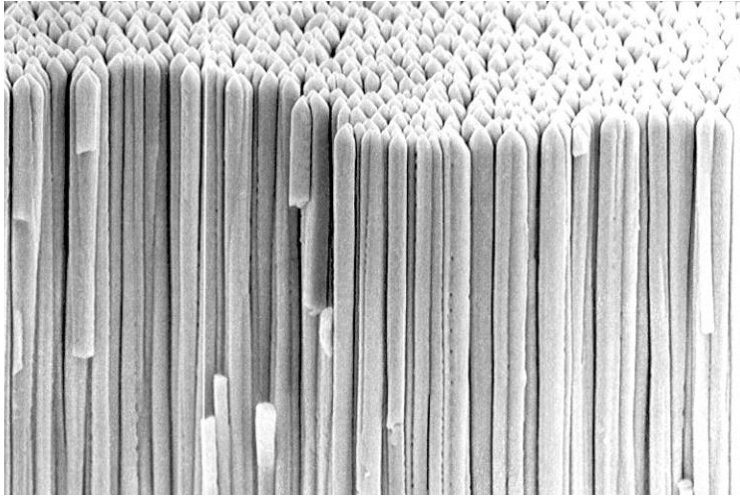
**bezpośredni:  
amorficzny Si - TFT**



**pośredni: CsI – TFT (TFD)**



# detektor CsI-CCD

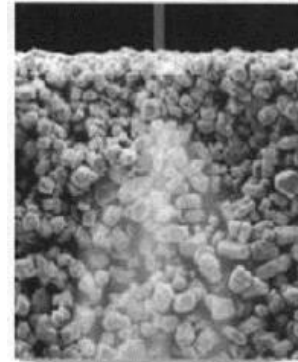


*igłowa struktura CsI (grubość 500-600 $\mu$ m, duża powierzchnia 43x43cm, absorpcja fotonów X na poziomie 80% przy 60keV)*

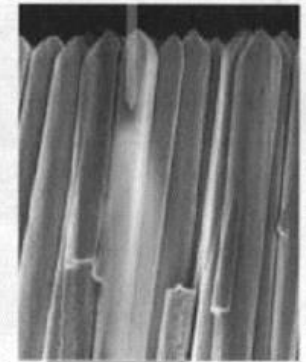
*problem: rozdzielczość 2pl/mm (piksel 200 $\mu$ m) przy 40% spadku MTF*

*- zamiast pożądaných 20pl/mm*

Phosphor

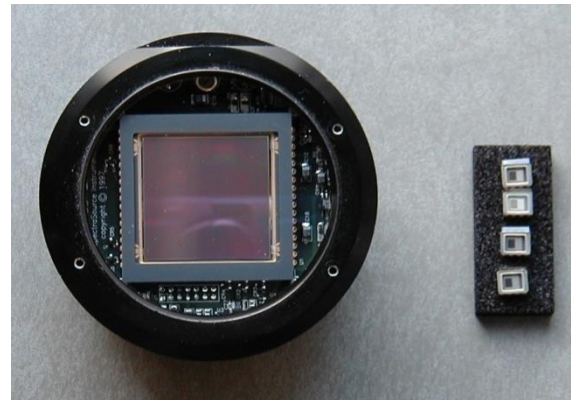


Cesium Iodide



VARIAN  
medical systems

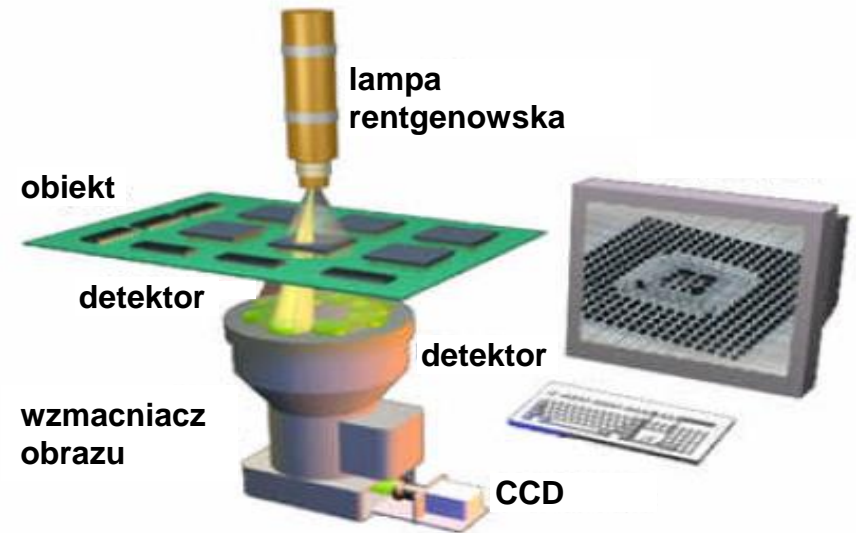
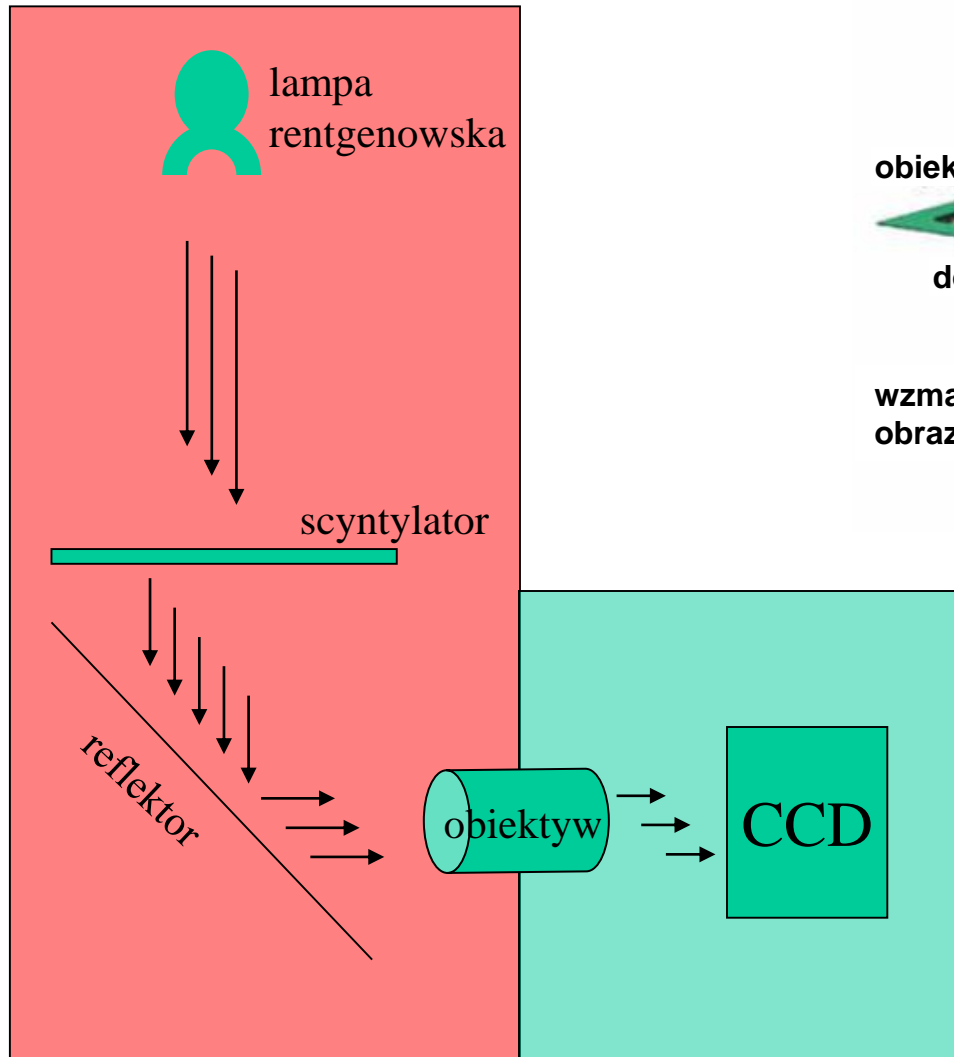
## Charged Coupled Device (CCD)



17 milionów pikseli 9  $\mu$ m



# DETEKTOR Z CCD

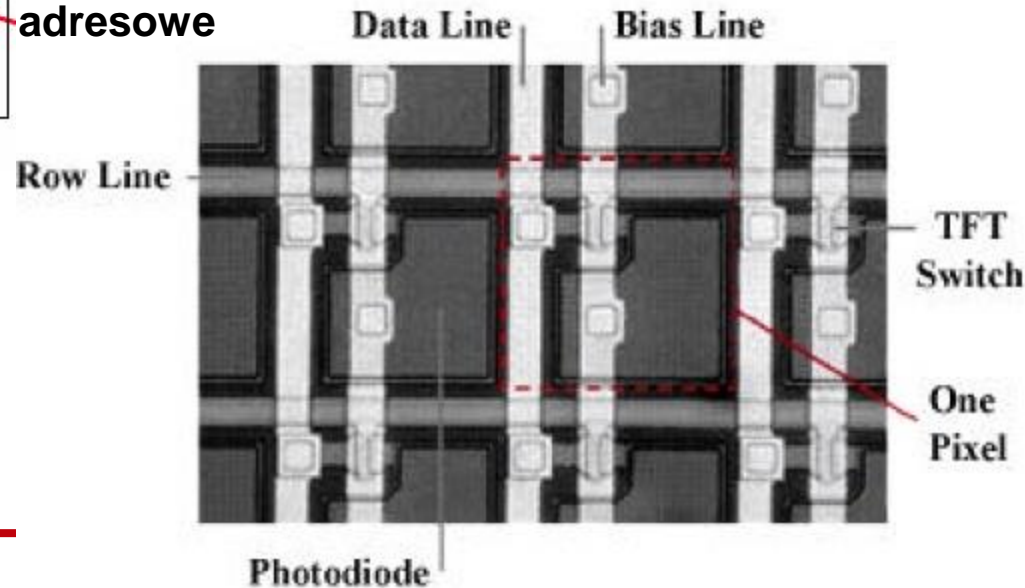
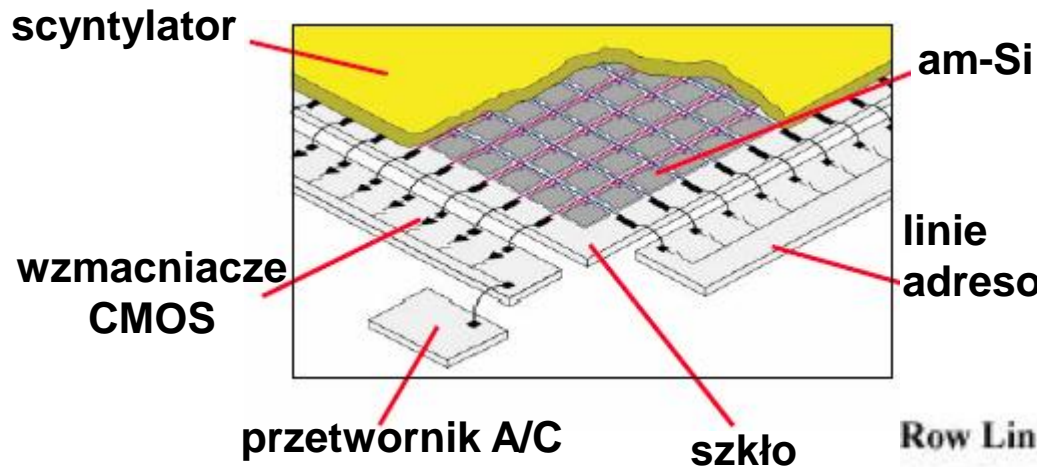
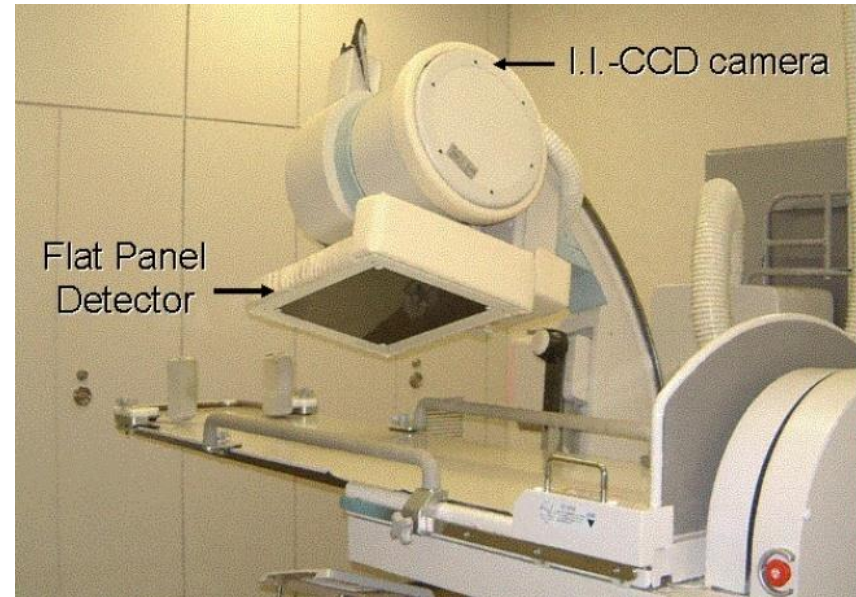


obiektyw

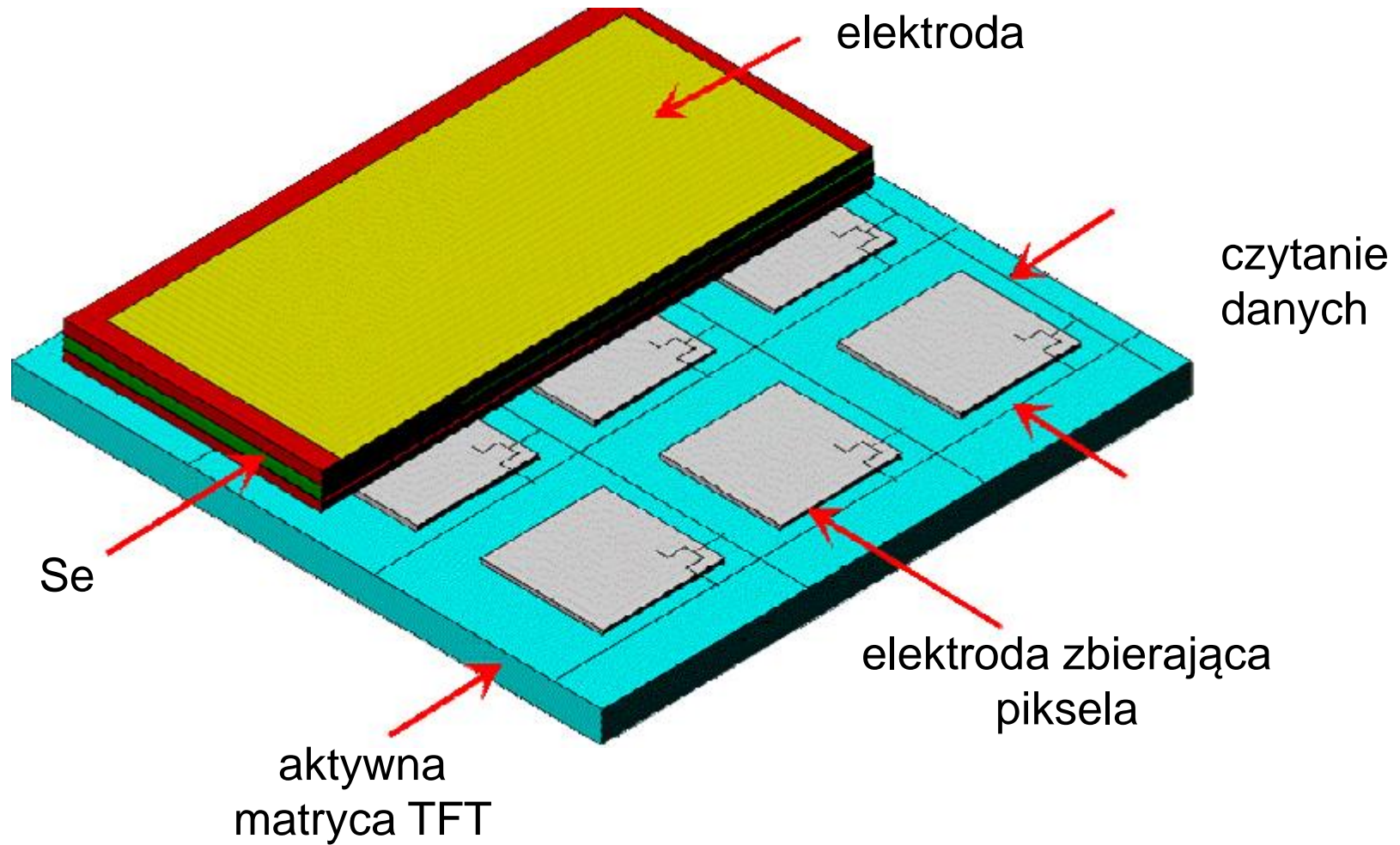
# CsI – TFT (TFD)

## Flat Panel Detector (FPD)

TFT – thin-flat (film) transistor



# *amorficzny Se – TFT (detektor FPD)*

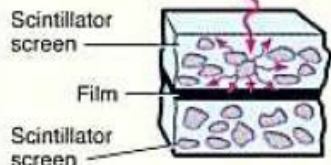


# Ewolucja systemów radiografii cyfrowej

## Indirect imaging

### Screen-Film System

X-ray energy

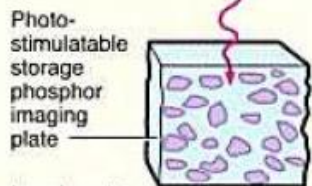


Signal profile

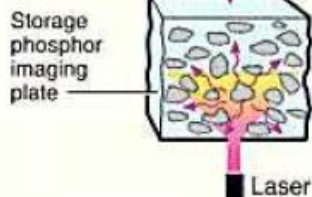


### Computed Radiography

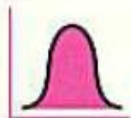
X-ray energy



Imaging plate moved to reader

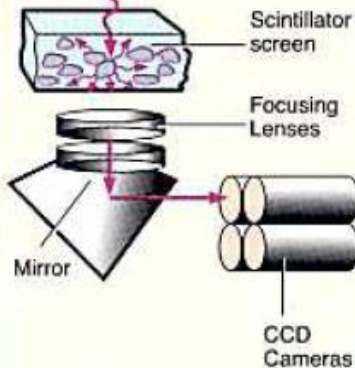


Signal profile

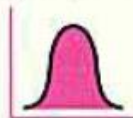


### CCD Detector with Scintillator Screen

X-ray energy

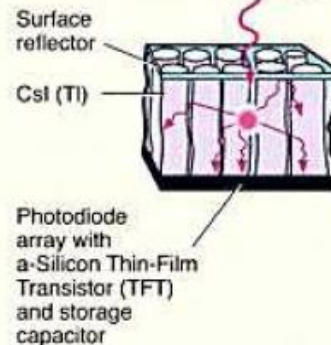


Signal profile



### Scintillator (Phosphor or Cesium Iodide) with Photodiode Array

X-ray energy



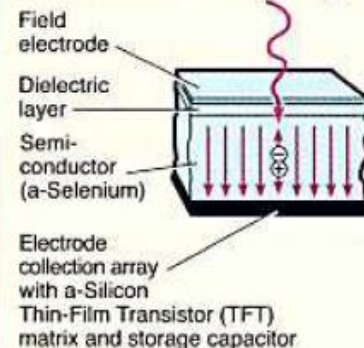
Signal profile



## Direct imaging

### Amorphous Selenium DirectRay® Detector

X-ray energy



Signal profile



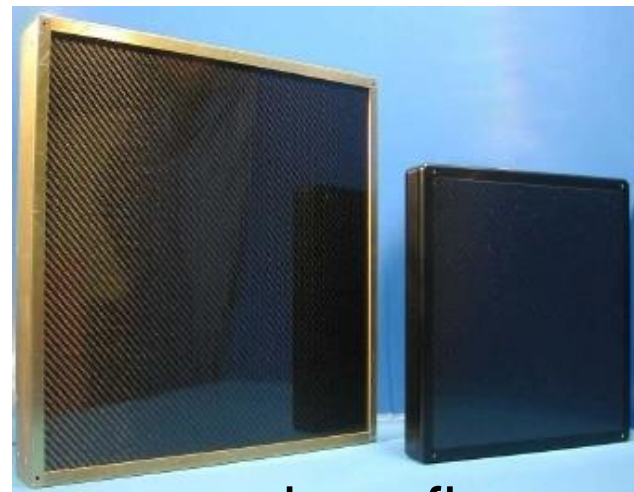
# Przykładowe detektory (FPD)



mammografia

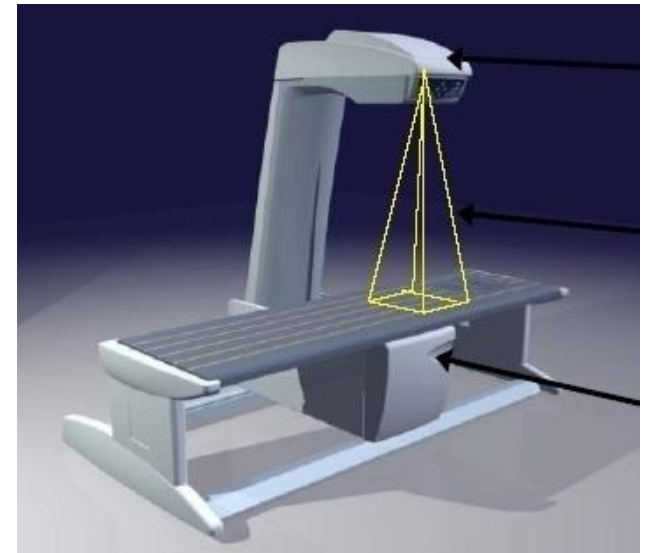
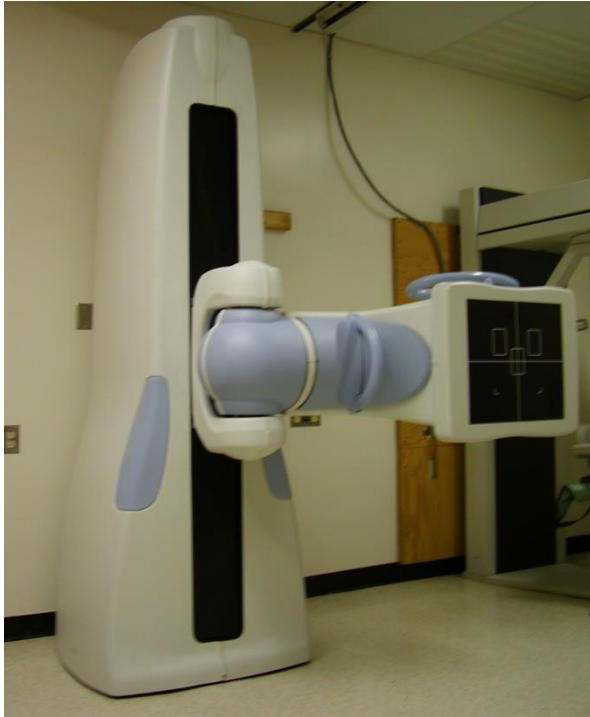


radiografia ogólna,  
badanie serca

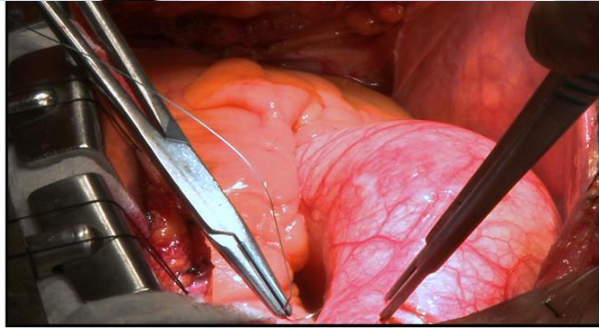


angiografia

# RADIOGRAF CYFROWY



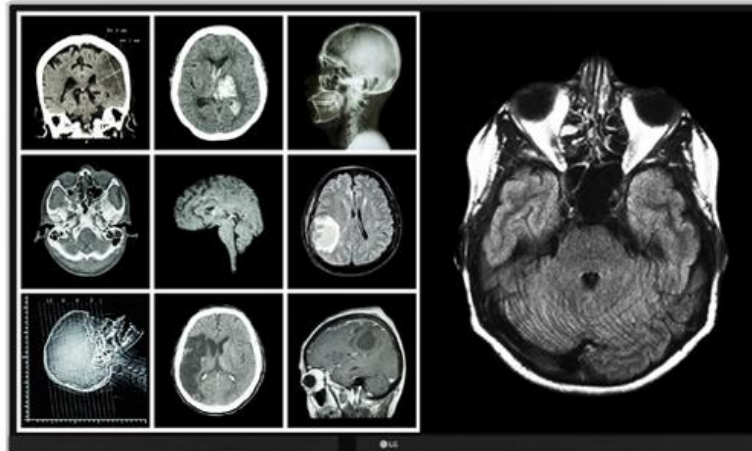
# MONITORY – walory użytkowe



## 27HJ710S-W 8MP Surgical Monitor

### Key Features

- 27" 8MP (3840x2160) | Premium UHD
- IPS & sRGB over 99% + Deep RED
- DICOM Part 14 & Brightness Stabilization
- Dynamic Sync Mode & Quick Response Time
- Dustproof & Waterproof
- Anti-reflection & Optical Bonding Glass

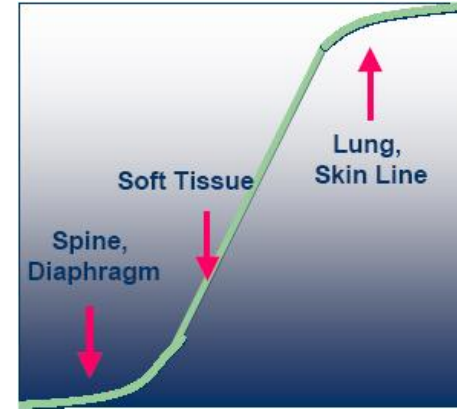


## 27HJ712C-W 8MP Clinical Review Monitor

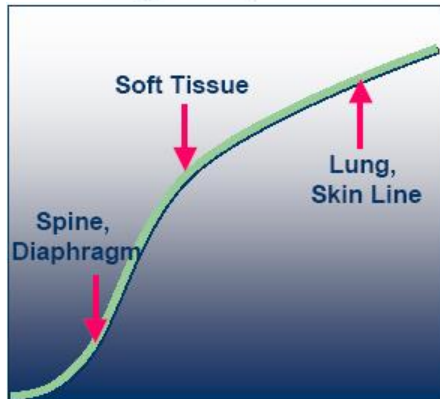
### Key Features

- 8MP (3840x2160) IPS Display
- 350 nits with sRGB over 99%
- DICOM Part 14
- Dynamic Sync Mode & Quick Response Time
- Brightness Stabilization
- Flicker Safe | Reader Mode

# Przetwarzanie cyfrowe – uwydatnienie cech istotnych (zasady percepcji)



Images courtesy of GE Medical



Images courtesy of GE Medical



# Przykład doskonalenia metody obrazowania: radiografia z dwoma energiami i przetwarzaniem

obraz niskiej energii

LE acquisition

obraz wysokiej energii

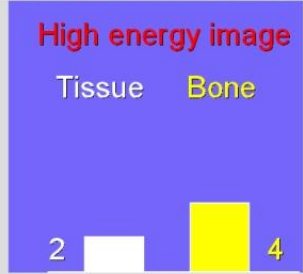
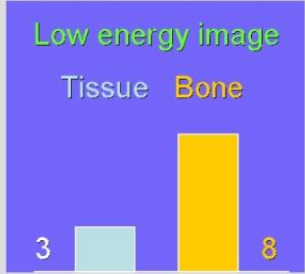
HE acquisition

Kości (subtrakcja tkanki miękkiej) – lepiej widoczne zwapnienia

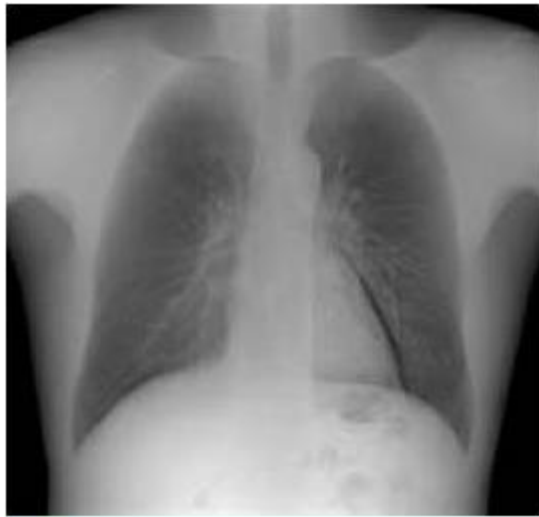
tkanka miękka (subtrakcja tkanki kostnej) – lepiej widoczne guzki

- Możliwie jednoczesna akwizycja
- Kości = LE – miękka HE
- Miękka = HE - kości LE

# Możliwości dwuenergetycznego obrazowania



Upstate  
Medical  
University



tkanka miękka



tkanka gęsta

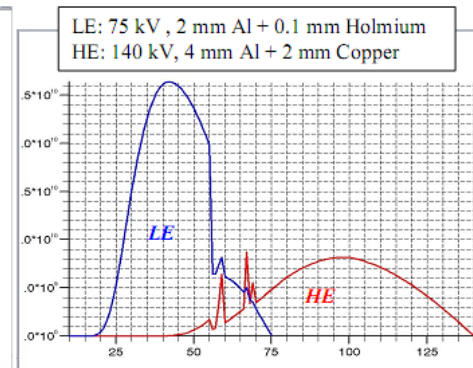
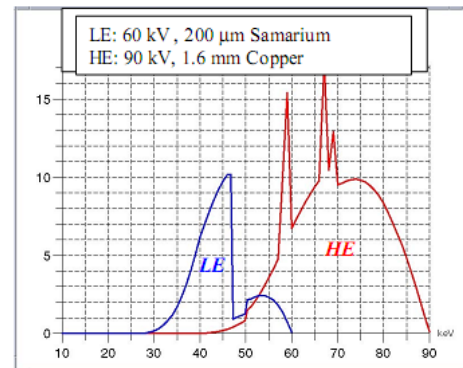
# Uwarunkowania dwuenergetycznych zobrażeń

- Jednoczesna akwizycja dla organów ruchomych (na wierzchu detektor niskich energii, pod spodem filtr i detektor wysokich energii)
- Możliwie szybka dla statycznych (zachowanie geometrii pomiaru) – przełączanie lampy z filtrami
- Układ równań opisujący (schematycznie) akwizycję dwuenergetyczną ( $\mu$  - współczynniki osłabiania, T- grubość obiektów-komponentów prześwietlanych):

$$\begin{cases} m_{LE} = \mu_1^{LE} \cdot T_1 + \mu_2^{LE} \cdot T_2 \\ m_{HE} = \mu_1^{HE} \cdot T_1 + \mu_2^{HE} \cdot T_2 \end{cases}$$

- Ale widma LE i HE nie są dwuenergetyczne, wtedy mamy

$$\begin{cases} m_{LE}(r) = -\text{Log} \int_{E1_{LE}}^{E2_{LE}} N'_{0_{LE}}(E) \cdot e^{-\mu_1(E) \cdot A_1(r) - \mu_2(E) \cdot A_2(r)} dE \\ m_{HE}(r) = -\text{Log} \int_{E1_{HE}}^{E2_{HE}} N'_{0_{HE}}(E) \cdot e^{-\mu_1(E) \cdot A_1(r) - \mu_2(E) \cdot A_2(r)} dE \end{cases}$$

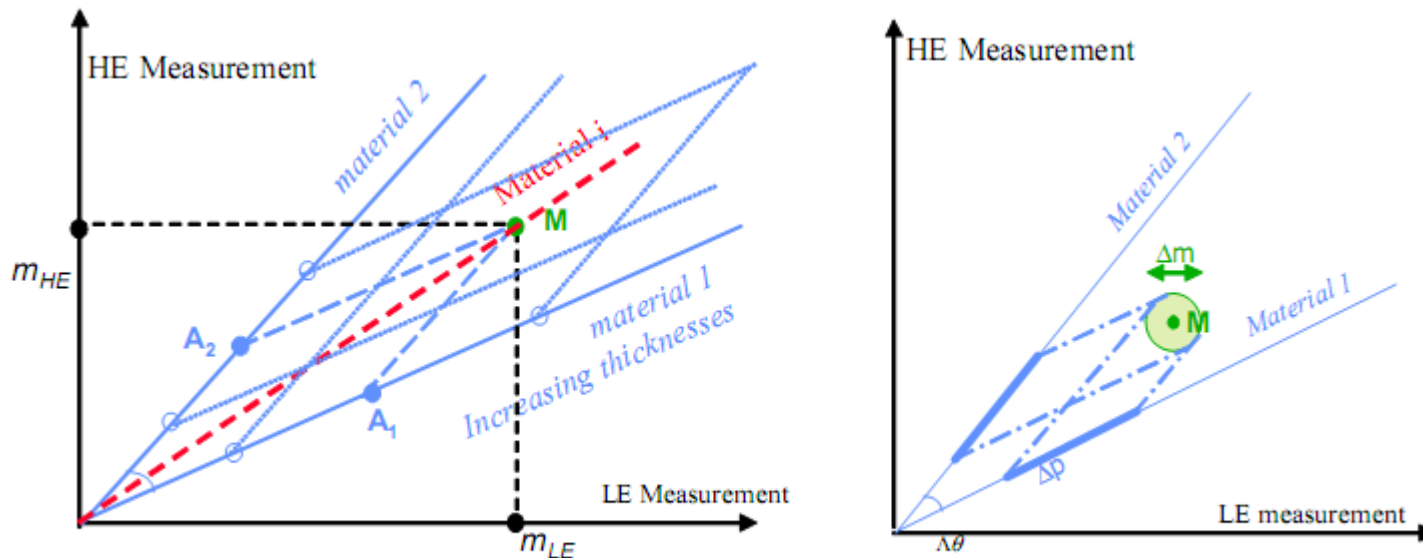


- Jedna z propozycji uproszczeń modelu (grubości materiałów):

$$\begin{cases} A_1(r) = \alpha_0 + \alpha_1 m_{LE}(r) + \alpha_2 m_{HE}(r) + \alpha_3 m_{LE}(r) m_{HE}(r) + \alpha_4 m_{LE}^2(r) + \alpha_5 m_{HE}^2(r) \\ A_2(r) = \beta_0 + \beta_1 m_{LE}(r) + \beta_2 m_{HE}(r) + \beta_3 m_{LE}(r) m_{HE}(r) + \beta_4 m_{LE}^2(r) + \beta_5 m_{HE}^2(r) \end{cases}$$

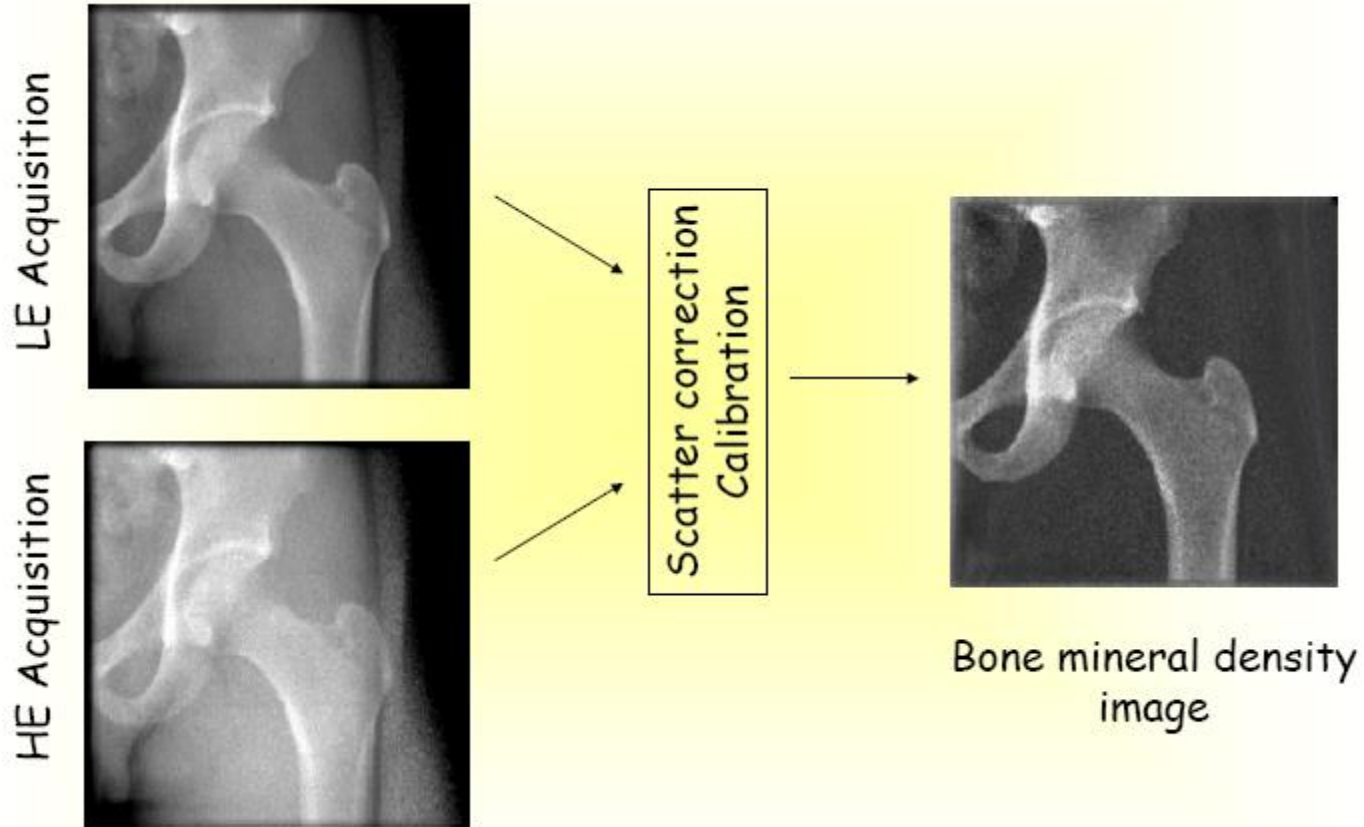
# Różnicowanie materiałów

- Metoda ma szereg ograniczeń (problem nieliniowości, realności modelu zjawisk, ograniczeń czułości detektorów, utwardzanie wiązki, itp.)
- Rzadko stosowana w klinice

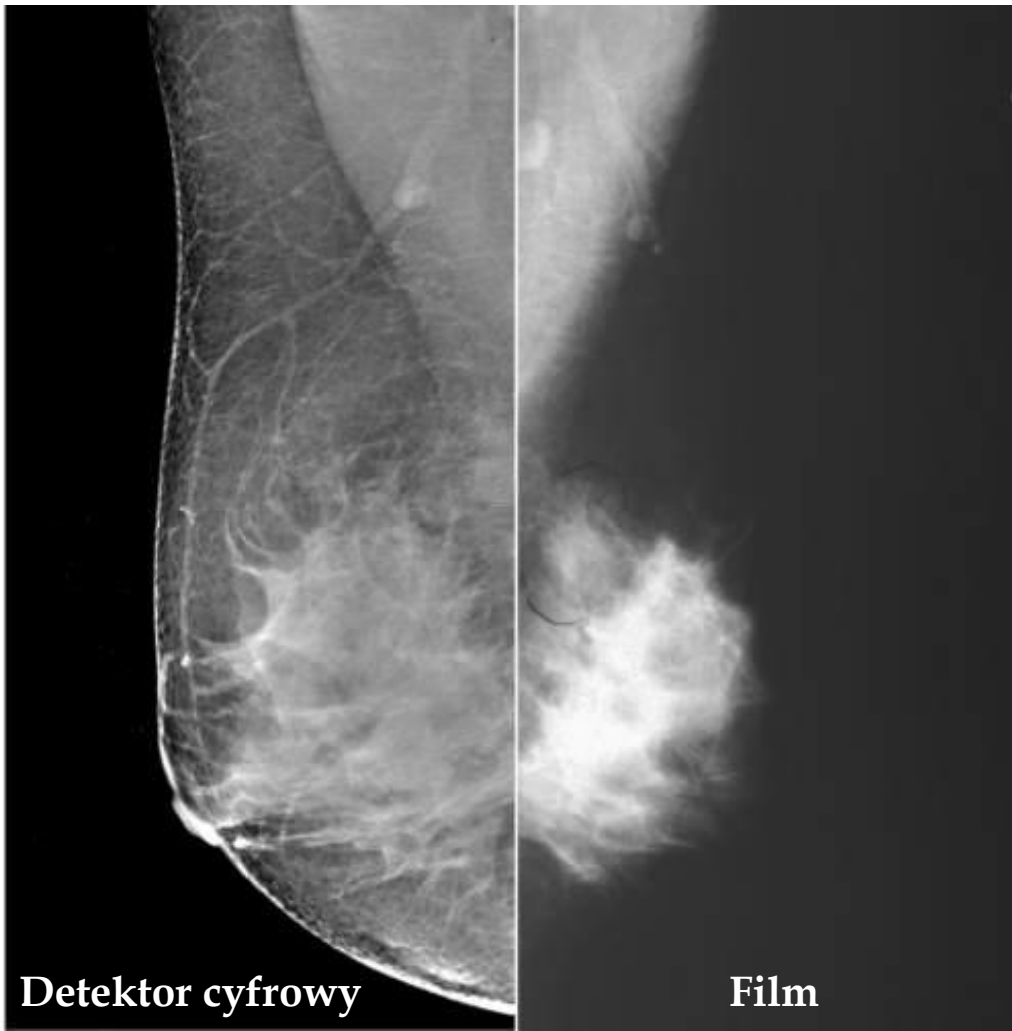


**Figure 2:** (left) representation of materials into the axis set composed of measures ( $m_{LE}$ ,  $m_{HE}$ ), (right) projection of uncertainty on material basis axes.

# Korekcja rozproszeń



# MAMMOGRAFIA CYFROWA - korzyści



Detektor cyfrowy

Film

- Wcześniejsza detekcja raka (u kobiet poniżej 50)
- Mniej błędów w diagnozie
- Mniejsza dawka (od 20% do 80%)
- Znacząco krótszy czas badań (kilka sekund vs kilkanaście minut)
- Zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych
- Nowe metody obrazowania – badania przestrzenne, kontrastowe

# MAMMOGRAF CYFROWY – źródło danych dających duże możliwości ...

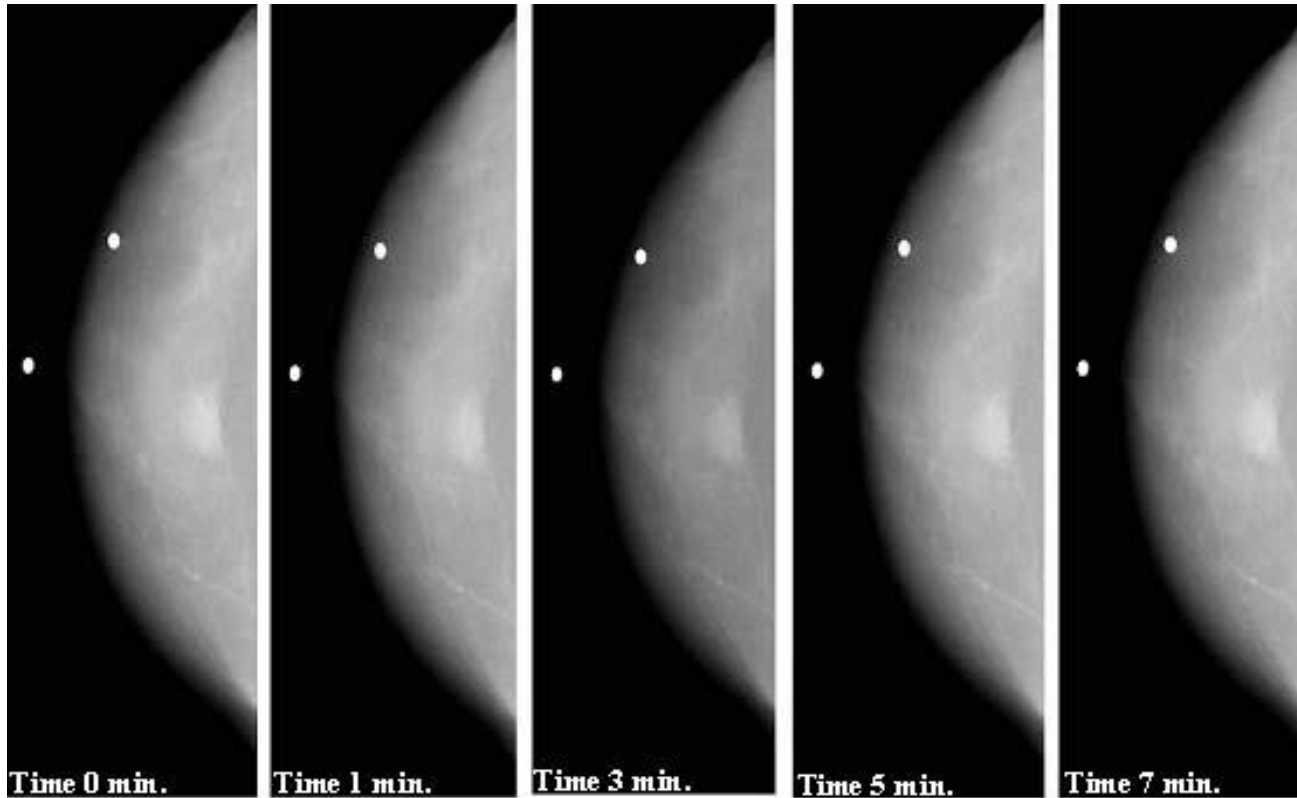


*Digital Mammographic Imaging  
Screening Trial (DMIST)*

		Rozmiar piksela		
		100 $\mu\text{m}$	50 $\mu\text{m}$	40 $\mu\text{m}$
Wymiary obrazu		100 $\mu\text{m}$	50 $\mu\text{m}$	40 $\mu\text{m}$
<b>pojedynczy obraz</b>	18x24 cm	8.6 MB	34.6 MB	54.0 MB
	24x30 cm	14.4 MB	57.6 MB	90.0 MB
<b>obciążenie roczne</b>	18x24 cm	0.6 TB	2.5 TB	3.9 TB
	24x30 cm	1.0 TB	4.2 TB	6.5 TB

# MAMMOGRAFIA Z POPRAWĄ KONTRASTU (algorytm)

---



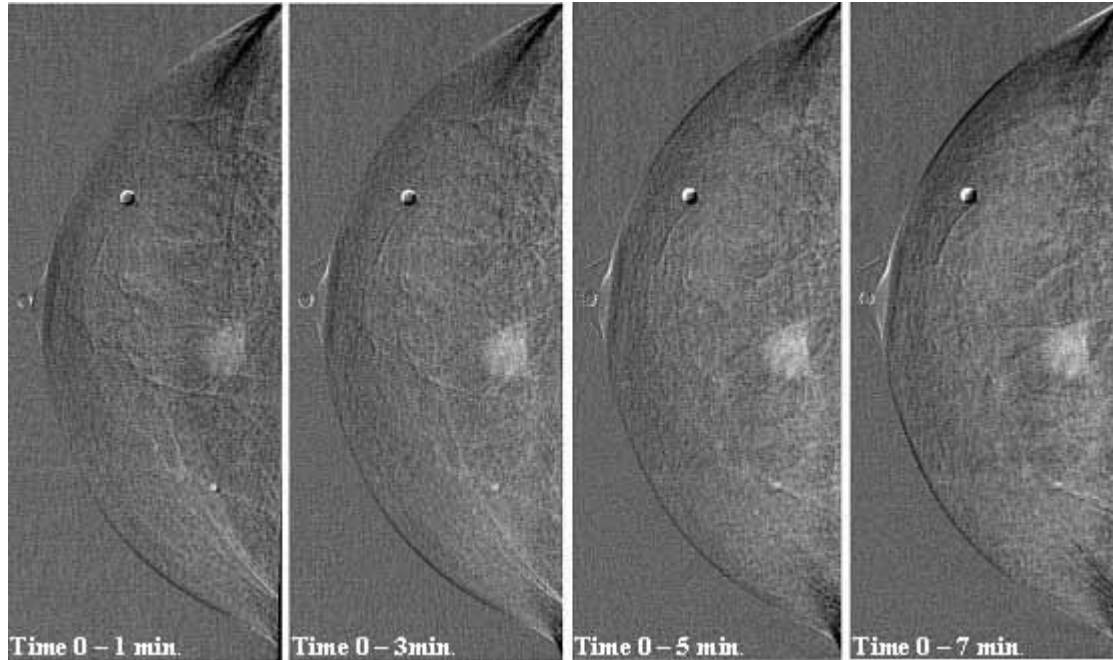
1) Akwizycja sekwencji obrazów; kontrast jodowy wprowadzany jest dożylnie pomiędzy akwizycją 1 i 2 obrazu

2) Korekcja ewentualnych ruchów pacjentki (białe punkty na obrazach)

---



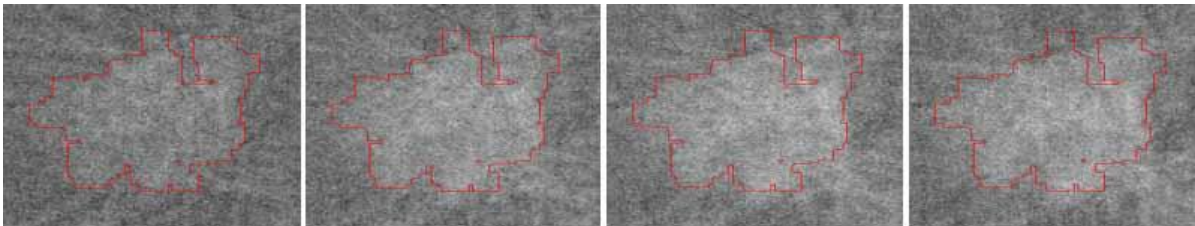
# MAMMOGRAFIA Z POPRAWĄ KONTRASTU (algorytm)



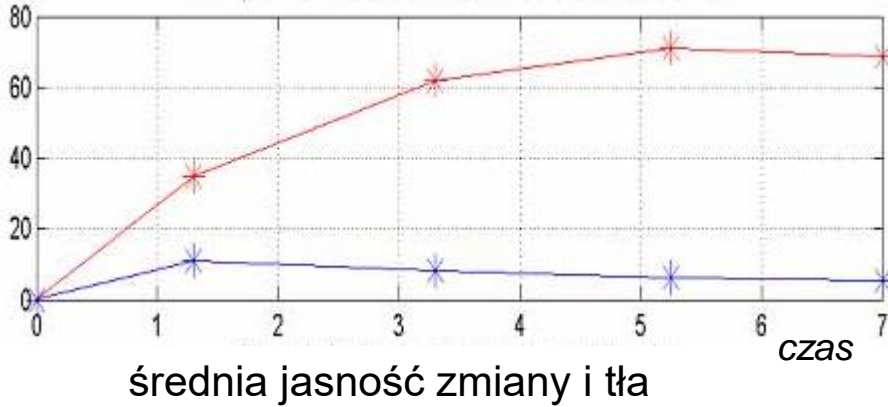
3) Logarytmiczne odejmowanie obrazów

$$SPL_N = 10 \log[10^{(SPL_T/10)} - 10^{(SPL_B/10)}]$$

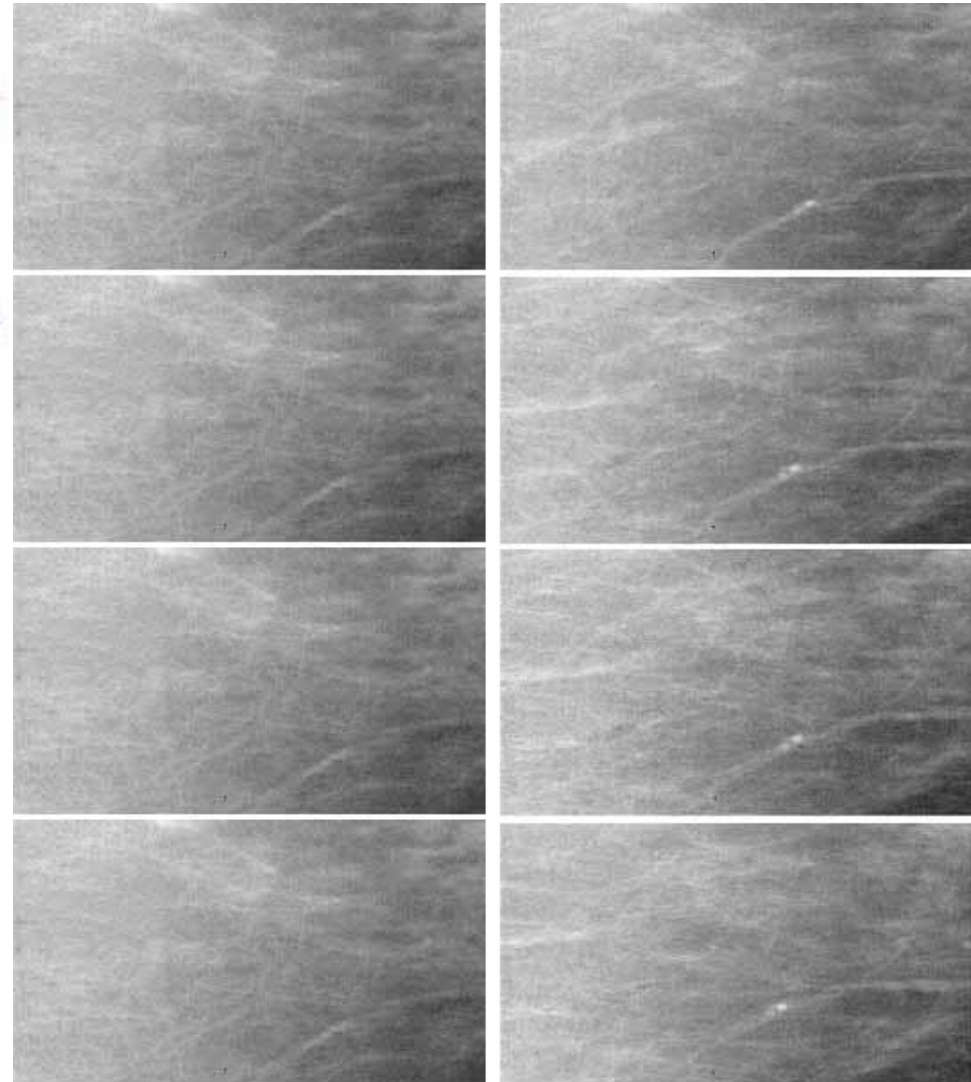
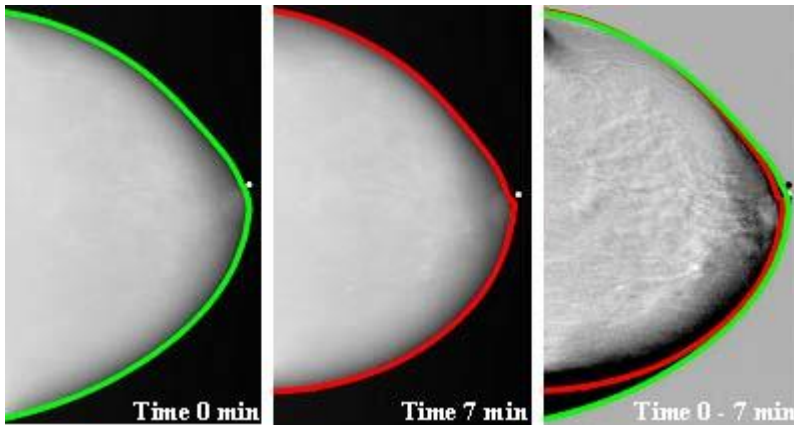
4) Analiza morfologii i kinetyki zmian patologicznych



# MAMMOGRAFIA Z POPRAWĄ KONTRASTU (wyniki)



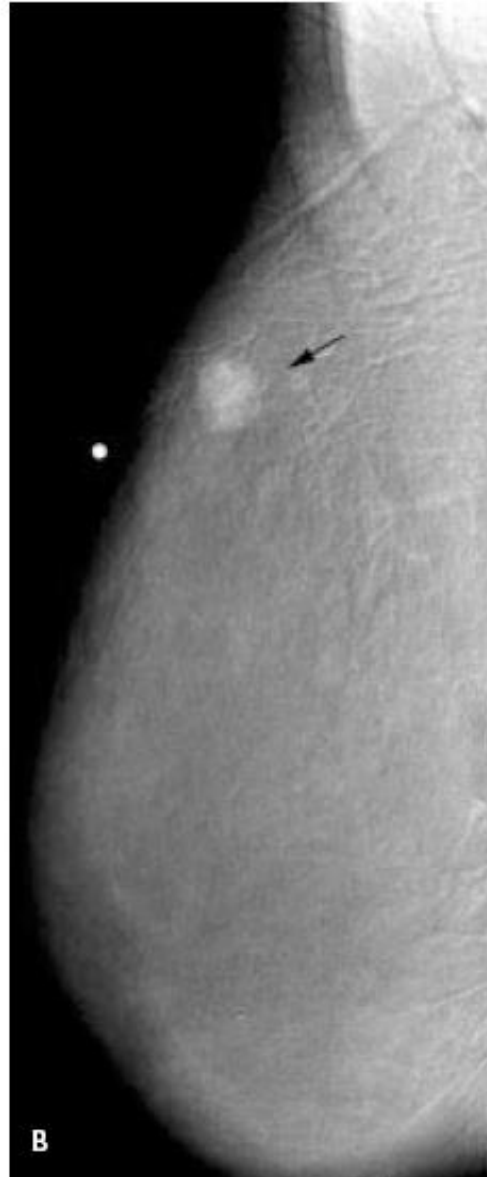
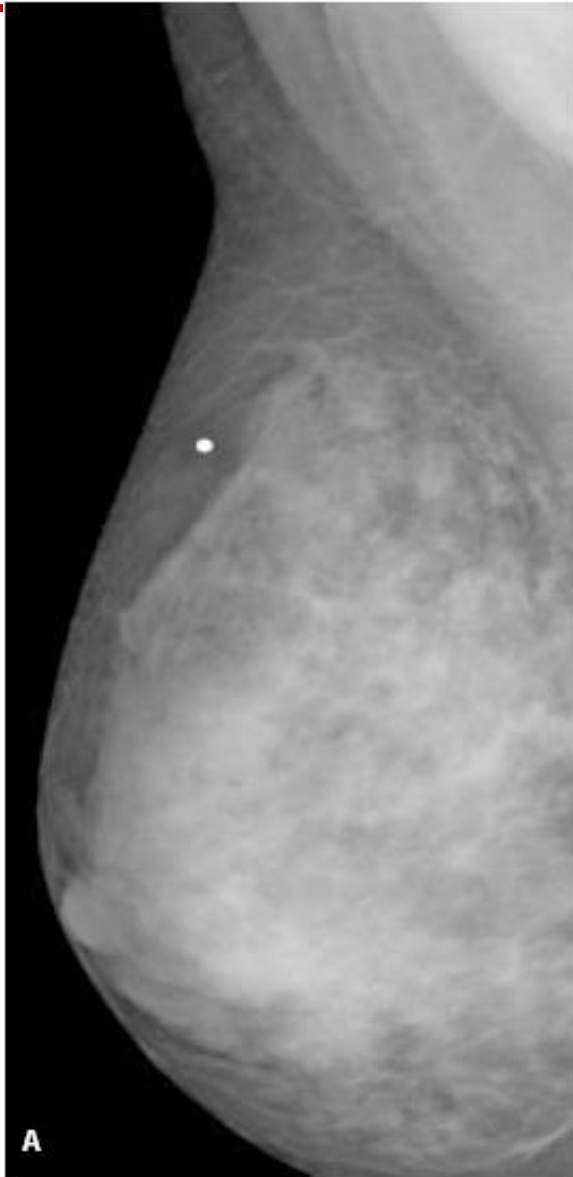
Problem: przemieszczenia struktur



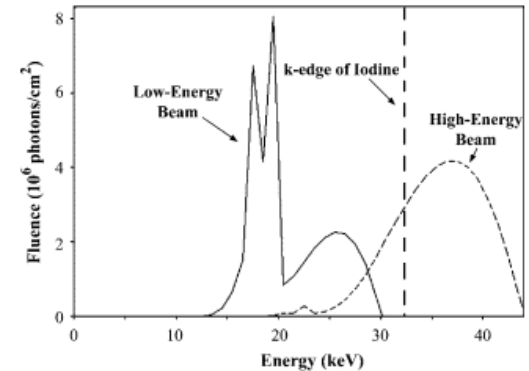
obraz odniesienia (t=0)  
(powielony)

obrazy w chwilach  
(1,3,5,7)

# Wykorzystanie kontrastu i 2 energii

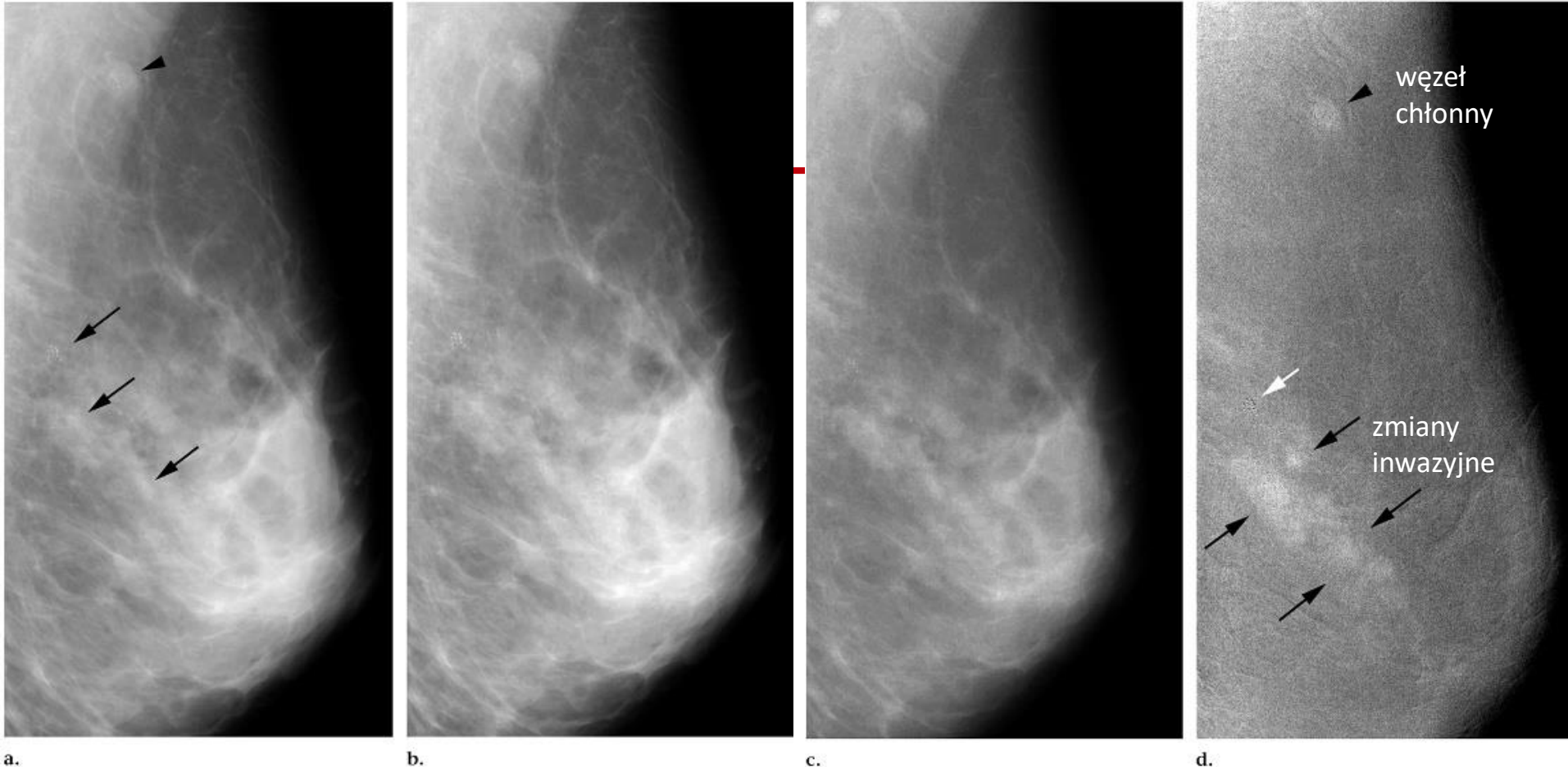


uwydatnienie masy na  
obrazie subtrakcyjnym  
(kontrast plus dwie energie)



**Ważona różnica  
logarytmów HE oraz LE**

Courtesy of John M. Lewin, University of  
Colorado, Denver

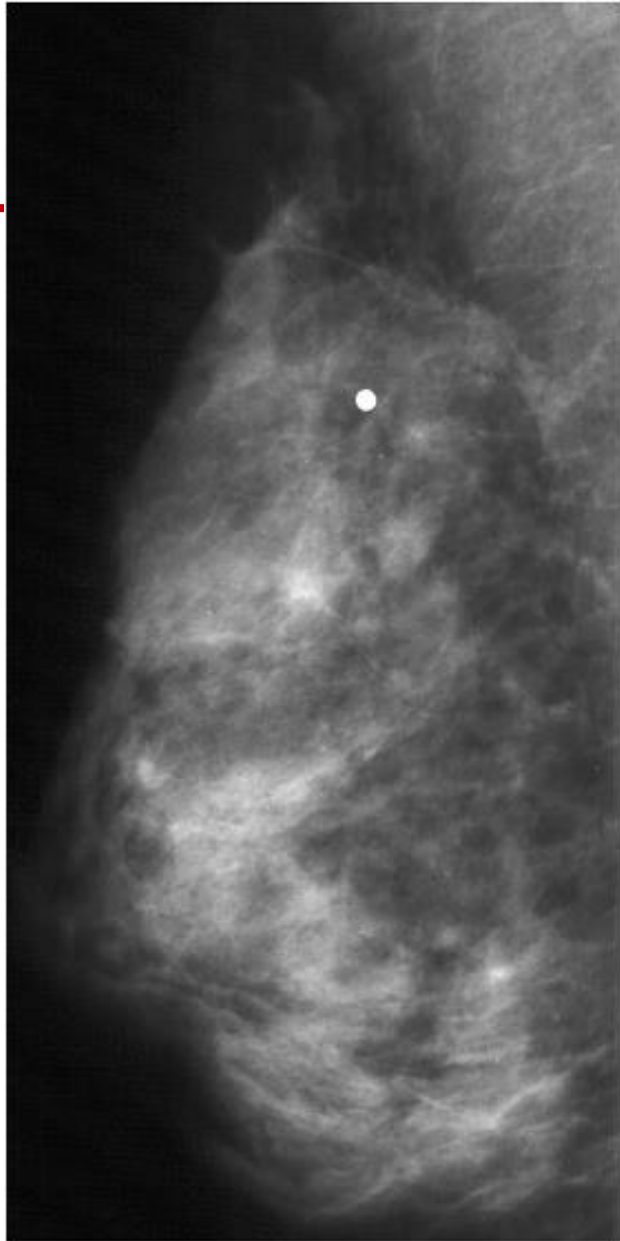


**Figure 4. Patient 10.** Invasive ductal carcinoma and DCIS. (a) Mediolateral oblique mammogram shows grouped microcalcifications in the breast (arrows) and in a lymph node (arrowhead). Enhancement is barely perceptible on postcontrast (b) low-energy and (c) high-energy images. (d) Subtracted dual-energy enhanced DSM image shows the invasive component as enhancing lesions (black arrows), but there is no definite enhancement around grouped calcifications in the posterior breast (white arrow). The malignant lymph node (arrowhead) also enhanced.

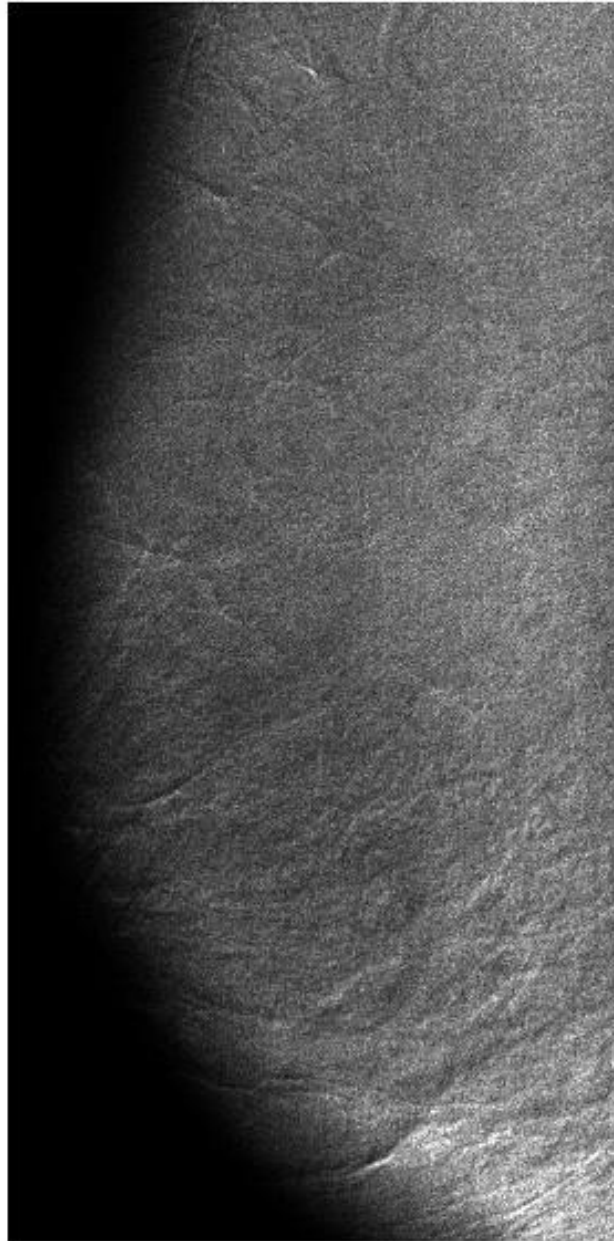
## Dual-Energy Contrast-enhanced Digital Subtraction Mammography: Feasibility<sup>1</sup>

John M. Lewin, MD  
 Pamela K. Isaacs, DO  
 Virginia Vance, RN  
 Fred J. Larke, MS

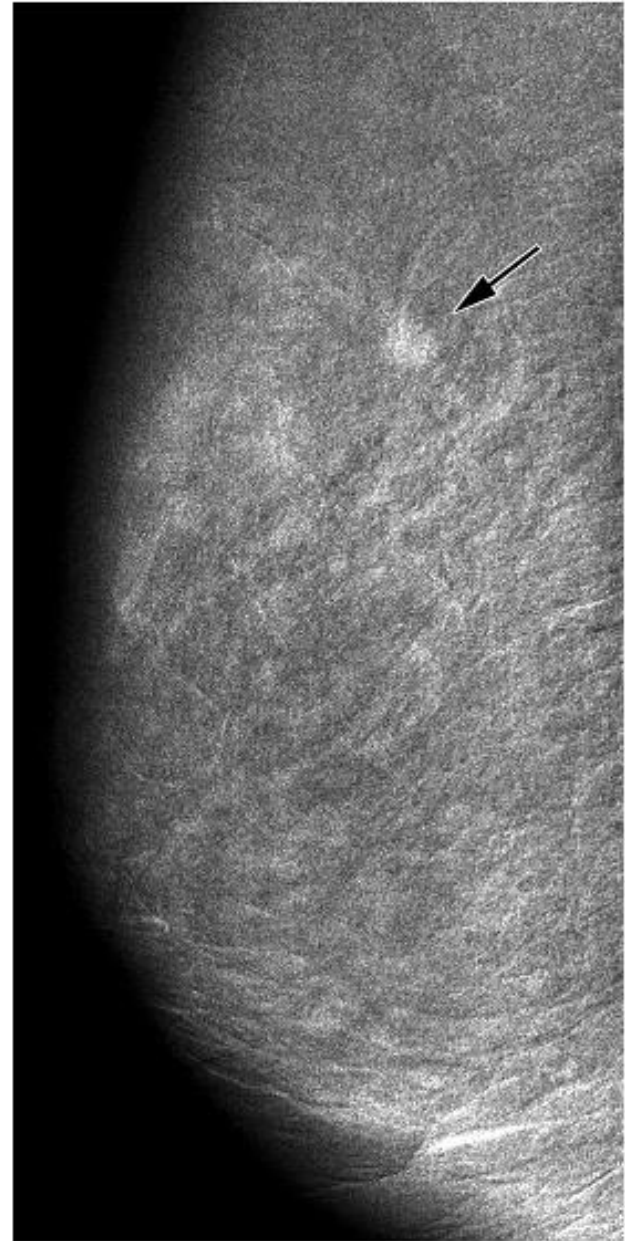
Radiology 2003; 229:261-268



a. zmiana niewidoczna



b. różnicowy obraz dwóch energii

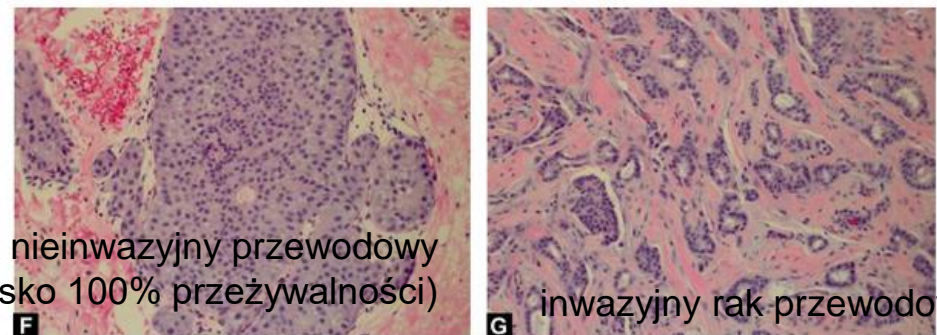
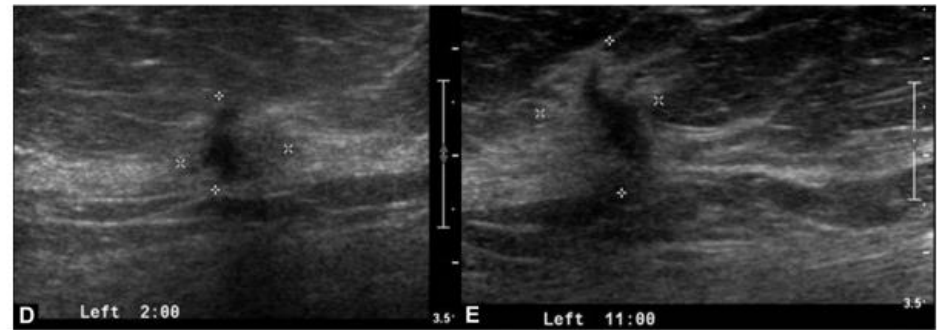
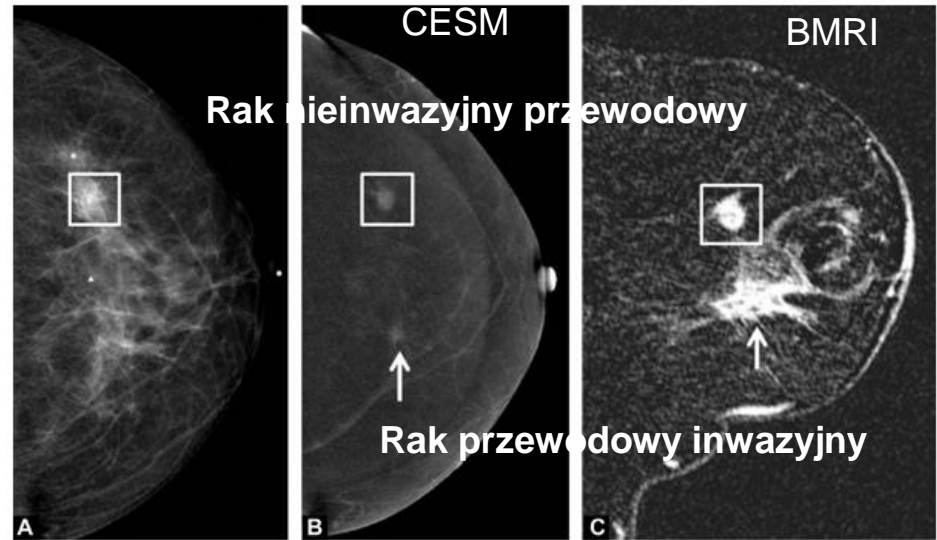


c. dodatkowo kontrast

Figure 6. Patient 11. Mammographically and clinically occult tubular carcinoma (5-mm diameter). (a) Mediolateral oblique mammogram is normal. Metal bead marks a palpable abnormality with the pathologic finding of fibroadenoma. (b) Precontrast dual-energy DSM subtraction image shows subtraction of breast tissue. (c) Enhanced dual-energy DSM image shows enhancement of the cancer (arrow) and diffuse enhancement of normal tissue.

# Spektralna ma

- Akceptacja FDA w 2011 (Sen
- Wprowadzony kontrast jodow
- Efekt: możliwość *magicznego* klasycznej mmg oraz bardziej



**Figure 6.** A 68-year-old woman was diagnosed with bilateral breast cancer. A. FFDM left CC: an asymmetry was identified in the left lateral breast (box). B. CESM subtracted left CC: a 1.2 cm corresponding enhancing lesion (box). CESM incidentally showed an additional area of abnormal enhancement in the left medial breast (arrow), with a vague area of architectural distortion retrospectively identified in the same area on conventional mammography (A). The finding was suspicious for multicentric disease. Biopsy proved IDC of the medial breast lesion (C) BMRI reconstructed left sagittal post-contrast: Two malignant lesions were identified. A similar morphology of both lesions was seen on CESM when compared to BMRI (a mass and a distortion). BMRI demonstrated a stronger intensity on lesion enhancement than that on CESM. D and E. Ultrasound of both lesions: an irregular mass at 2:00 corresponding to the lateral mass on CESM and BMRI (boxes in A–C); an irregular mass at 11:00 representing the medial lesion on CESM and BMRI (arrows in B, C). F. The corresponding pathology showed DCIS. G. The biopsy at 11:00 revealed IDC.

**Table 1** Overview of the diagnostic performance of contrast-enhanced magnetic resonance imaging (BMRI).

Diagnostic test parameter	CESM
No. of selected patients	48
No. of selected breasts	50
No. of detected lesions	64
No. of malignant lesions (TP)	62
No. of benign lesions (FP)	2
Sensitivity [95% CI]	100%
PPV [95% CI]	96.9%
Accuracy [95% CI]	96.9%
Size of index lesions: mean ± SD (mm)	33.6 ± 10.2
Lesion enhancement: mean ± SD	1.7 ± 1.0
Background enhancement: mean ± SD	1.0 ± 0.5
Size of smallest lesion detected (mm)	4
Consistency on morphology for malignant lesions	100%
Test time: mean ± SD (min)	10.2 ± 3.5
Cost of each procedure (US dollar)	200

CESM: contrast-enhanced spectral mammography; BMRI: breast MRI; TP: true positive; FP: false positive; CI: confidence interval; SD: standard deviation; N/A: not applicable.

Diagnostic and Interventional Imaging (2017) 98, 113–123  
**Contrast-enhanced spectral mammography (CESM) versus breast magnetic resonance imaging (MRI): A retrospective comparison in 66 breast lesions**

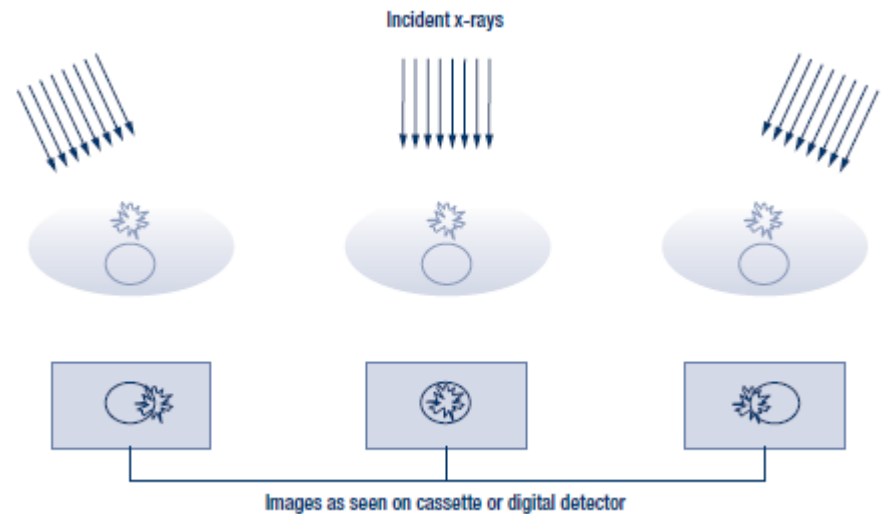
L. Li<sup>a</sup>, R. Roth<sup>a</sup>, P. Germaine<sup>b</sup>, S. Ren<sup>c</sup>, M. Lee<sup>a</sup>, K. Hunter<sup>e</sup>, E. Tinney<sup>d</sup>, L. Li

# Tomosynteza

## Selenia Dimensions™ Breast Tomosynthesis System\*



\* Caution. Investigational device in the U.S. FDA clearance pending

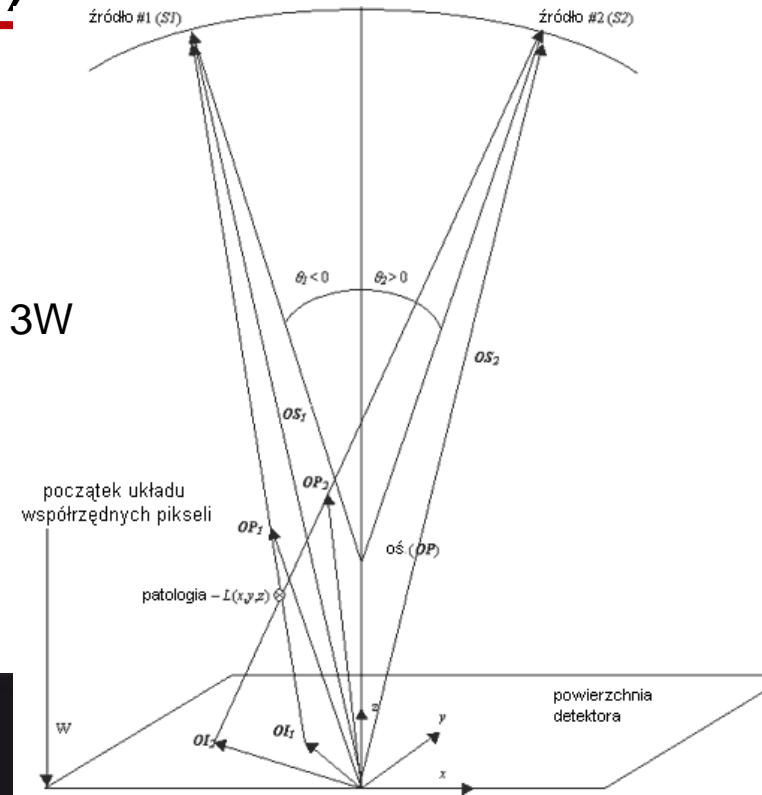


- Prezentacja *cine*
- Przełączanie 2D-3D
- 1 mm warstwy
- Detektor małej dawki, szybki
- Seria ok 10-20 obrazów co 1°

# Przykłady systemu tomo (rozszerzona stereoskopia)

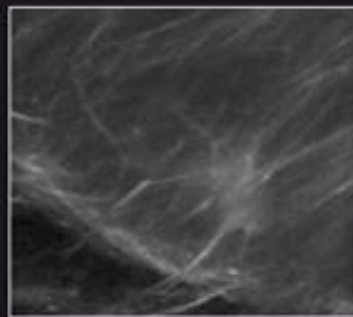


- 60  $\mu\text{m}$  w 3W
- 48 obrazów co 2ms
- Pary stereoskopowe 3W

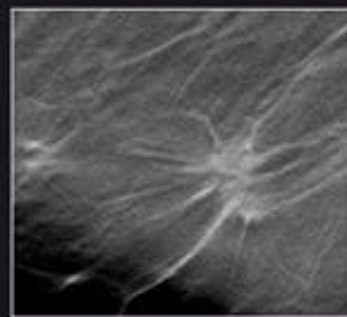


stereoskopia

Virtual Recall™



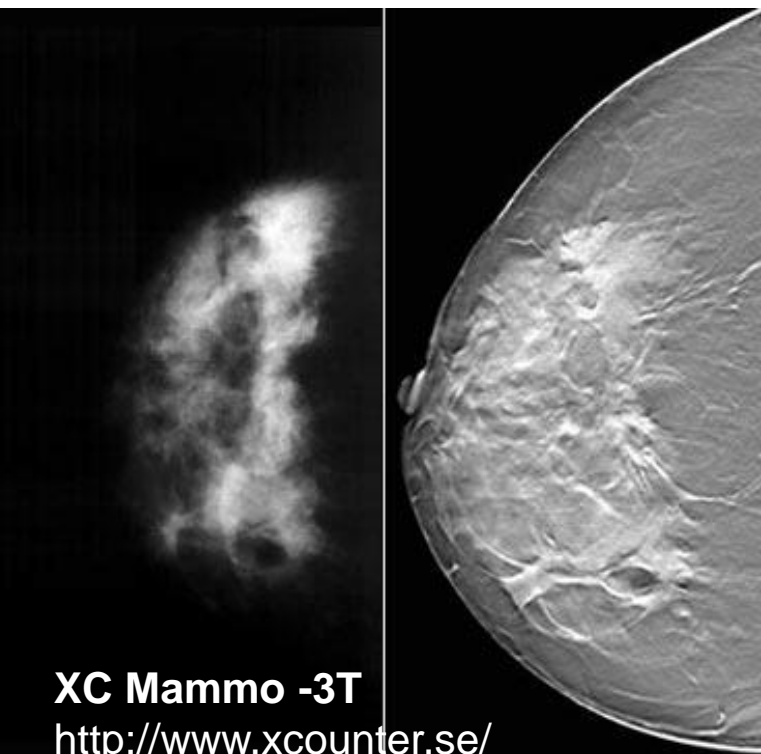
Synthetic 2D



3D tomo slice



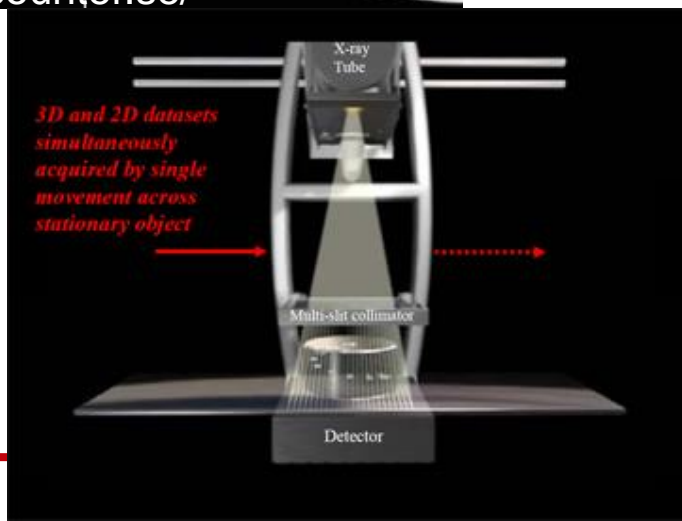
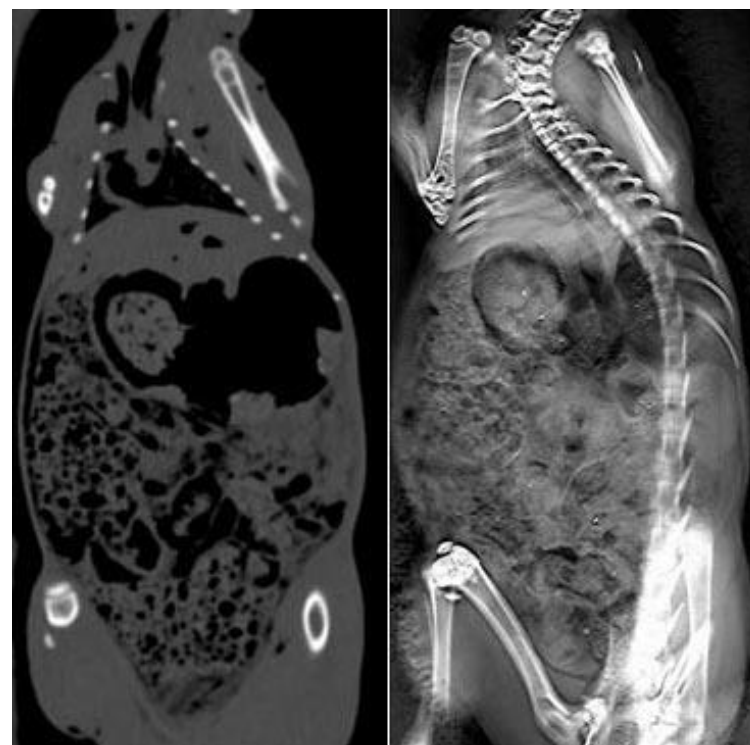
# Tomosynteza czyli mammografia 3W



**XC Mammo -3T**

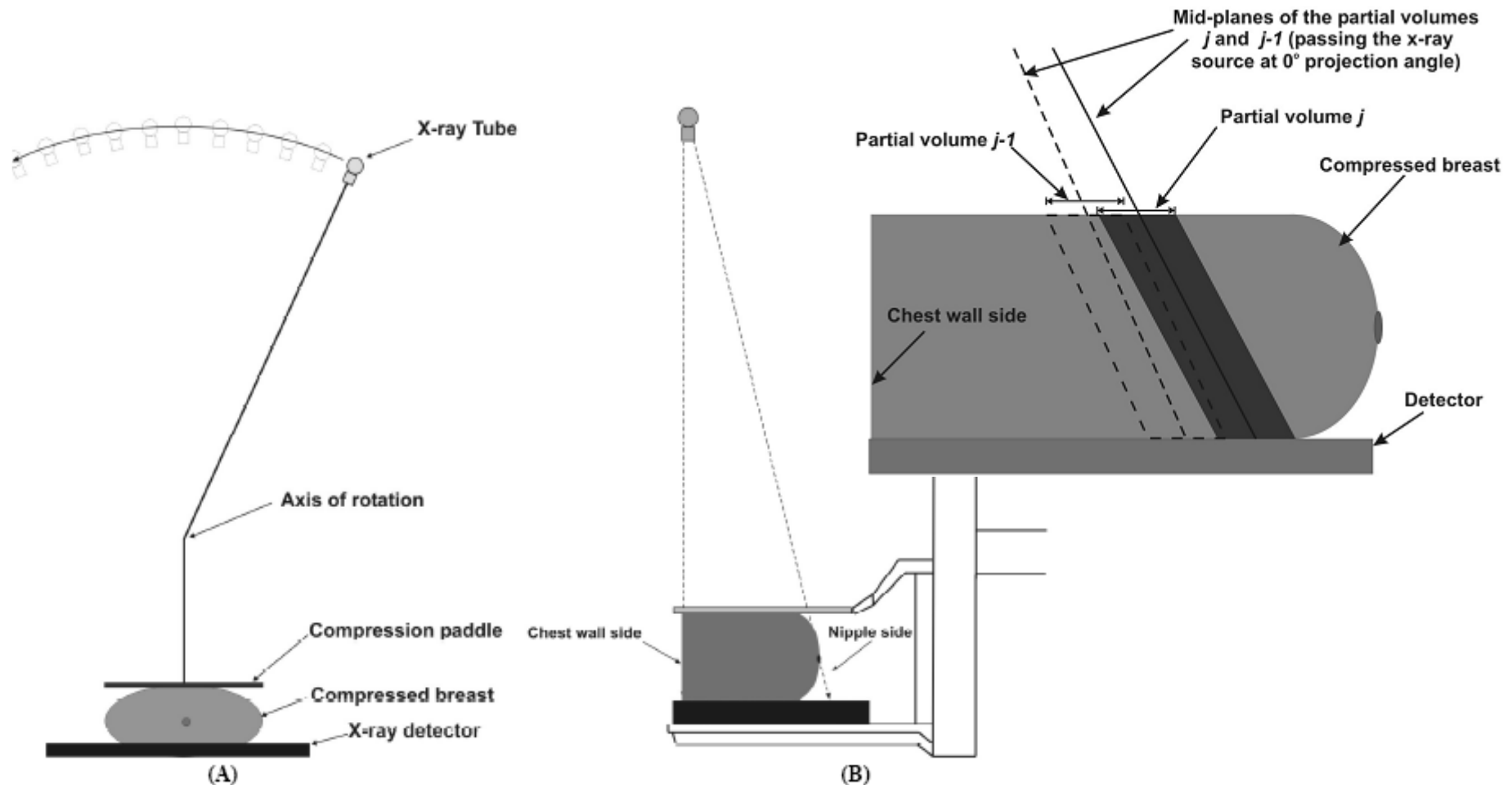
<http://www.xcounter.se/>

- Obrazowanie przestrzenne
- Badanie 'równoczesne'
- Mniejsza dawka
- Rozsądne koszty
- Technologia cyfrowa
- Możliwość badań dynamicznych



— Królik w CT i w technologii XCounter 3D —

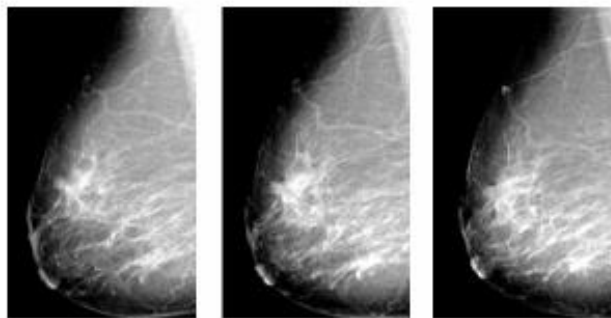
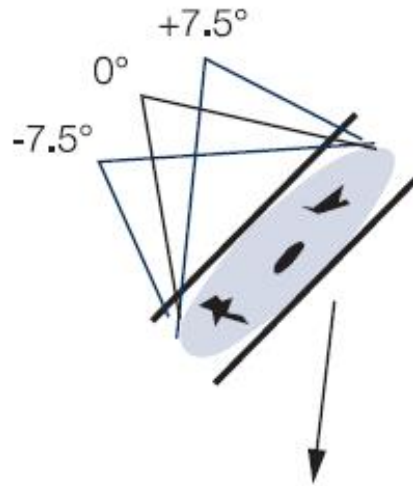
# Tomosynteza (dokładniej proces akwizycji)



T. Wu, J. Zhang i inni, Digital tomosynthesis mammography using a parallel maximum likelihood reconstruction method, Proc SPIE vol. 53689, 2004

# Zasada: akwizycja projekcji i rekonstrukcja warstw

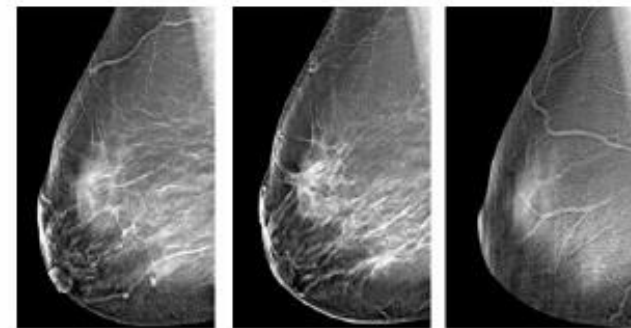
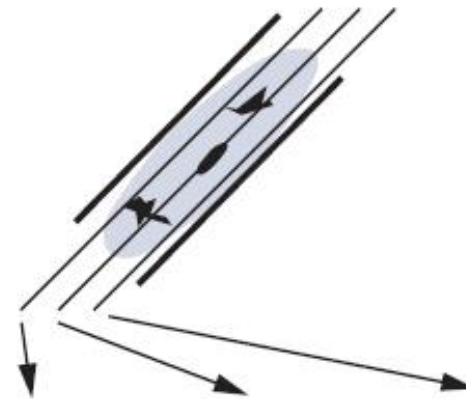
## Projection Images



$-7.5^\circ$        $0^\circ$        $+7.5^\circ$

Views from different x-ray tube angles

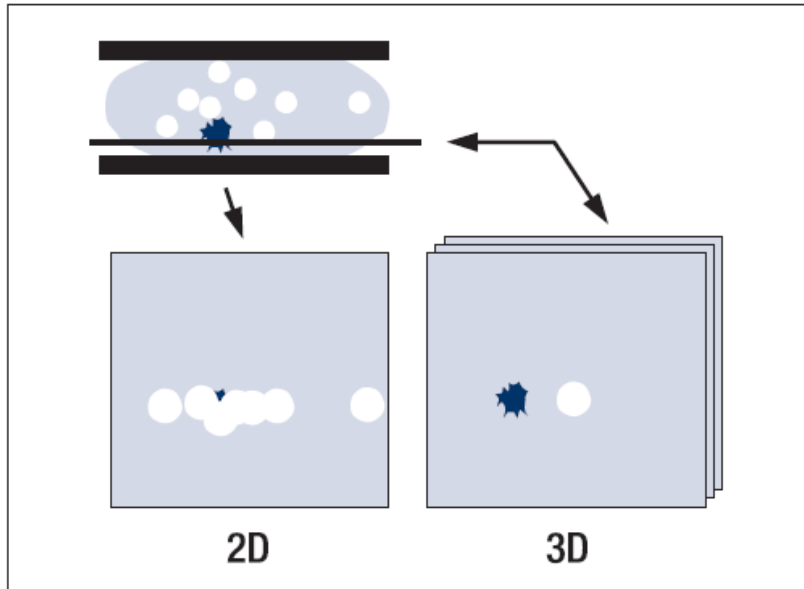
## Reconstructed Slices



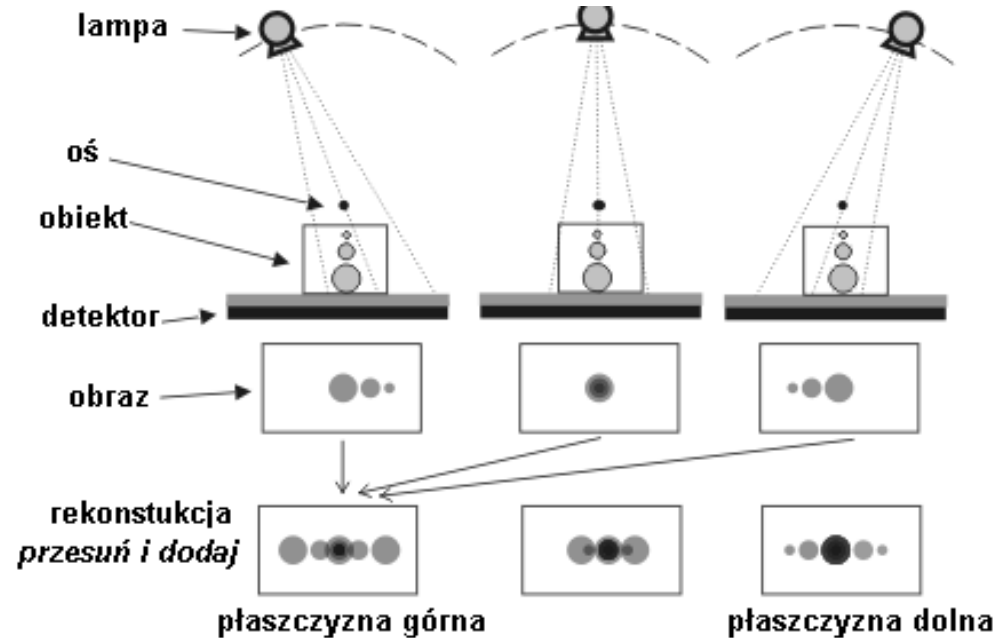
35mm      25mm      10mm

Slices at different heights

# Tomosynteza – rekonstrukcja bez nakładania struktur



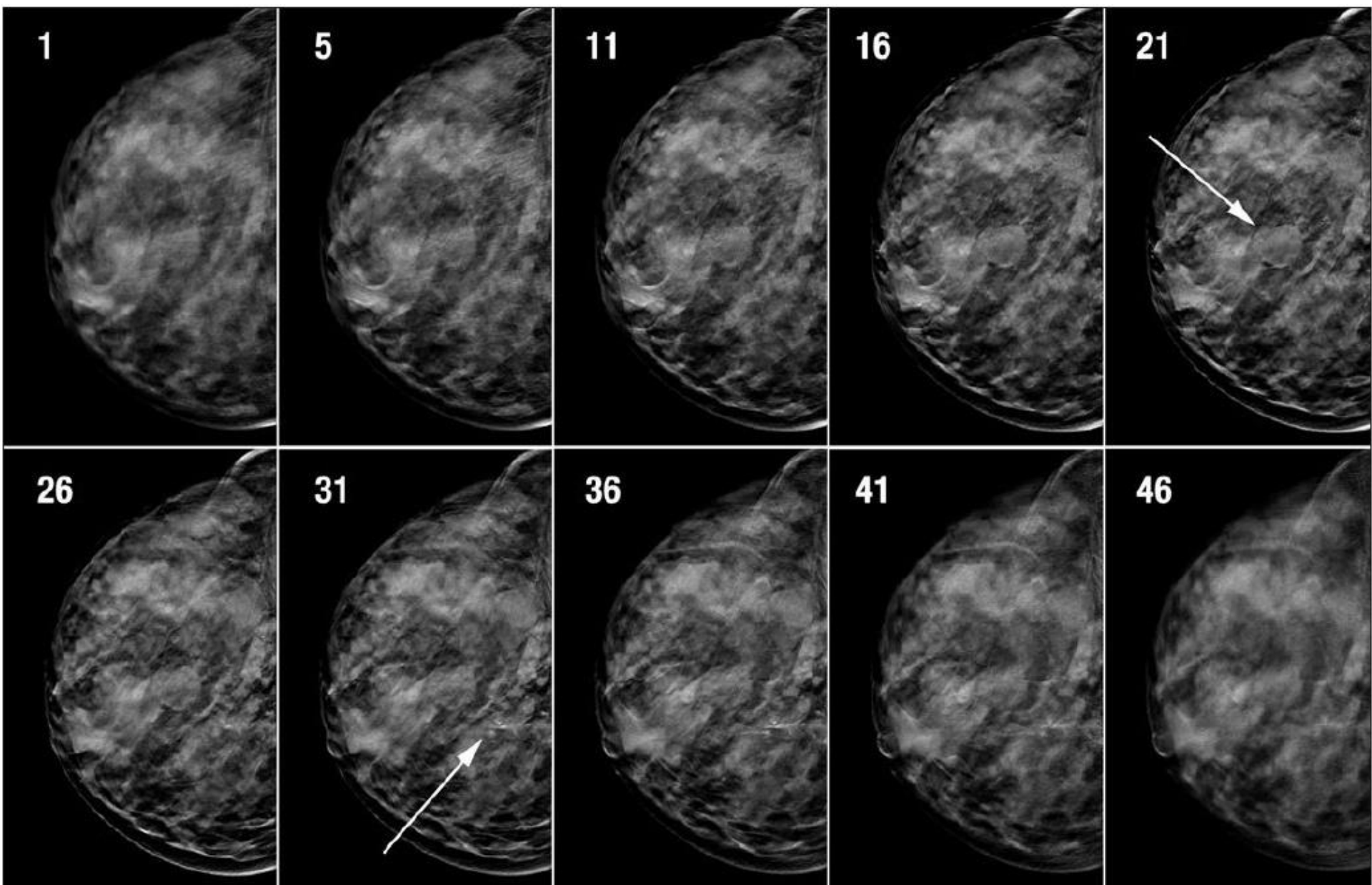
Tissues that overlap in conventional mammography and hide pathologies (left image) are less likely to be obscured using tomosynthesis (right image)



*tomosynteza, rekonstruuje się kilka warstw*

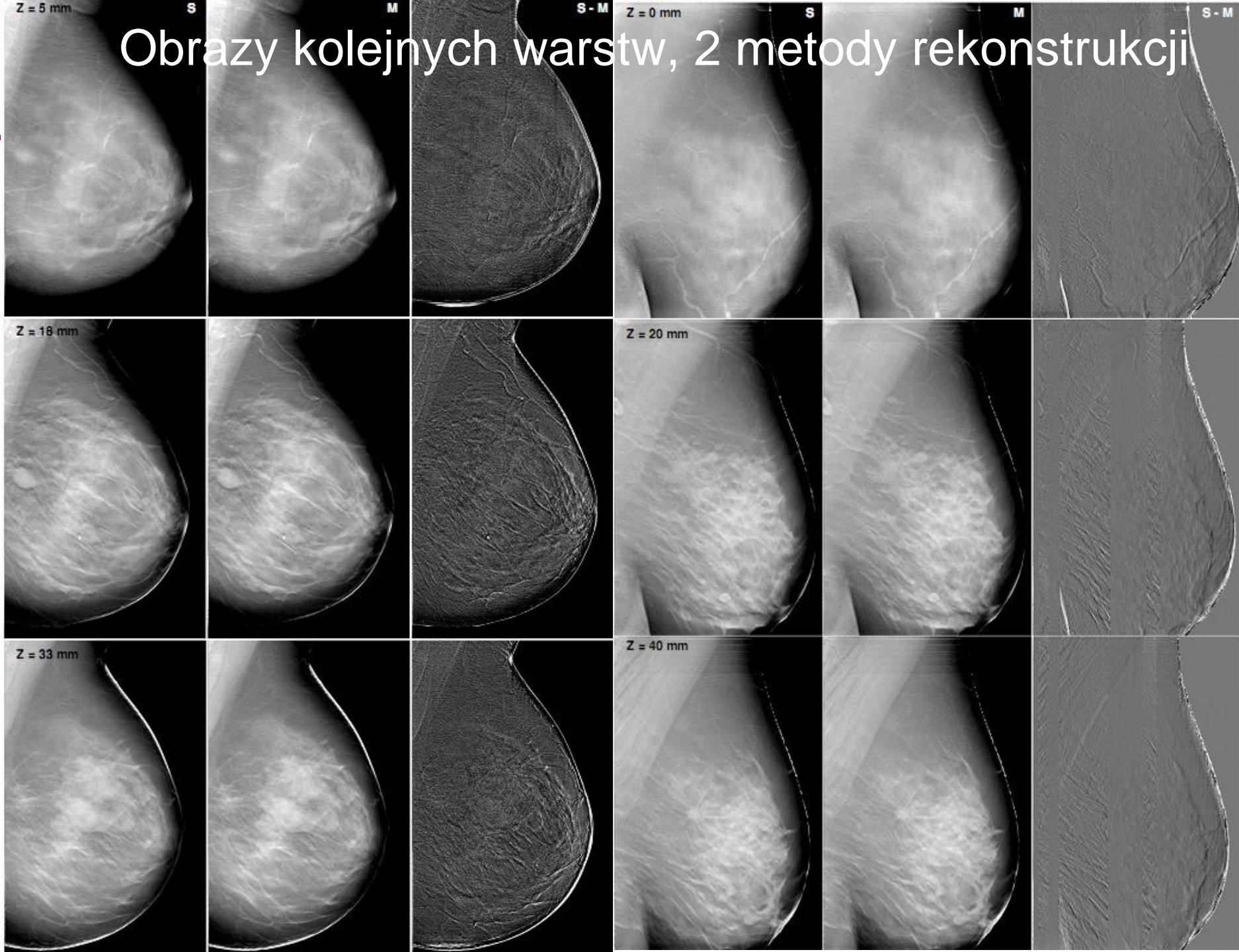
*metoda shift-and-add*

- Shift-and-add (Multiple Projection Algorithm )
- Filtrowana projekcja wsteczna
- Metody iteracyjne (funkcja kosztu):
  - Problem odwrotny (odwracanie macierzy)
  - ML (największa wiarygodność):  $P(\text{projekcja/model})$

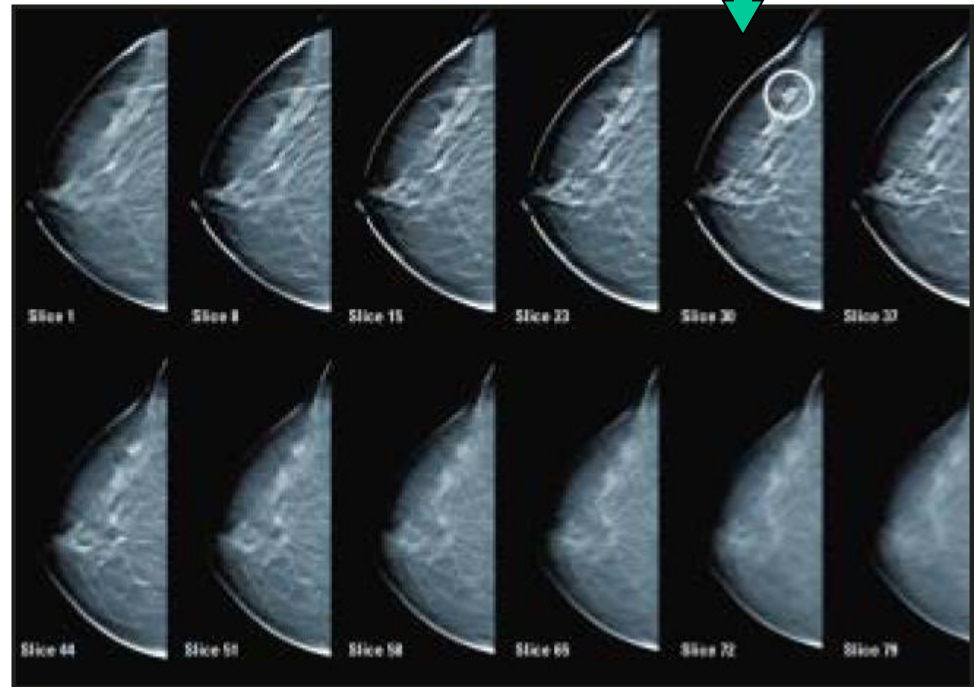


Reconstructed tomosynthesis slices through the breast from breast platform up to compression paddle reveal objects lying at differing heights in the breast, such as cysts and calcifications shown by arrows

# Obrazy kolejnych warstw, 2 metody rekonstrukcji

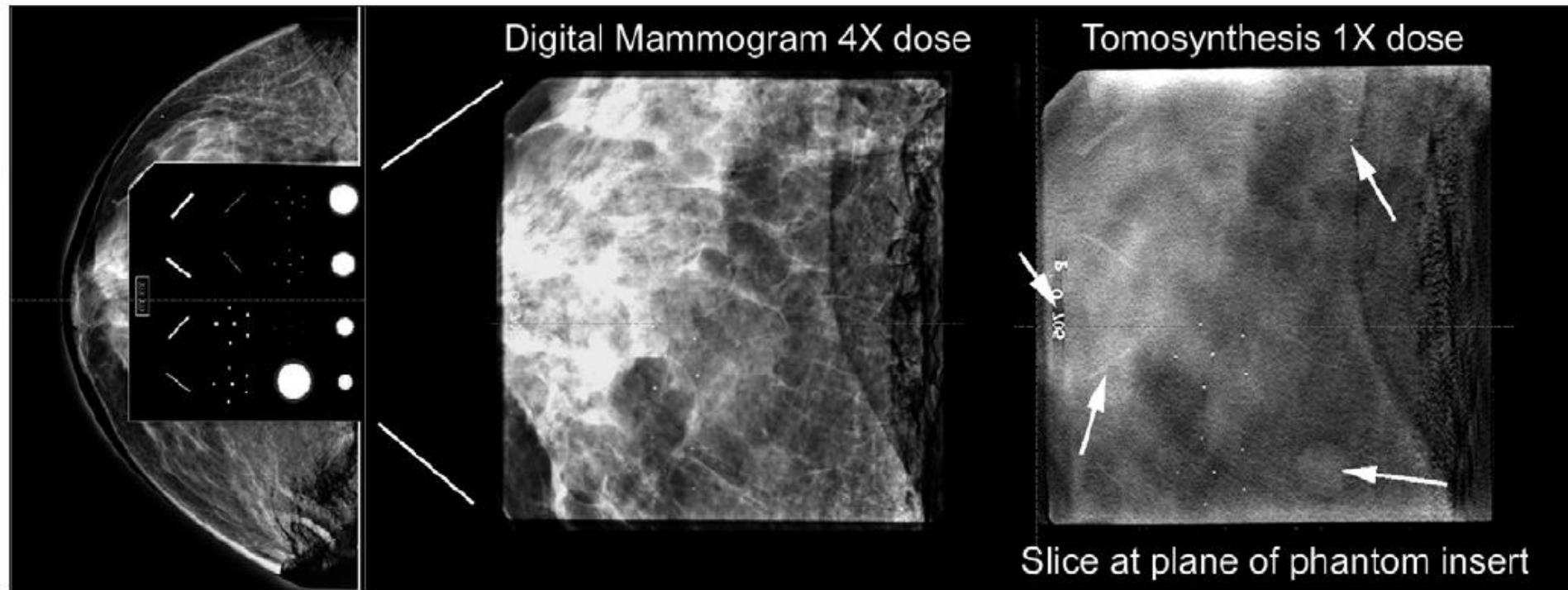


# Tomosynteza



- 16% wzrost czułości detekcji zmian
- 85% mniej decyzji fałszywych
- dawka nie większa niż w badaniu standardowym
- łagodniejsza kompresja piersi
- szybsze badanie (jedna pozycja)

# Redukcja dawki i lepsza jakość

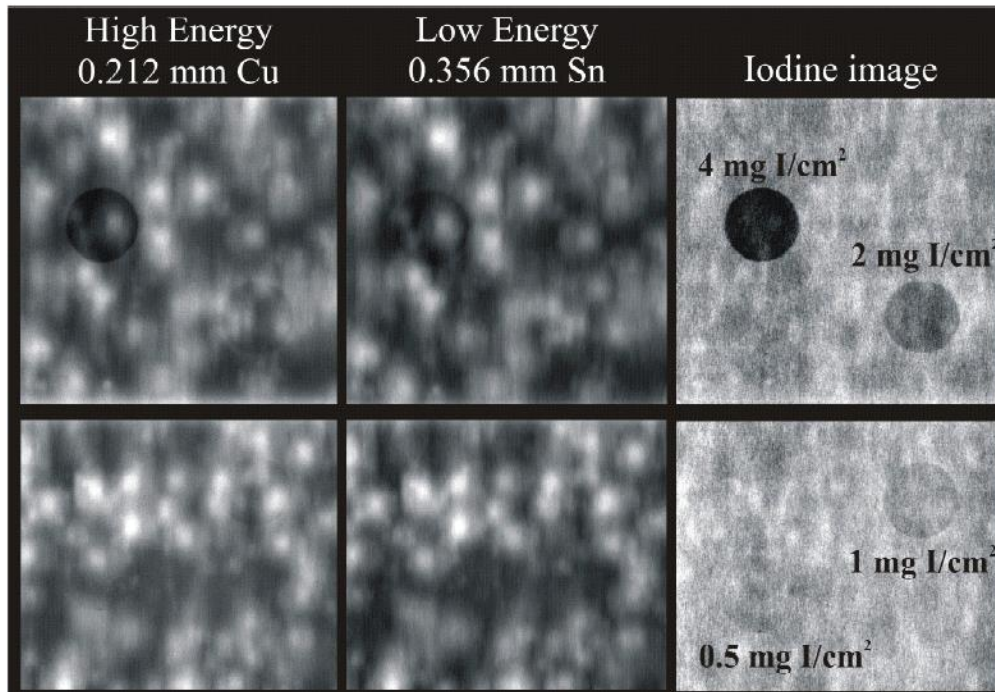


When the ACR phantom is placed on a cadaver breast and imaged (left), visibility of low contrast objects are reduced. Even at 4x a conventional dose the digital mammogram (middle) shows inferior low contrast visibility to a tomosynthesis image (right) using  $\frac{1}{4}$  the dose of the digital mammogram



# Metody dwuenergetyczne z kontrastem i przestrzenią

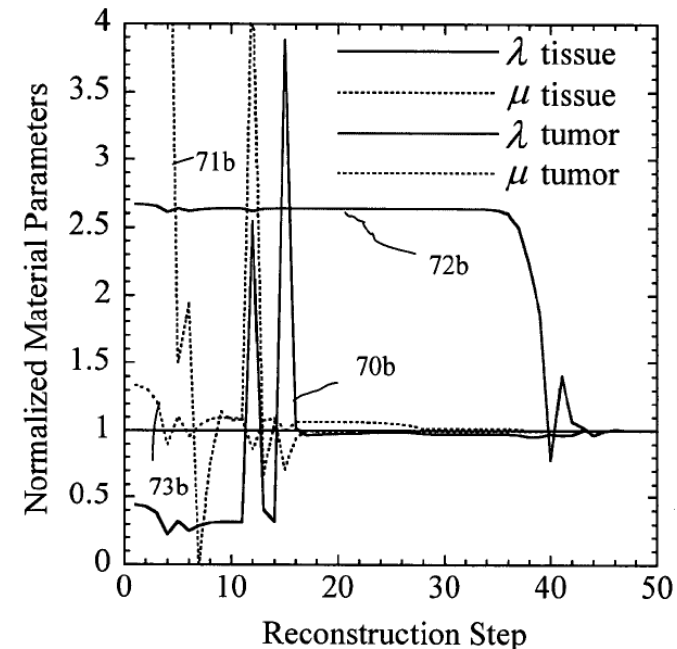
- W kolejnych chwilach czasowych obrazy różnicowe powstają poprzez ważne odejmowanie obrazów wysoko- i niskoenergetycznych (jest możliwość ekstrakcji jodu lub zróżnicowania tkanki sutka)
- Wykorzystano tomosyntezę
- Nie ma zniekształceń związanych z ruchem pacjenta



**Dual-energy subtraction for contrast-enhanced digital breast tomosynthesis**, Ann-Katherine Carton, Karin Lindman, Christer Ullberg, Tom Francke, Andrew D.A. Maidment, Proc. SPIE, 2007

# Inne metody obróbki cyfrowej na etapie akwizycji

- Korekta grubości sutka (utwardzanie wiązki, innych rozkład rozproszeń itp.)
- Normalizacja warunków akwizycji (parametry, cechy osobnicze itp.)
- Ekstrakcja tkanki gruczołowej (redukcja tłuszczowej)
- Elasto-mammografia
- .....



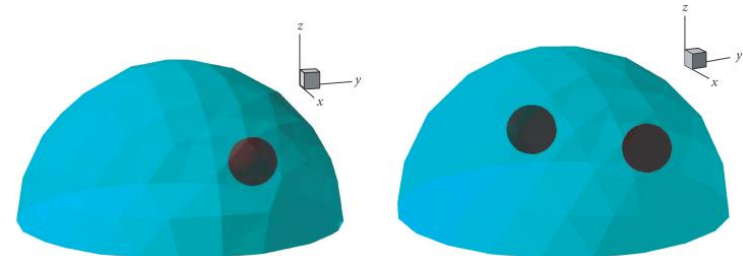
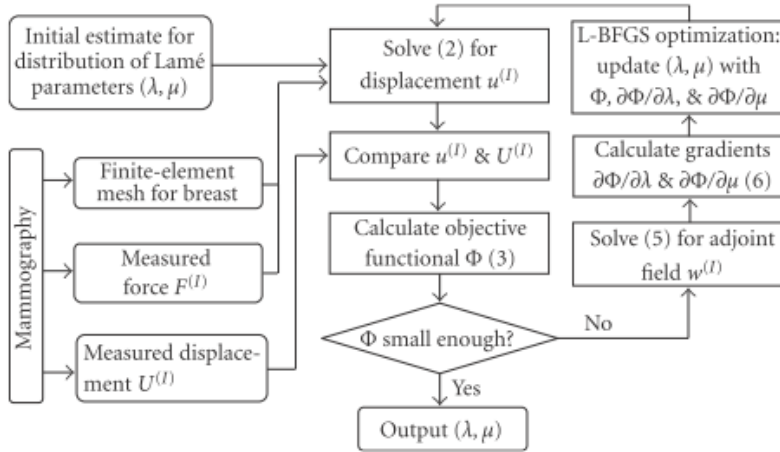
# Podstawy elasto-mammografii

$$E = \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}, \quad \nu = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$$

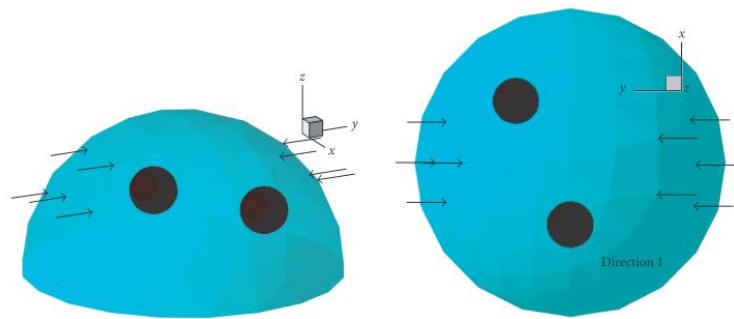
$$\lambda = \frac{E\nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}, \quad \mu = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

funkcja celu

$$\Phi(\lambda(\mathbf{x}), \mu(\mathbf{x})) = \sum_{l=1}^M \int_{\Omega} (\mathbf{u}^{(l)}(\mathbf{x}) - \mathbf{U}^{(l)}(\mathbf{x})) \cdot \chi^{(l)}(\mathbf{x}) \cdot (\mathbf{u}^{(l)}(\mathbf{x}) - \mathbf{U}^{(l)}(\mathbf{x})) dV$$

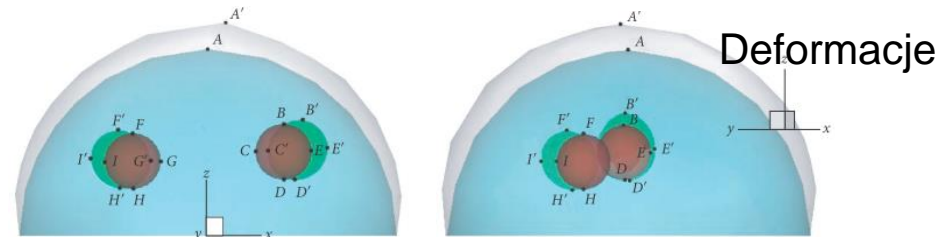


Fantomy numeryczne z jedną i dwoma zmianami



Symulacja sił działających na powierch

**Parametry Lamé** ( $\lambda, \mu$ ) wynoszą (25, 7.5) dla tkanki miękkiej oraz (125, 25) dla guza



Deformacje

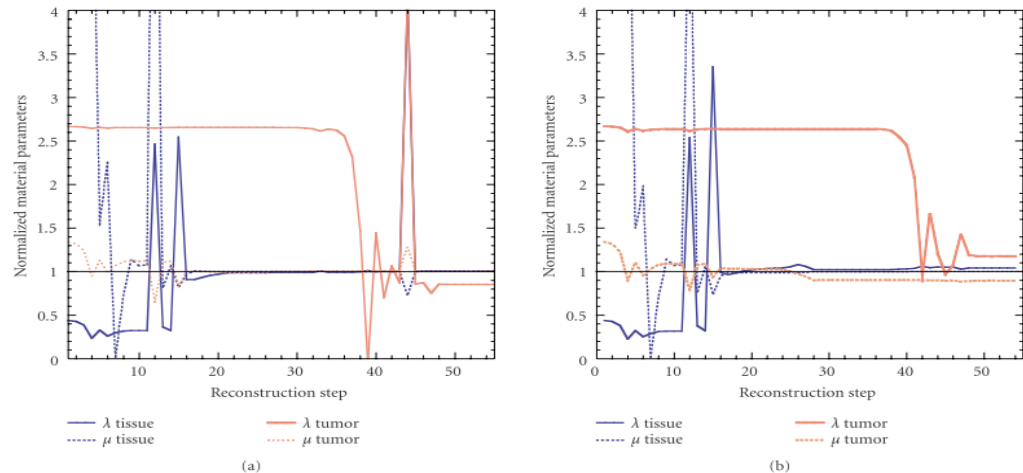


FIGURE 8: Convergent loci of elasto-mammography reconstruction for Lamé parameters ( $\lambda, \mu$ ) of normal breast tissue and tumor, normalized with the real values correspondingly. Noise is considered. (a) Phantom I (one tumor); (b) Phantom II (two tumors).

# Elastomammografia – doskonalenie modelu

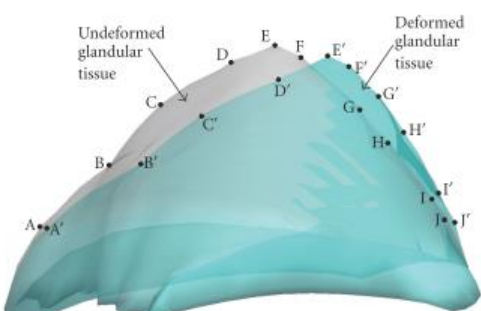
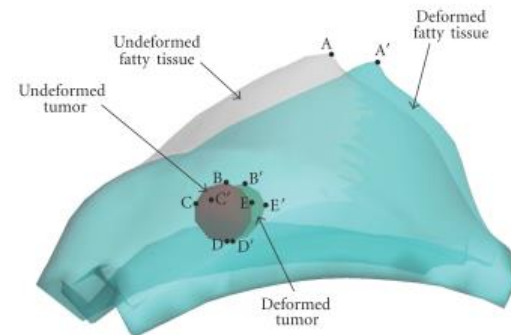
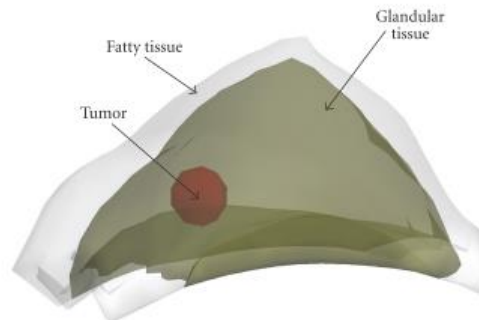
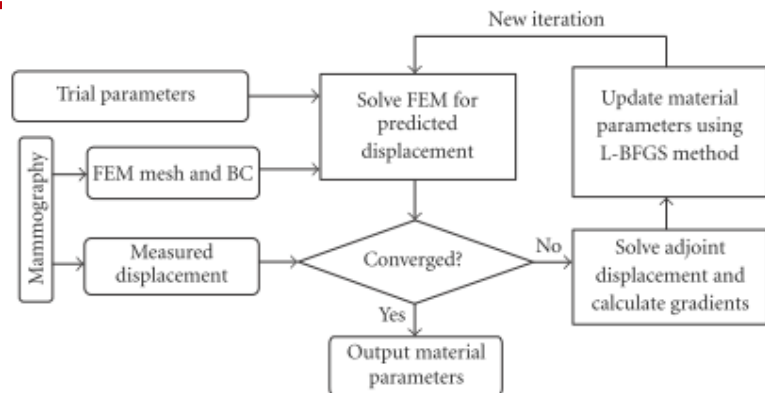
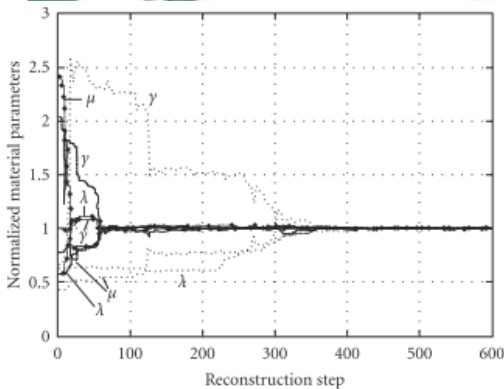
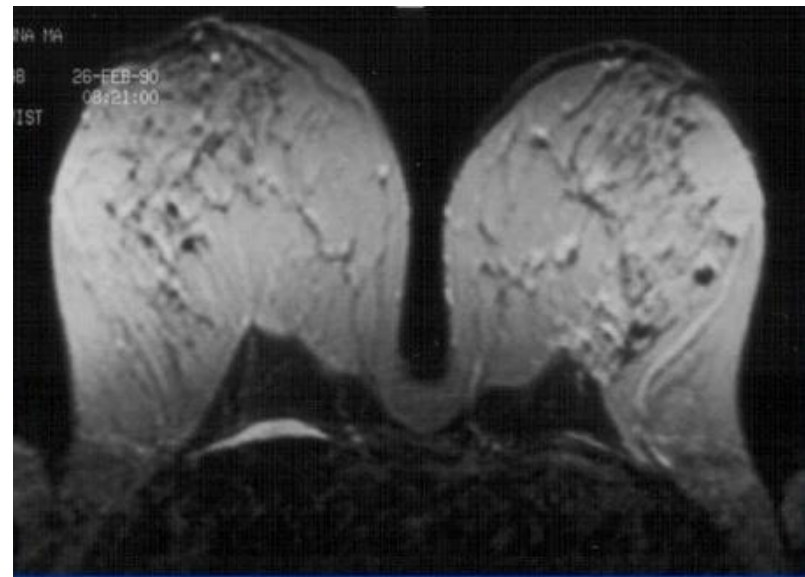
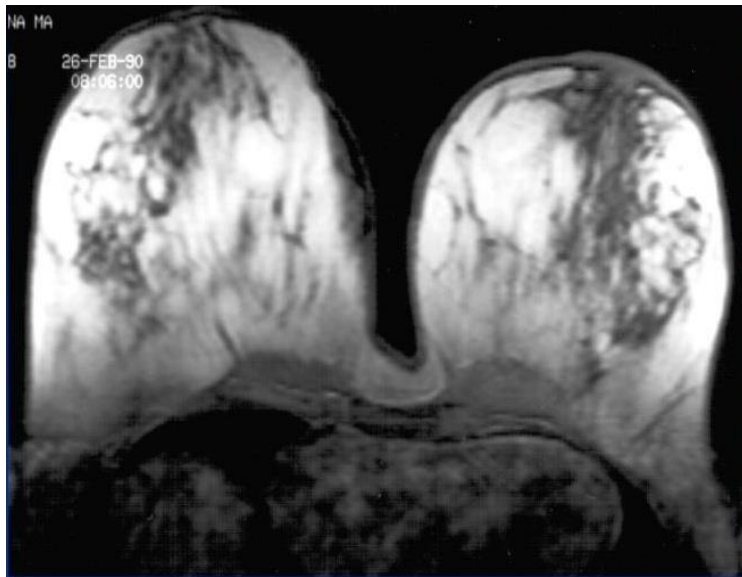
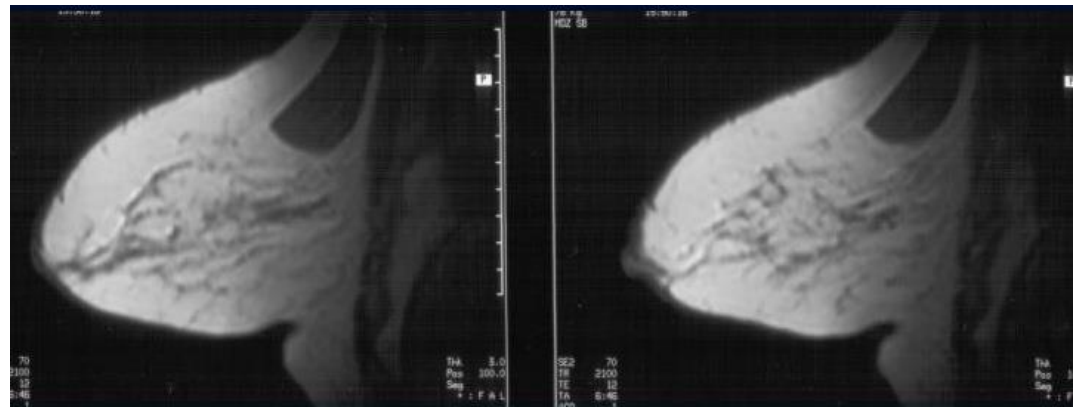
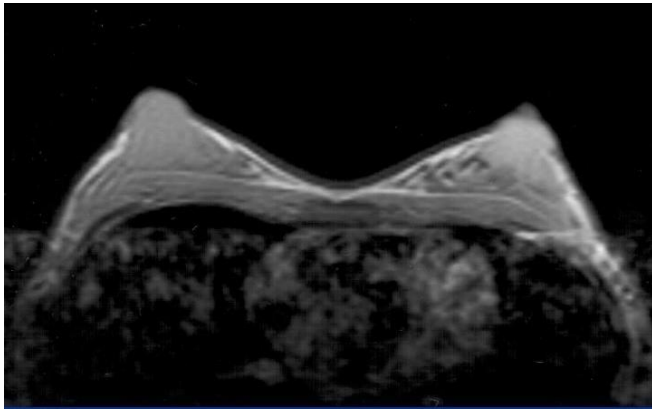


TABLE 1: Initial guess and nonlinear elasto-mammography reconstruction results of the fatty tissue, glandular tissue, and tumor in a 3D breast. The reconstructions are based on ideal mammography measurement, mammography measurement with  $\pm 5\%$  and  $\pm 10\%$  random noise, respectively. ( $\lambda$  and  $\mu$  are dimensionless,  $\gamma$  is in kPa.)

	Fatty			Glandular			Tumor		
	$\lambda_f$	$\mu_f$	$\gamma_f$	$\lambda_g$	$\mu_g$	$\gamma_g$	$\lambda_d$	$\mu_d$	$\gamma_d$
Real	35	12.5	0.4	50	25	0.25	80	35	1.5
Guess	20	10	1	20	10	1	20	10	1
	Ideal Input								
Reconstruction	35.00	12.50	0.40	50.00	25.00	0.25	79.83	34.93	1.51
	5% Noise (I)								
Reconstruction	32.95	11.76	0.44	51.82	26.15	0.23	77.12	31.10	1.69
	5% Noise (II)								
Reconstruction	34.82	12.35	0.41	51.62	26.10	0.23	66.14	29.57	1.88
	5% Noise (III)								
Reconstruction	35.9	12.69	0.39	49.67	25.08	0.25	83.75	37.27	1.40
	10% Noise (I)								
Reconstruction	35.14	12.68	0.40	48.87	24.40	0.26	107.59	35.56	1.41
	10% Noise (II)								
Reconstruction	31.89	11.69	0.46	52.17	25.39	0.24	90.29	31.01	1.69
	10% Noise (III)								
Reconstruction	36.75	12.89	0.37	48.30	24.54	0.26	107.20	48.89	0.92



# Inne modalności: przykładowe badania rezonansem



Badanie drogie/obciążające/trudniej dostępne, zbyt dużo wskazań fałszywych, wykorzystywane do badań diagnostycznych

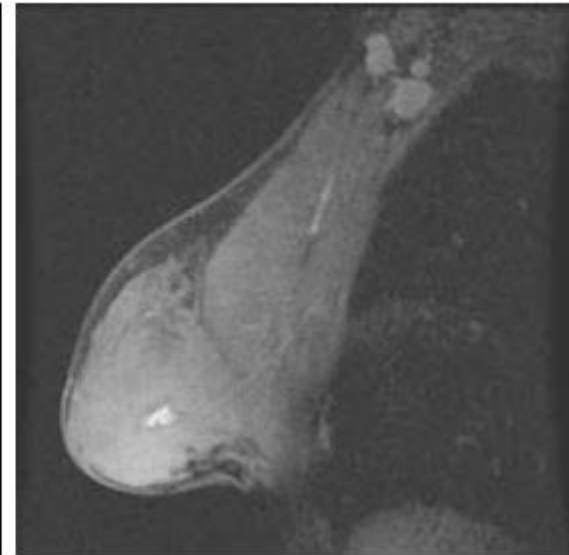
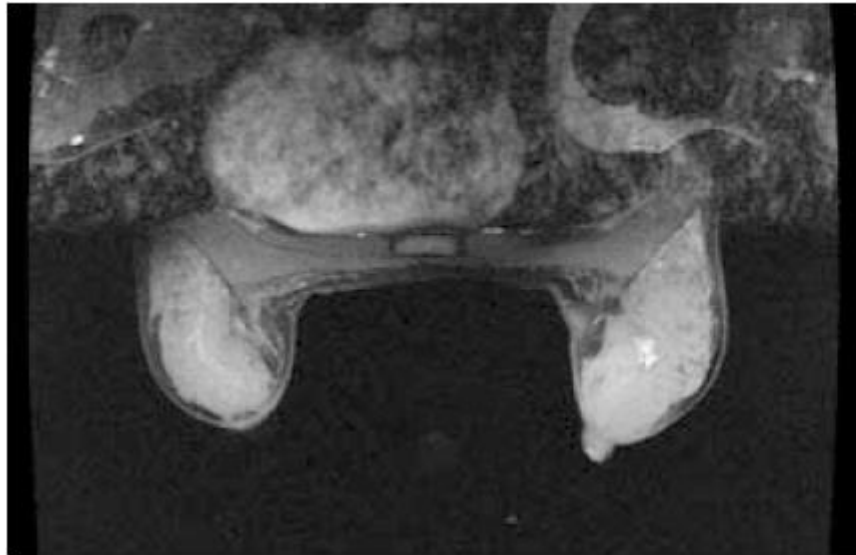
# Wysoka jakość badań MRI



A  
widoczne zmiany rakowe

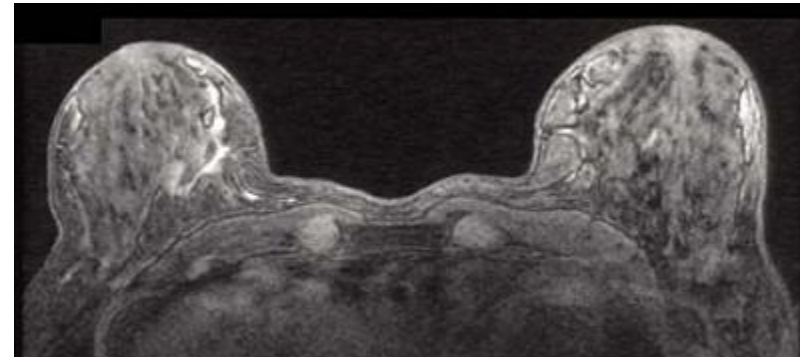
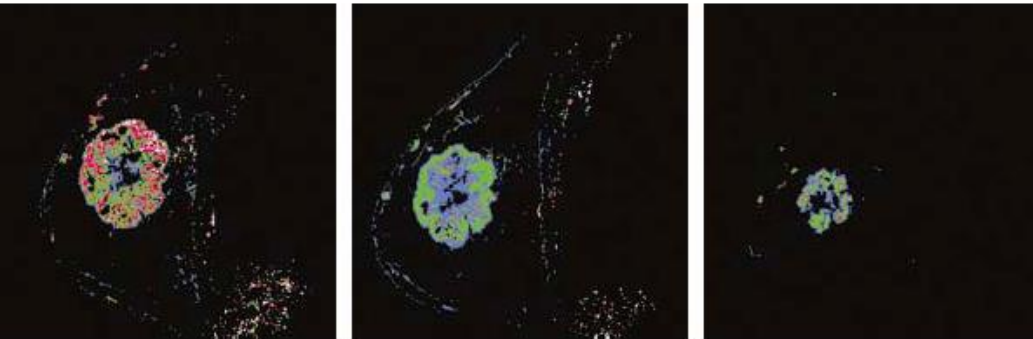


C  
D  
wprowadzenie kontrastu (*gadolin*)

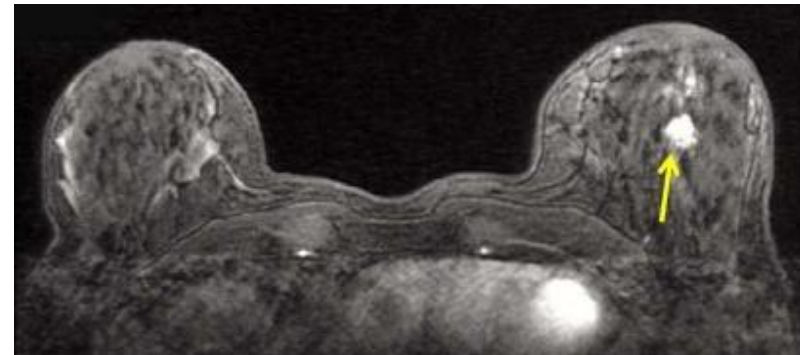


trudny diagnostycznie gęsty sutek: widoczna zmiana w lewej piersi

# Badanie kontrastowe



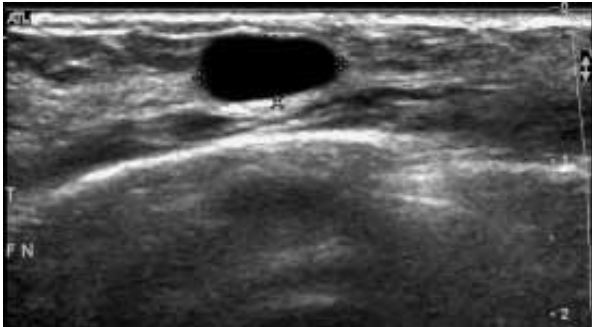
wstępny skan



wprowadzenie kontrastu  
(związki gadolinu)

- Sensitivity 95-98%
- Specificity 37-97%

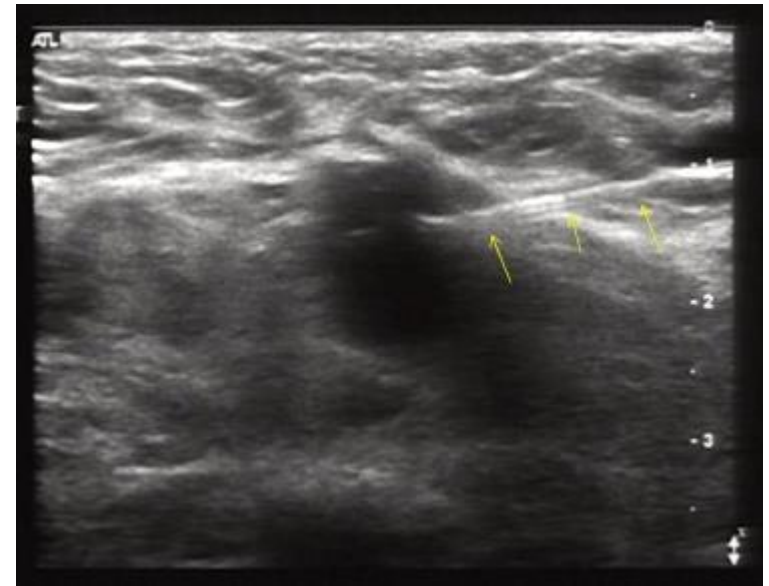
# Ultrasonografia sutka, metody optyczne



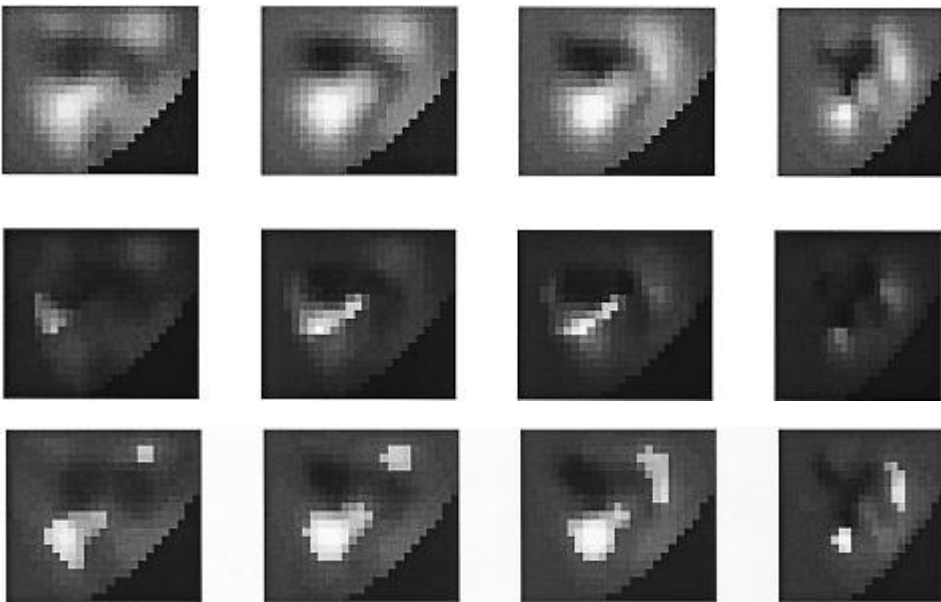
łagodna cysta (<http://www.radiologyinfo.org/>)

Zastosowanie:

- ocena natury zmian anormalnych
- uzupełniające badanie przesiewowe (rak sutka)
- monitorowanie biopsji



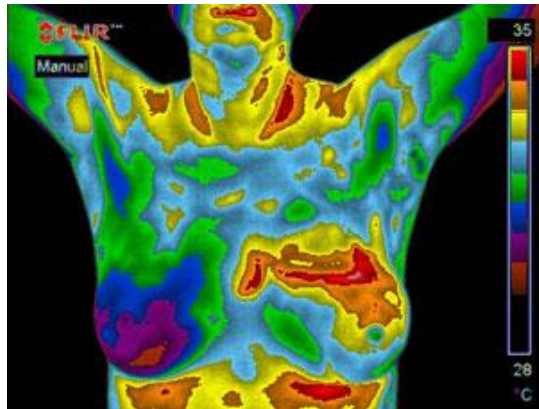
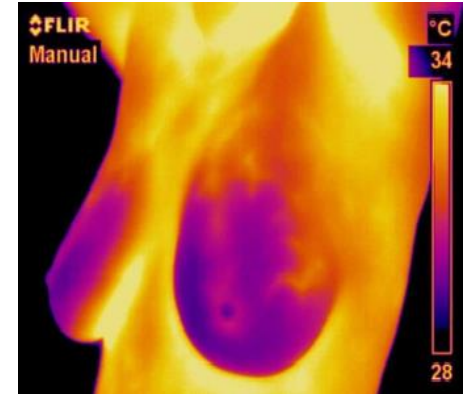
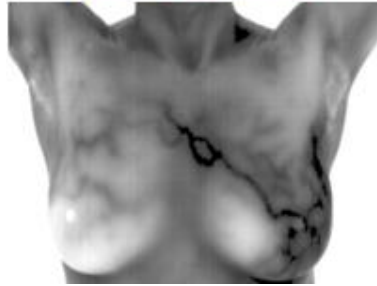
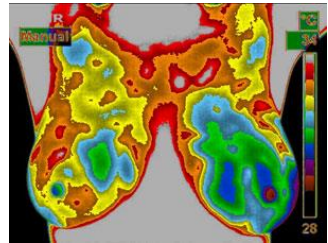
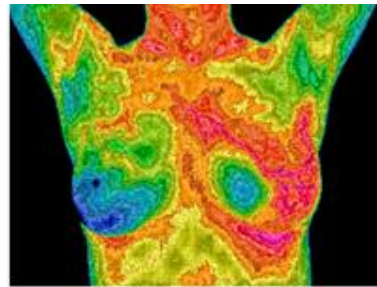
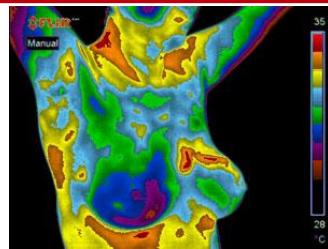
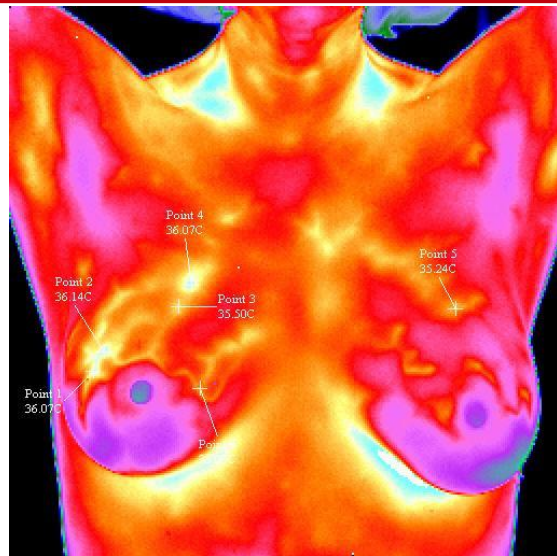
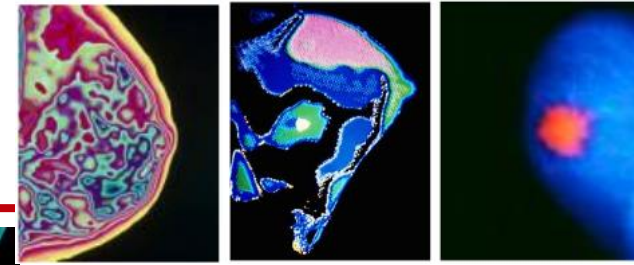
*biopsja*



*przykłady rekonstrukcji w  
optycznej tomografii absorbcyjnej*



# Termowizja – termografia ...(?)



- w 1982 roku FDA zaaprobowała termografię jako uzupełniającą procedurę diagnostyczną dla celów wykrywania raka piersi
- termografia piersi może wykazywać pierwsze symptomy formowania się raka piersi, nawet **o 10 lat** wyprzedzając zmiany anatomiczne wychwytywane w innych procedurach diagnostycznych.
- badania kliniczne wskazują, że termografia piersi znacząco zwiększa wskaźnik długoterminowej przeżywalności u kobiet z tytułu wczesnego wykrycia raka piersi (z <40% nawet do 61%)

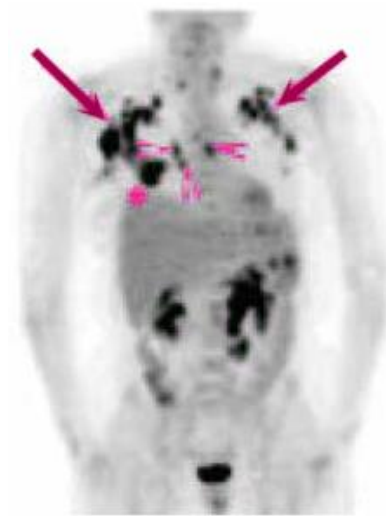
[http://www.kongres.ipo.pl/cmc2012/BRASTER\\_SA.pdf](http://www.kongres.ipo.pl/cmc2012/BRASTER_SA.pdf)

# PET

*Radiofarmaceutyk FDG - fluorodeoksyglukoza*

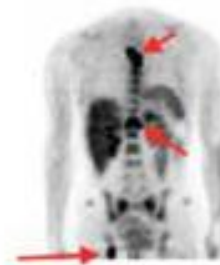
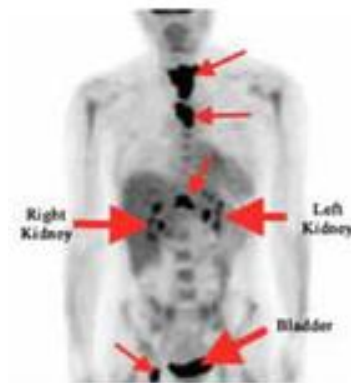


*Bez zaburzeń*



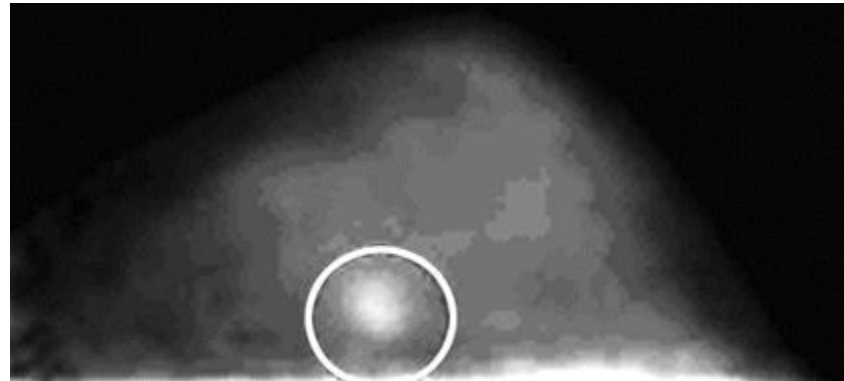
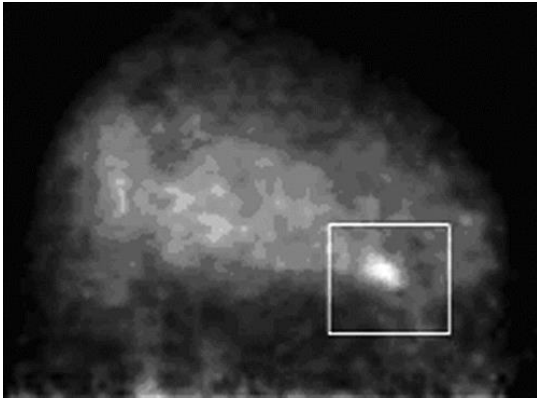
*Zajęte węzły chłonne*

*Rak sutki z przerzutami do kości*

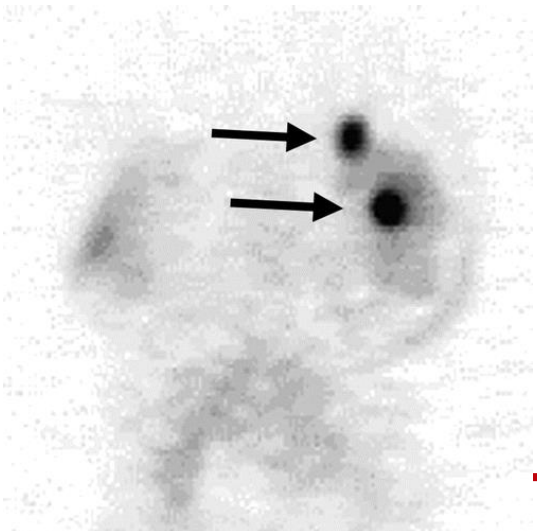


# PET w obrazowaniu raka sutka

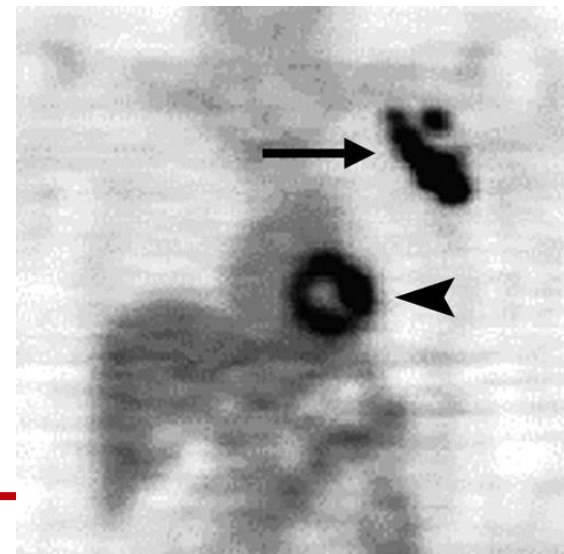
- Diagnostyka raka sutka celem wykluczenia
  - odległych przerzutów, kiedy wyniki innych badań są niejednoznaczne
  - w przypadku przerzutów do pachowych węzłów chłonnych, z ogniska o nieznanym położeniu i podejrzeniem ogniska pierwotnego w gruczole sutkowym



*Zmiany poniżej 1cm*



*Zmiany w sutku i pasze*



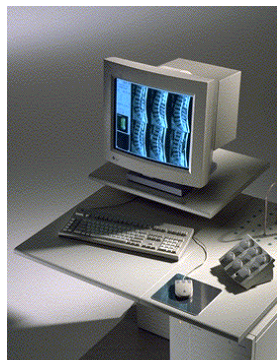
# Kompleksowa stacja diagnostyczna



Czułość diagnozy (orientacyjne):

- mammografia 30%-90%
- USG 60%
- MRI 80%
- PET 60% (spec 80%)

# Rozszerzenie (wspomagające): obrazowe stacje robocze



Niezawodni asystencji radiologów,  
chirurgów, klinicyстів – tysiące  
inteligentnych stacji roboczych

- CAD
- Wizualizacja 3W
- Planowanie chirurgiczne
- Wirtualna endoskopia
- Klasyfikacja tkanek
- Analiza interaktywna
- Przeglądanie zasobów wiedzy
- Telemedycyna
- ...



---

# **PODSUMOWANIE**

---

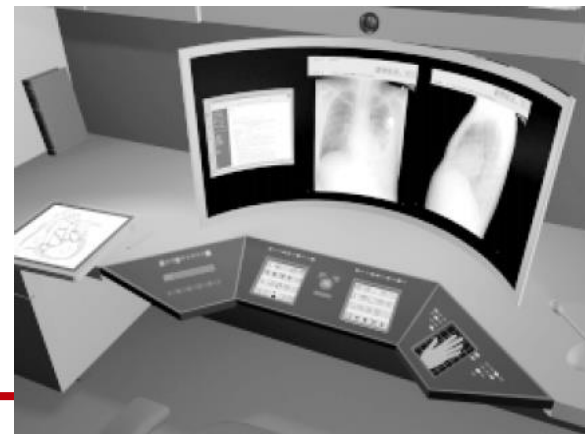
# Inicjatywa TRIP

## (Transforming the Radiological Interpretation Process)

### *The Society for Imaging Informatics in Medicine (SIIM)*

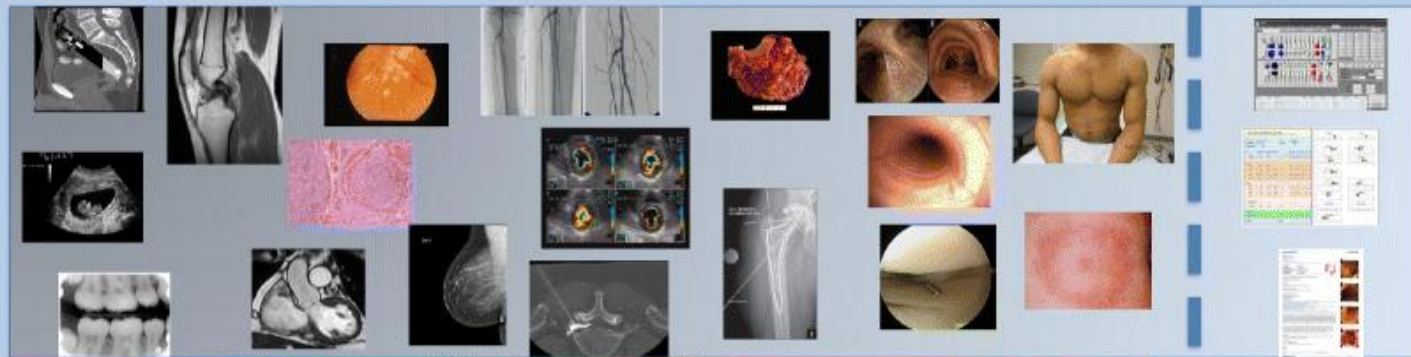
- wielka liczba obrazów w badaniach, rośnie liczba badań każdego pacjenta i liczba pacjentów w centrach radiografii cyfrowej
- nowy paradygmat interpretacji obrazów medycznych z celem **poprawy jakości i skuteczności opieki medycznej** poprzez
  - **lepszą organizacją/obiektywizacją/standaryzacją** pracy (workflow)– standaryzacja języka, ustalone metryki, protokoły, leksykony procedur, szybszy obieg i wykorzystanie informacji (workflow-CAD)
  - **szybszy/szerszy dostęp** - usprawnienie dostępu i wymiany informacji, oszczędności czasowe, hosting, konsultacje (teleCAD)
  - **doskonalsze formy wspomaganie** – poprawa warunków interpretacji, odniesienie do referencyjnych zasobów (CAD - CBIR)
  - **wykorzystanie skutecznych metod redukcji liczby błędów, większa efektywność diagnozy** – synergiczny efekt wspomaganie (CAD)

O. Ratib, D.J. Valentino, M.J. McCoy et al. 'Computer-aided Design and Modeling of Workstations and Radiology Reading Rooms for the New Millennium' *Radiographics*. 2000;20:1807-1816.



# Informatyka obrazów na rzecz medycyny

## Enterprise Imaging Content



### Diagnostic Imaging

Answer diagnostic questions

- Cardiology
- Dentistry
- Obstetrics
- Ophthalmology
- Pathology
- Radiology

### Procedural Imaging

Answer diagnostic questions or document current state

- Surgical specialties
- Interventionalists

### Evidence Imaging

Document current state

- Dermatology
- Endoscopy specialties
- Plastic surgery
- Emergency department

### Image-Based Clinical Reports

Integrate images and reference text into single multimedia report

*J Digit Imaging* (2016) 29:530–538  
DOI 10.1007/s10278-016-9882-0

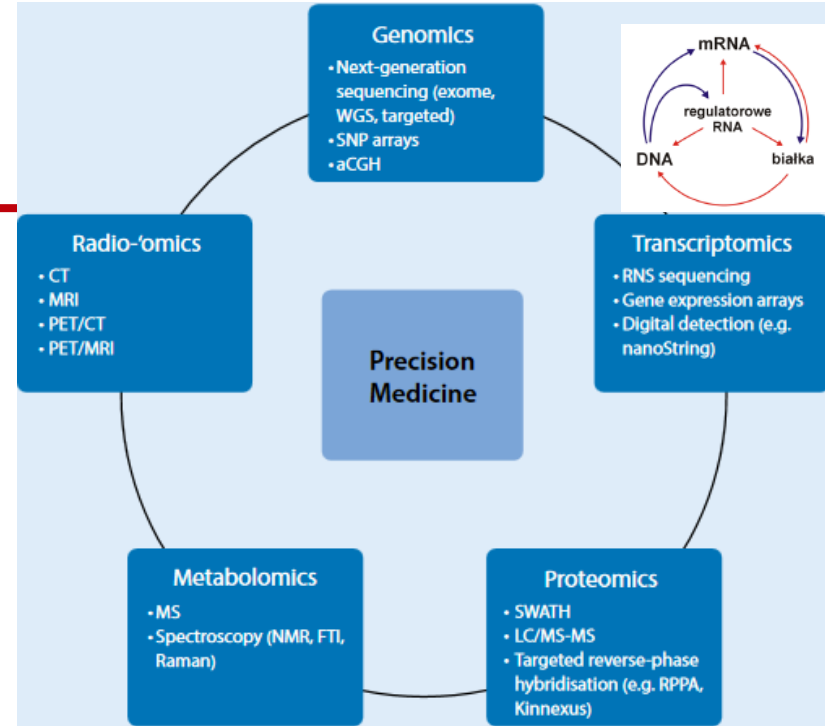
**A Foundation for Enterprise Imaging: HIMSS-SIIM Collaborative White Paper**

Christopher J. Roth<sup>1,2</sup> • Louis M. Lannum<sup>3</sup> • Kenneth R. Persons<sup>4</sup>

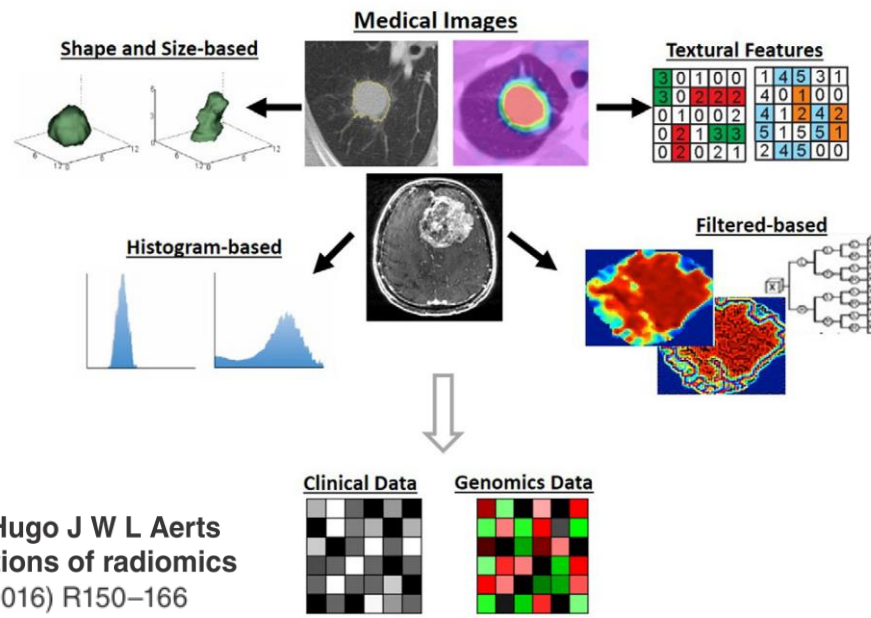


# Radiomika

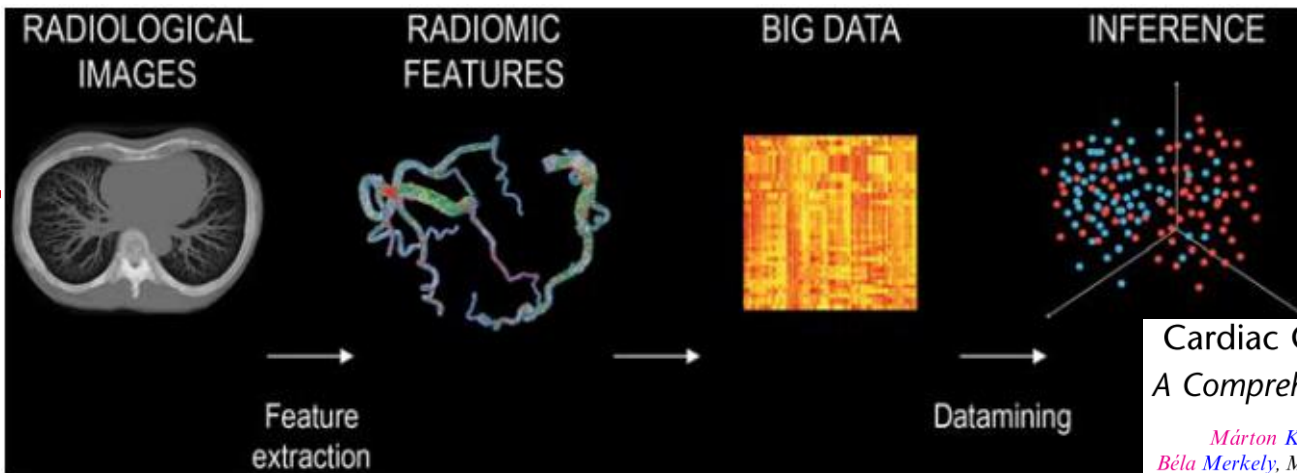
- Celem jest wyodrębnienie dużej liczby cech ilościowych z obrazów medycznych przy użyciu algorytmów analizy danych celem rozpoznania choroby
- Hipoteza: charakterystyczne/liczne cechy obrazowania różnicujące formy choroby mogą być przydatne w ustaleniu rokowania i prognozy odpowiedzi terapeutycznej zależnej od uwarunkowań – rozwój spersonalizowanej terapii (obszar genomiki, proteomiki i metabolomiki)
- Zaleta: cały guz może być badany nieinwazyjnie i wielokrotnie za pomocą obrazowania medycznego - ocena zmienności biologicznej w obrębie guzów
- Wywodzi się z onkologii i tam ma największe sukcesy
- Charakterystyka guza na poziomie komórkowym i genetycznym znajduje odzwierciedlenie w wzorcach fenotypowych (morfologia tkanki), które można poznać za pomocą obrazów medycznych



D. Leithner et al., Imaging and the completion of the omics paradigm in breast cancer, *Radiology* 2018 , 58 (Suppl 1):S7–S13

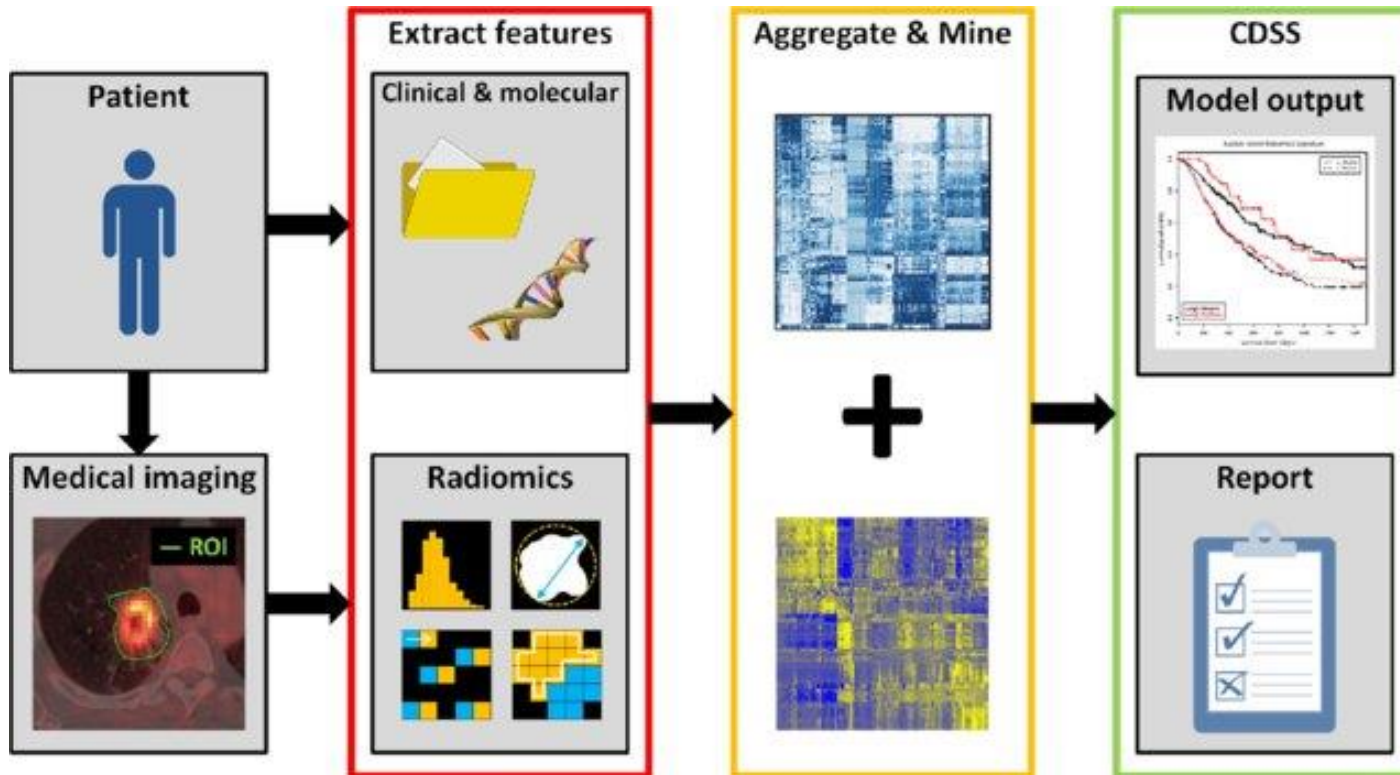


# Radiomika



Cardiac Computed Tomography Radiomics  
*A Comprehensive Review on Radiomic Techniques*

Márton Kolossváry, MD,\* Miklós Kellermayer, MD, PhD, DSc,†  
Béla Merkely, MD, PhD, DSc,\* and Pál Maurovich-Horvat, MD, PhD, MPH\*



## Radiomics applied to lung cancer: a review

Madeleine Scrivener<sup>1\*</sup>, Evelyn E. C. de Jong<sup>2\*</sup>, Janna E. van Timmeren<sup>2\*</sup>, Thierry Pieters<sup>3</sup>, Benoît Ghaye<sup>4</sup>, Xavier Geets<sup>1</sup>

# Efekty zamierzone ...

---

- .... wzmocnienie potencjału lekarza-artysty poprzez **informatywne wzmocnienie** jego działań, by powstały korzystniejsze warunki dla rozwoju sztuki-**„wrażliwości artystycznej”** wiernej pacjentowi
  - udoskonalenie medycznej sztuki poznania, by **uprawdopodobnić sukcesy leczenia** na możliwie szeroką skalę (wgląb i wszerek)
  - nie automat leczący, a narzędzie wspierające umysł poprzez **głębsze/pełniejsze poznanie ...**
-

---

Parę myśli w aktualnym kontekście ...

# **MEDYCYNA CYFROWA**

---

# Medycyna cyfrowa – czym jest?

---

- MC oznacza **tradycyjny paradygmat** wywiadu klinicznego, badania, diagnostyki różnicowej i leczenia **doskonalony za pomocą (ze wspomaganie)**
  - **uczenia maszynowego**
  - **aplikacji mobilnych i czujników, urządzeń ubieralnych i tele-zdrowie**
- Warunki konieczne/pożądane
  - nowe technologie są skutecznie weryfikowane i wprowadzane **w sposób przemysłany**
  - dane są **normowane/obiektywizowane** (w bazodanowych rekordach)
  - narzędzia cyfrowe są projektowane/wyposażane/osadzane **przy odpowiednim wsparciu klinicznym**
  - pacjenci muszą odnosić korzyści **bez zwiększania obciążenia pracą lekarzy**
  - klinicyści **muszą nadal działać na rzecz pacjentów i ich współpracowników** (nienaruszalny warunek przyszłej cyfrowej opieki zdrowotnej)
  - mamy szansę przezwyciężyć stare bariery, **pojawią się jednak nowe wyzwania, w tym kluczowe: zapewnienie lepszej opieki osobom, które nie mają dostępu do smartfonów i internetu**

# Jaka medycyna dziś-jutro?

---

- *Przyszłość już jest, tylko się nierównomiernie rozkłada (William Gibson, SF)...*
  - Problem powszechnej dostępności/świadomości lub niedoskonałej realizacji ...
  - Technologia **niekoniecznie prowadzi do lepszej przyszłości**, gdzie wiele z obecnych nierówności jest powielanych lub nawet pogłębianych
  - Opieka zdrowotna przechodzi cyfrową transformację, przyspieszoną przez pandemię COVID-19, która zmieni wiele z podstawowych elementów składowych opieki medycznej – **ta droga rozwoju może być wyboista, z wieloma przeszkodami** ...
  - Narzędzia cyfrowe przekształcają stare paradygmaty (od wywiadu po planowanie terapii) na wiele sposobów **fundamentalnie zmieniając relację lekarz-pacjent**
  - **Konieczna obserwacja: jak zmienia/zmieni się medycyna?** Jakie są kluczowe czynniki tych zmian i jak możemy rozwiązać aktualne, systemowe problemy dotyczące różnorodnych uwarunkowań nie pogarszając sytuacji?
  - Czy rzeczywiście klinicyści przekonują się do **lepszej opieki zdrowotnej przyszłości** poprzez wykorzystanie **całego potencjału nowoczesnych technologii?**
  - A może stanowią one **realne zagrożenie** poprzez rozliczne ograniczenia z nimi związane?
-

# Szanse czy pułapki?

---

- Ciągły rozwój zawodowy lekarzy, społeczny autorytet wobec eksplozji wiedzy medycznej i rosnąca złożoność metod leczenia sprawiają, że **trudno jest utrzymać specjalistyczną wiedzę na najwyższym poziomie** - wiedzę konfrontowaną ze **społecznym żądaniem lekarza doskonałego**, kształtowanym m.in. otwartą, społeczną, wręcz globalną dyskusją (np. testy genetyczne celem doboru leków, personalizacja leczenia, ubieralne sensory), kontrolą, weryfikacją możliwości medycyny ...
  - Wizja zmiany klinicysty „z autorytetem” na interpretatora zaleceń generowanych przez algorytmy bazujące na najnowszych dowodach (dane, genomika, radiomika etc.,)
  - **Fundamentalna zmiana zadań**: zamiast umiejętnego zdobywania wiedzy do sprawnego przekazu/interpretacji pozyskanych wyników badań
  - **Kompleks taksówkarza** (wieloletnie doświadczenie vs. smartfon vs. autonomiczny samochód) ....
  - Wywiad jest sztuką, fundamentem medycyny (?)
    - elektroniczne kwestionariusze, z rozgałęzionymi logicznie zmieniającymi się pytaniami zależnymi od odpowiedzi są już powszechnie stosowane
    - krótki skok do generowania diagnoz różnicowych z dalszymi pytaniami celem dopracowania listy z przypisanym każdej diagnozie prawdopodobieństwa z sugestią najbardziej efektywnej strategii badania
    - zastosowanie chatbotów może posunąć ten proces dalej, automatyzując go z dodatkiem analizy wzorców głosowych celem wykrycia podtekstów emocjonalnych
    - hybrydowe połączenie robota z diagnostą? dopóki robot nie będzie nieomylny?
-

# Szanse!

- Środowiskowe **rozpoznawanie mowy** (sterowanie urządzeniami, translacja na tekst wywiadu czy diagnoz z możliwością ludzkiej korekty), pisma ..
  - **Realna pomoc cząstkowa/diagnostyczna-poznawcza**: analiza kaszlu (np. zdalna), analiza zdjęć w dermatologii (zdjęcie pieprzyk-rak) ...
  - Diagnoza różnicująca bazuje na wiedzy, doświadczeniu i znanym prawdopodobieństwie zdarzenia (estymacja ryzyka) – **ekstrakcja cech ukrytych, osobliwych, nieunormowanych może być lepsza poprzez inteligentne wspomaganie ((informatywne wzmocnienie)**
  - Kluczowe są **modele wiedzy dziedzinowej**, funkcjonalne, kompleksowe ...
  - Ważny jest model świadczenia opieki medycznej - istnieje zapotrzebowanie na cyfrową pierwszą opiekę i zdalne konsultacje z lekarzami rodzinnymi, opieka specjalistyczna ...
  - Zupełnie nowe możliwości
    - **smartfony** dają ogromne możliwości w zakresie opieki zdrowotnej jako osobiste urządzenie komunikacyjne, które jest stale noszone przy sobie i może aktywnie lub pasywnie gromadzić dane dotyczące zdrowia pacjenta - dedykowane aplikacje zdrowotne, które wykorzystują czujniki wbudowane w telefon
    - konsumenckie **technologie ubieralne** (zegarki, rękawice, wkładki do butów, nakrycia głowy, pierścionki ...): zbierają dane fizjologiczne (głównie pasywnie) poprzez wbudowane czujniki
    - dostarcza to klinicystom więcej niż kiedykolwiek danych do interakcji i analizy (jak je reprezentować w rejestrze pacjenta?) – **olbrzymie źródło danych fizjologicznych, jak i kto ma to wykorzystać?**
    - wstępne badania kliniczne wykazały jednak **niską wykrywalność chorób na tej podstawie – sugestia funkcji wspierającej/uzupełniającej**
    - możliwość kontrolowanych ćwiczeń wspierających zdrowie psychiczne itd..
-



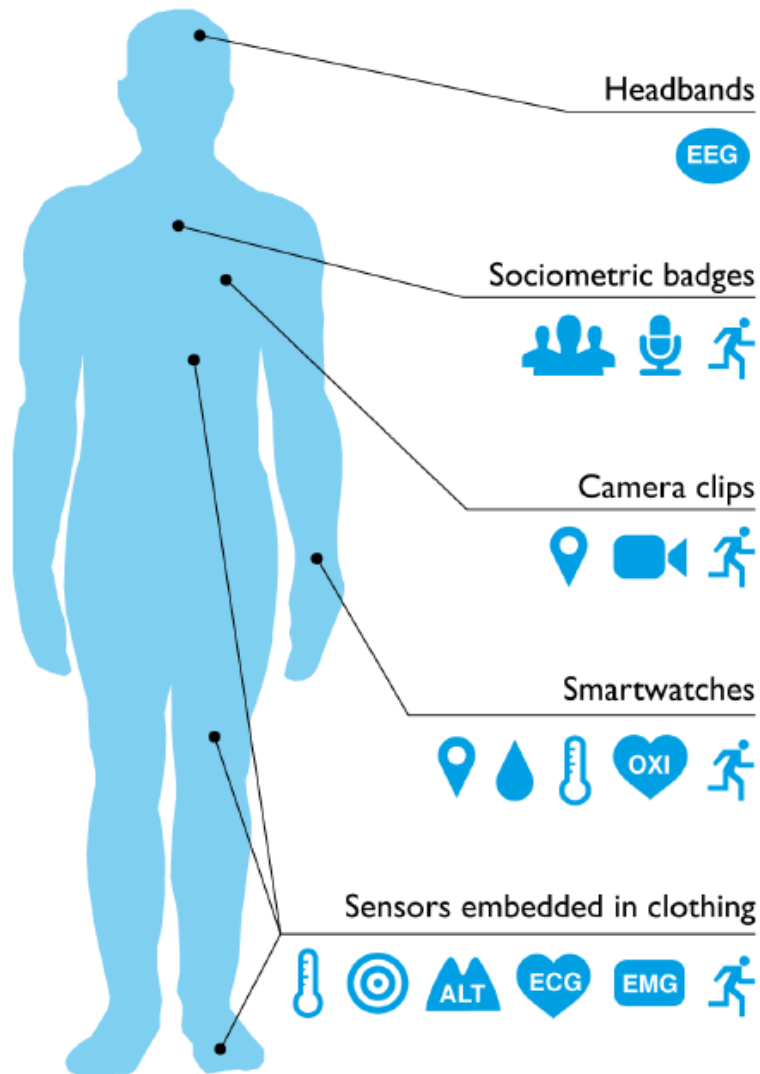
# Telezdrowie

- Wykorzystanie telekomunikacji i cyfrowych technologii komunikacyjnych
- Opieka domowa, nadzór kardiologiczny etc.
- Znana od lat, problemy jednak pozostają ...
- Włączona do badania populacja jest zazwyczaj zamożna, o niskiej bazowej zapadalności na choroby i ograniczonych czynnikach ryzyka
- Opieka wirtualna jest dobrze tolerowana przez pacjentów, w niektórych przypadkach preferowana; klinicyści stwierdzili, że jest skuteczna
- Możliwa jest integracja opieki wirtualnej z bardziej tradycyjnymi ścieżkami w sposób hybrydowy jest bardzo kusząca

**Table 1. Barriers to telehealth implementation<sup>19</sup>**

<b>Patient</b>	<b>Clinician</b>	<b>Organisation</b>
Age	Technically challenged staff	Cost
Level of education	Resistance to change	Reimbursement
eHealth/computer literacy	Licensing	Legal liability
Internet bandwidth	Perception of impersonal care	Privacy/confidentiality
Unawareness	Information overload	Security of data
High expectations of users	Interoperability	Effectiveness
Apathy	Poor design	Age of existing equipment
No phone	Language barrier	Efficiency
Socioeconomic status		Profit status
Gender		Organisation size
Preference for personal care		Teaching status
		Implementation models

# Technologie ubieralne



- Accelerometer
- Altimeter
- Digital camera
- Electrocardiogram
- Electromyograph
- Electroencephalogram
- Electrodermograph
- Location GPS
- Microphone
- Oximeter
- Bluetooth proximity
- Pressure
- Thermometer

- Konsumenckie urządzenia ubieralne mogą dostarczać pacjentom spersonalizowanych danych dot. zdrowia, pomocnych w samodiagnozie i interwencjach związanych ze zmianą zachowań
- Istnieje wiele obaw dotyczących bezpieczeństwa, niezawodności i zabezpieczenia konsumenckich urządzeń ubieralnych w opiece zdrow.
- Czy i jak te postępy technologiczne mogą wpłynąć na opiekę zdrowotną przyszłości? jest wysoce prawdopodobne, że podobnie jak wiele trendów technologicznych, te masowo sprzedawane gadżety popadną w zapomnienie

The Rise of Consumer Health Wearables:  
Promises and Barriers

# Jak to wykorzystać?

---

- Może być podobnie jak w przypadku diagnoz stawianych przez pacjentów za pośrednictwem Google, mniej niż 5% ankietowanych pracowników służby zdrowia uznało, że jakakolwiek internetowa autodiagnoza była pomocna ... Ale nie musi ....
  - **Możliwa procedura (na podstawie *wearables*)**
    - jeśli znajdą się struktury/możliwości **włączenia urządzeń noszonych do systemów opieki zdrowotnej**, mogłoby to z kolei zapoczątkować **rozwój programów walidacji**, którym towarzyszyłyby odpowiednie **szkolenia pracowników służby zdrowia**
    - ta **wiedza/zrozumienie** może być następnie rozpowszechniane wśród **pacjentów**, w miarę jak zwalidowane urządzenia stawałyby się **standardem**, dostarczając zarówno indywidualnych, jak i zbiorczych danych dla pacjentów, rządów i podmiotów świadczących opiekę zdrowotną
    - **praktycy i badacze powinni starać się współpracować i rozpocząć konstruktywny dialog** na temat tego, jak podejść do tych postępów technologicznych i dostosować je tak, by **technologia** wearable stała się **cennym zasobem** opieki zdrowotnej XXI wieku
-

# Możliwy rozwój

## How it started

History  
Examination  
Differential diagnosis  
Traditional tests  
Treatment

In-person visits  
Paper notes  
Posted/faxed communication  
Limited data protection

Historical inefficiencies  
Inequitable care  
High clinician workload

## How it's going

Basic chatbots  
Diagnostic decision aids  
Wearables / mobile app  
supported therapy

Virtual visits/wards  
Fractured/disparate  
electronic records  
Email communication  
Data protection

Novel inefficiencies  
Digital inequity  
High clinician workload

## How it could be

Sophisticated chatbots  
Streamlined personalised  
differential with optimised tests  
Remote continuous data  
collection

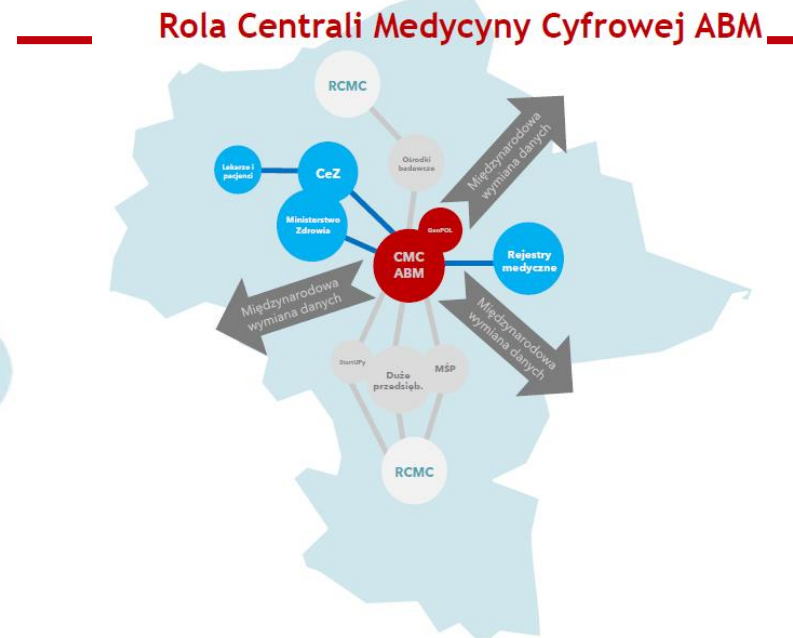
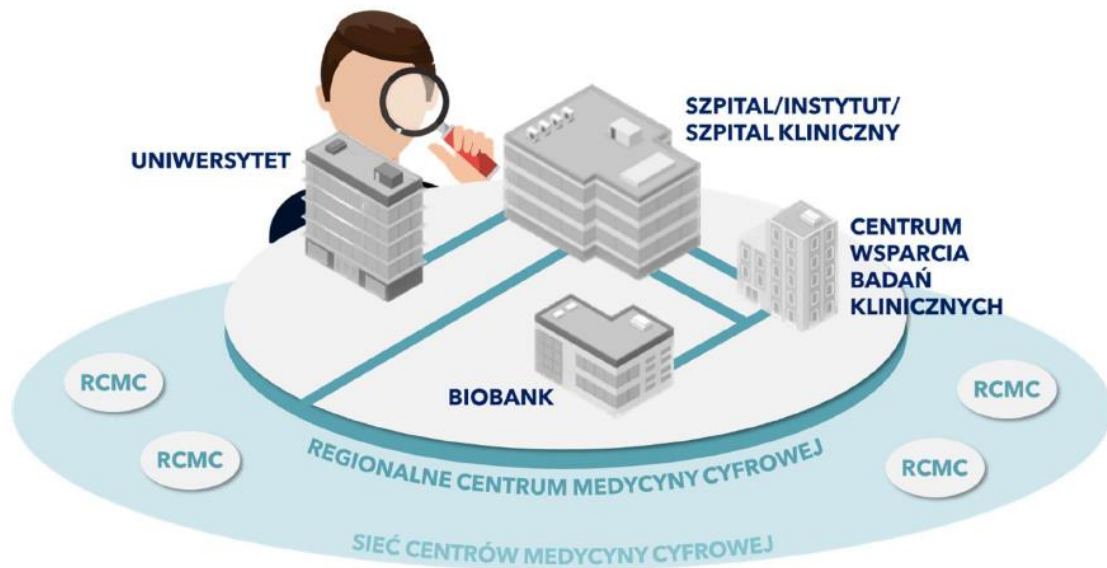
Hybrid visits/wards  
Unified electronic records  
Unified digital communication  
Protected data easily accessed

Efficient care  
Digital equality  
Manageable clinician workload

# Wyzwania

---

- Kosztowne i nieefektywne tradycyjne modele opieki – cyfrowe technologie mogą to zmienić
  - Demokracja w służbie zdrowia - możliwość przełamania barier w opiece medycznej (ze względu na status społeczno-ekonomiczny, niepełnosprawność, język, dostępność) jest oczywista – tani i ogólnie dostępny sprzęt jest szansą
    - możliwość wykrywania subtelnych objawów klinicznych, większa pewność stawianej diagnozy, dobór planu postępowania zmniejszający stres u wszystkich zaangażowanych osób
    - Integracja: jedna strategia dla wszystkich modeli opieki - spersonalizowana opieka zdrowotna lepiej działa, gdy zwiększa się ilość i kompletność danych na poziomie pacjenta
  - Pozyskiwanie, zabezpieczanie, integracja i przechowywanie danych: ujednolicony zbiór danych pacjentów dostępny dla każdego pacjenta lub lekarza w każdym czasie
  - Wykluczenie cyfrowe: braku umiejętności cyfrowych, ograniczony dostęp do urządzeń i danych, ubóstwo
  - Klinicyści muszą mieć pewność, że technologia **im służy**, pomaga **zapewnić lepszą opiekę pacjentom** – nie jest zaś hegemonom, który oddziela od pacjentów, separuje, limituje poznanie i możliwości aktywnego działania
-



Konkurs ABM 2023

# WIZJA ROZWOJU W POLSCE: RCMC

# RCMC

- **Struktury** łączące bazy danych uniwersytetów, szpitali klinicznych, Biobanków i innych
- **Wdrożenie innowacyjnych instrumentów w zakresie cyfryzacji**
- **Cel: standaryzacja** pozyskiwania i przetwarzania wysokiej jakości danych medycznych **do celów naukowych i analitycznych** oraz zapewnienie możliwości **bezpiecznej wymiany ustrukturyzowanych danych**
- **Uporządkowanie systemu zarządzania danymi** medycznymi na poziomie głównych ośrodków uniwersyteckich i klinicznych, a w dalszej perspektywie wybudowanie połączeń pomiędzy tymi jednostkami i zbieranie danych z jednostek współpracujących przy rozwoju RCMC
- **Dane:** mszą być, zależnie od źródła, **anonimizowane**, pseudonimizowane lub jawne (zależy od wizji konkretnej jednostki RCMC); dane nie mogą służyć budowaniu prywatnych baz danych; jednostki tworzące RCMC zobowiązują się **dzielić danymi** między sobą w celu rozwoju nauki i budowaniu współpracy (należy wziąć pod uwagę zmieniające się otoczenie prawne oraz być gotowym do dzielenia się danymi z innymi jednostkami)
  - Przesyłanie danych zgodnie z żądaniami Centrali CMC (ABM) celem analiz big data związanych z analizą genomu populacji polskiej
- **Rozwój**
  - w pierwszym etapie konieczne jest przeprowadzanie m.in.: analizy prawnej, procesowej, wdrożeniowej, informatycznej i technicznej posiadanych zasobów oraz uwzględnienie możliwości ich integracji oraz interoperacyjności; możliwe jest rozwijanie projektu w oparciu o stopniową adopcję technologii tzw. agilowe podejście iteracyjne
  - samodzielnie narzędzia i techniki pracy z danymi służące rozwojowi medycyny cyfrowej
  - wsparcie dla prowadzenia badań klinicznych na różnych etapach
  - wymiana i analiza wyników stanowić będzie przełom m.in. **w chorobach rzadkich**, w których badania zazwyczaj wykonywane są na małych grupach pacjentów

# Cele tworzenia RCMC

---

- Główny: stworzenie zaplecza infrastrukturalnego, kadrowego oraz systemowego umożliwiającego docelowo powstanie Sieci Centrów Medycyny Cyfrowej
  - Cele pomocnicze
    - Pomoc w **projektowaniu badań klinicznych**, magazynowaniu danych i ich analizie w czasie rzeczywistym
    - Generowanie **wysokiej jakości zbiorów danych klinicznych i omicznych** do dalszych analiz, tworzenia narzędzi AI
    - Opracowanie **technicznych standardów** udostępniania danych i analizy danych wtórnych
    - Powstanie **algorytmów i narzędzi** pozwalających na analizy zintegrowanych danych oraz wydajnego oprogramowania do zabezpieczania i udostępniania danych, w tym **danych omicznych**
    - Świadczenie usług medycyny cyfrowej w ramach **projektów badawczych**
  - Konieczny Biobank
-



# Zbieranie danych medycznych (źródła) i funkcjonalność RCMC

- HIS: demograficzne, ICD10(choroby), ICD9 (procedury), leki, pobyty, wizyty, chronologia zdarzeń, **dane opisowe**
- Diagnostyka laboratoryjna, **obrazowa**, histpat, dane dot. materiału biologicznego (biobanki), badanie genomu
- Dane omiczne, z telemetrii, ankiety etc.
- Dane biobanku: informacje o dostępności materiału biologicznego, z badań genomu



# Plan rozwoju RCMC

---

- Innowacyjne prace naukowo-badawcze o wysokim potencjale implementacyjnym
  - Rozwój badań naukowych z wykorzystaniem danych pochodzących z Biobankowanych próbek
  - Badania z wykorzystaniem skonsolidowanych danych (eCFR, HIS etc.)
  - Dzielenie się danymi w ramach współpracy naukowej
  - Nowe rozwiązania teleinformatyczne
    - algorytmy AI/ML, modele matematyczno-statystyczne
    - narzędzia strukturyzujące agregowane dane
    - rozwiązania wspomagające diagnostykę oraz opiekę medyczną
    - selekcjonowanie i indeksowanie danych
    - wykorzystanie słowników
    - zabezpieczenie danych,-integracja z innymi CMC , struktura modułarna
    - asystent lekarza (rozpoznawanie mowy i tekstu, )
    - integracja z systemami IT
    - wykorzystanie szablonów
-

# Zadania RCMC (przykładowe)

- tworzenie, rozwój, upowszechnianie i wdrożenie inteligentnych rozwiązań (AI)
- tworzenie cyfrowych narzędzi o charakterze prognostycznych, predykcyjnych i terapeutycznych algorytmów sztucznej inteligencji opartych o wygenerowane w ośrodkach zbiory danych klinicznych i omicznych,
- tworzenie algorytmów dawkowania leków
- tworzenie algorytmów generujących ostrzeżenia o niepożądanych skutkach przy przepisywaniu kombinacji wielolekowych
- tworzenie algorytmów poprawiających monitoring pacjenta
- tworzenie algorytmów poprawiających zarządzanie procesem leczniczym
- integracja i analiza danych w ramach RCMC z Systemów PACS (Picture Archiving and Communication System) oraz VNA (Vendor Neutral Archive) służące do archiwizacji i udostępniania obrazowej dokumentacji medycznej z różnych źródeł
- integracja i analiza danych w ramach RCMC z Systemów CAD (Computer-Assisted Diagnosis) umożliwiające diagnozę na podstawie obrazowania
- tworzenie systemów wspomaganie decyzji lekarskich/klinicznych
- rozwój systemów wewnętrznych IT jednostki umożliwiających digitalizację dokumentacji medycznej, tworzenie algorytmów AI wspomagających procesy zarządcze w jednostce
- wsparcie prac badawczo-rozwojowych związanych z medycyną cyfrową
- koordynacja współpracy pomiędzy lekarzami, informatykami i biostatystykami w celu rozwijania algorytmów AI
- tworzenie lokalnych baz danych, które z łatwością mogą zostać włączone w budowane rozwiązania systemowe
- wsparcie prac związanych z tworzeniem i rozwojem ustandaryzowanych Biobanków

# Warunki konieczne RCMC

---

- umożliwiać przetwarzanie, skalowanie, zarządzanie, przeszukiwanie i analizę statystyczną zbieranych danych
  - generować raporty i podsumowania
  - posiadać możliwość obsługi **wszystkich** rodzajów danych – ustrukturyzowanych i nieustrukturyzowanych
  - selekcjonować i indeksować dane w celu przyspieszenia procesu ich przetwarzania
  - stosować zunifikowane słowniki
  - zapewniać Pseudonimizację i Anonimizację danych zależnie od potrzeb jednostki
  - docelowo posiadać możliwość integracji z systemem centralnym poprzez udostępnienie API
  - docelowo umożliwiać wymianę/dzielenie się danymi z innymi RCMC zgodnie z obowiązującym stanem prawnym
  - mieć strukturę modułarną umożliwiającą opracowywanie i dodanie nowych narzędzi i funkcjonalności
  - posiadać stosowne zabezpieczenia zapewniające ochronę gromadzonych danych
  - **wykorzystywać algorytmy AI, ML, umożliwiać tworzenie modeli matematyczno-statystycznych**
-

# Asystent lekarza

---

- system informatyczny strukturyzujący dane wprowadzane do HIS
  - normalizacja i strukturyzowanie dokumentacji medycznej on-line
    - Na podstawie dowolnego tekstu wprowadzonego przez lekarza i rozpoznanego przez silnik asystenta, powinien podpowiadać, jak sprawić, by zdanie było trafne, jasne, jednoznaczne i porównywalne niezależnie od języka/słownika/słownictwa, w którym zostało utworzone i/lub użyte
    - Ujednolicenie specyficznego słownictwa medycznego umożliwia pełną wymiennność danych gromadzonych w notatkach medycznych:
      - ustrukturyzowane rozpoznawanie mowy i tekstu,
      - integracja z systemami IT w placówkach medycznych
      - używanie złożonych skal np. RECIST 1.1 i PIRADS
      - własne szablony lub możliwe do dostosowania do swoich potrzeb tych z ogólnodostępnej biblioteki
      - gromadzenie danych w chmurze i/lub na terenie placówki
-

# Moduł wykonalności (interfejs danych?)

---

- spójne prezentowanie danych pochodzących z różnych źródeł (nałożenie abstrakcji na zaimportowane dane)
    - jednolite nazwy atrybutów, łączenie grup danych w zdefiniowane typy obiektów takie jak np.: diagnoza, hospitalizacja, badanie umożliwiające łatwe wyszukiwanie pacjentów według zadanej kwerendy
    - zakres danych zaimportowanych z różnych źródeł, zgodny z minimalnym zakresem danych wskazanym w standardzie (moduł powinien zapewniać Pseudonimizację i Anonimizację danych zależnie od potrzeb jednostki)
    - mechanizm umożliwiający tworzenie zapytań bez posiadania specjalistycznej wiedzy z zakresu obsługi baz danych, programowania czy statystyki
    - użytkownik z podstawową wiedzą medyczną powinien być w stanie wygenerować zapytanie
-

# Wymagania infrastruktury, kadra

---

- Sprzęt i zaplecze techniczne, biobanki
  - Kadra dostosowana do profilu naukowego RCMC
  - Kierownik RCMC powinien posiadać wiedzę i doświadczenie w zakresie rozwijania nowych narzędzi informatycznych, w tym m.in. ich zastosowania w połączeniu z metodami współczesnej biologii molekularnej, nadzorowaniu i uczestniczeniu w testach i wdrożeniach systemów ITC
  - Kompetencje kadry
    - **Inżynier danych:** zbieranie i przetwarzanie surowych danych, ocenę przydatności nowych źródeł informacji, projektowanie i uruchamianie nowych relacyjnych baz danych
    - **Administrator danych:** sposób przechowywania, przetwarzania i udostępniania danych w odniesieniu do wyznaczonych przez jednostkę celów
    - **Biostatystyk:** wykorzystuje narzędzia statystyczne do rozwiązywania problemów z zakresu medycyny, zdrowia publicznego lub biologii; posiada doświadczenie w obsłudze algorytmów służących do analizy (wstępnej i wtórnej), wyników badań omicznych
    - **Data scientist (badacz od informacji):** specjalista ds. analityki, odpowiedzialny za analizowanie i interpretowanie danych, niezbędnych w podejmowaniu decyzji; łączy elementy matematyki, statystyki i programowania komputerowego; wykorzystuje zaawansowane techniki analityczne, takie jak ML, modelowanie predykcyjne wraz z zastosowaniem zasad naukowych
-

# Kadra ogólniej – kompetencje specjalistów

---

- umiejętność tworzenia **modeli analitycznych opisujących systemy informatyczne** (modele logiczne bazy danych, modele obiektów i logiki usług – API)
  - ogólną znajomość relacyjnych baz danych i SQL, tworzenie i utrzymanie aplikacji internetowych, znajomości języków skryptowych (np. R, Python)
  - umiejętność wykonywania **analiz biostatystycznych i informatycznych**
  - tworzenia dokumentacji analitycznej na etapie definiowania koncepcji
  - **projektowania, produkcji i wdrażania systemów IT**, współpracy z programistami, testerami i architektami systemów IT
  - zapewnienie działania infrastruktury informatycznej
  - znajomość zasad ochrony i przetwarzania danych
-