



Szkolenie

**OCHRONA RADIOLOGICZNA I KONTROLA
JAKOŚCI W RADIOLOGII**

Przygotowanie i prowadzenie: mgr inż. Ryszard Kowski

Materiały na potrzeby szkolenia

Białystok, 16-17 czerwca 2015

Spis wykładów:

B 01 Aktualny stan prawny

B 02 Fizyczne podstawy promieniowania jonizującego

B 03 Techniczne podstawy aparatury rentgenowskiej

B 04 Metody otrzymywania i rejestracji obrazu radiologicznego

B 05 Podstawy ochrony radiologicznej

B 06 Podstawy ochrony radiologicznej w radiologii klasycznej

B 07 Podstawy ochrony radiologicznej w radiologii zabiegowej

B 08 Podstawy ochrony radiologicznej w TK

B 09 Podstawy ochrony radiologicznej w medycynie nuklearnej i radioterapii

Aktualny stan prawny

ⓧ

Dokumenty międzynarodowe

1. Basic Safety Standards

2. Radiation Safety Acts

Nr 91: Criteria for Acceptability of Radiological (including Radiotherapy) and Nuclear Medicine installations

Nr 99: Guidelines on medical exposures in medical and biomedical research

Nr 100: Guidance for protection on unborn children and infants irradiated due to parental medical exposures

Nr 102: Implementation of the „Medical Exposure Directive” (2013/59/EURATOM)

Nr 109: Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures

Nr 116: Guidelines on education and training in radiation protection for medical exposures

Nr 118: Referral guidelines for imaging

Nr 136: European guidelines on radiation protection in dental radiology

Nr 154: Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures ⓧ

Dokumenty międzynarodowe

Nr 159: Guidelines on Clinical Audit for Medical Radiological Practices

Nr 91: Criteria for Acceptability of Radiological (including Radiotherapy) and Nuclear Medicine installations *Draft 2009 for consultation*

3. Europeans Guidelines

Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images

Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics

Quality Criteria for Computed Tomography

Quality Criteria for Screening Mammography ⓧ

4. Dyrektywa 2013/59/EURATOM

1. Ustawa Prawo Atomowe

2. Rozporządzenie o bezpiecznym stosowaniu

3. Rozporządzenie o procedurach

4. Rozporządzenie o zgodach

ⓧ

Ustawa Prawo Atomowe

(Dz. U. z 2001 r. Nr 3, poz. 18, Nr 100, poz. 1085 i Nr 154, poz. 1800, z 2002 r. Nr 74, poz. 676 i Nr 135, poz. 1145, z 2003 r. Nr 80, poz. 717 i Nr 124, poz. 1152 z 2004 r. Nr 70, poz. 632, z 2006 r. Nr 52, poz. 378, z 2007 Nr 42, poz. 276, z 2008 Nr 93, poz. 583 oraz z 2009 Nr 18, poz. 97)

ⓧ

Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

1. Art. 12 ust. 3 - Szkolenie i obowiązki inspektora

2. Art. 33c ust. 9 - Bezpieczne stosowanie

3. Art. 33d ust. 5 - Zgoda - terapia

4. Art. 33e ust.6 - Zgoda - diagnostyka

5. Art. 33g ust.15 - Procedury

6. Art. 33j ust.2 - Centrum

7. Art. 33k ust.3 - Baza danych

8. Art. 46 - Urządzenia, pracownicy

9. Art. 63 ust. 3 - Przebieg kontroli

ⓧ

Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

Art. 4. 1. Wykonywanie działalności związanej z narażeniem, polegającej na:

(...)

6) uruchamianiu pracowni, w których mają być stosowane źródła promieniowania jonizującego, w tym pracowni rentgenowskich,

(...)

- wymaga zezwolenia albo zgłoszenia w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, z zastrzeżeniem art. 6 pkt 1.



Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

Art. 7.

1. Za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej odpowiedzialny jest kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną z narażeniem.



Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

Stosowanie promieniowania jonizującego w celach medycznych

Art. 33a. 1. Stosowanie promieniowania jonizującego w celach medycznych obejmuje ekspozycje:

- 1) pacjentów, wynikającą z badań lekarskich i leczenia, w tym ze wstępnych i okresowych badań pracowników,
- 2) osób poddawanych przesiewowym badaniom z zastosowaniem promieniowania jonizującego,
- 3) zdrowych osób lub pacjentów uczestniczących w eksperymentach medycznych,
- 4) osób poddawanych badaniom z zastosowaniem promieniowania jonizującego w celach medyczno - prawnych, kiedy podjęcie tych badań nie wynika ze wskazań zdrowotnych,
- 5) osób, które poza obowiązkami zawodowymi, świadomie i z własnej woli udzielają pomocy pacjentom i opiekują się nimi.



Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

2. Ekspozycje, o których mowa w ust. 1, wymagają uzasadnienia. Uzasadnienie jest oparte na przewadze oczekiwanych korzyści zdrowotnych dla pacjenta lub społeczeństwa nad uszczerbkiem zdrowotnym, który ekspozycja może spowodować.

3. Warunkiem właściwego uzasadnienia jest zastosowanie radiologicznej procedury diagnostycznej lub leczniczej, której skuteczność w określonej sytuacji klinicznej została udowodniona lub powszechnie uznana. W procesie uzasadnienia ocenia się również korzyści i rodzaje ryzyka związane ze stosowaniem alternatywnych procedur, służących temu samemu celowi, prowadzących do mniejszej ekspozycji na promieniowanie jonizujące lub nie narażających na jego działanie.



Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

Art. 33c c.d.

7. Zakłady opieki zdrowotnej wykonujące zabiegi lub leczenie z zakresu radioterapii, medycyny nuklearnej, radiologii zabiegowej i rentgenodiagnostyki są obowiązane podjąć działania zmierzające do zapobieżenia medycznym wypadkom radiologicznym. W tym celu dokonuje się kontroli fizycznych parametrów urządzeń radiologicznych oraz klinicznych audytów wewnętrznych i zewnętrznych, a także wprowadza się system zarządzania jakością.

8. Koszty przeprowadzania klinicznych audytów wewnętrznych i zewnętrznych, o których mowa w ust. 7, ponoszą zakłady opieki zdrowotnej.



Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

1. Prowadzenie działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące w celach medycznych polegającej na udzielaniu świadczeń zdrowotnych z zakresu badań rentgenodiagnostycznych, badań diagnostycznych i leczenia chorób nienowotworowych oraz paliatywnego leczenia chorób nowotworowych z wykorzystaniem produktów radiofarmaceutycznych oraz zabiegów z zakresu radiologii zabiegowej, wymaga zgody państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego, z zastrzeżeniem ust. 2.



Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

3. Zgoda, o której mowa w ust. 1 i 2, może być wydana podmiotowi, który:
- 1) dysponuje odpowiednią liczbą personelu o właściwych kwalifikacjach,
 - 2) dysponuje urządzeniami radiologicznymi niezbędnymi dla wykonywania badań diagnostycznych i leczenia,
 - 3) stosuje właściwe procedury postępowania medycznego,
 - 4) posiada system zarządzania jakością świadczonych usług medycznych w zakresie, o którym mowa w ust. 1.

18/18

4. Zgoda, o której mowa w ust. 1 i 2, jest wydawana po uzyskaniu opinii właściwego terenowo konsultanta wojewódzkiego do spraw radiologii - diagnostyki obrazowej lub medycyny nuklearnej.
5. Opinię, o której mowa w ust. 4, konsultant wojewódzki wydaje nie później niż w terminie 14 dni od dnia otrzymania od organu wydającego zgodę wniosku o wydanie opinii.

18/18

Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

Art. 33 g.

1. Powołuje się komisje do spraw procedur i audytów klinicznych zewnętrznych, zwane dalej "komisjami", w zakresie:

- 1) radioterapii onkologicznej,
- 2) medycyny nuklearnej,
- 3) radiologii - diagnostyki obrazowej i radiologii zabiegowej.

2. W skład komisji wchodzi odpowiednio:

- 1) konsultanci krajowi do spraw radioterapii onkologicznej, medycyny nuklearnej oraz radiologii - diagnostyki obrazowej,
- 2) eksperci zaproponowani przez Polskie Lekarskie Towarzystwo Radiologiczne, Polskie Towarzystwo Medycyny Nuklearnej, Polskie Towarzystwo Onkologiczne oraz Polskie Towarzystwo Fizyki Medycznej,

18/18

Art. 33 g. e.d.

3. Przewodniczącymi komisji są odpowiedni konsultanci krajowi, o których mowa w ust. 2 pkt 1, a ich członków powołuje i odwołuje minister właściwy do spraw zdrowia.

18/18

Dziennik Ustaw z 2014 roku, pozycja 116

11. Komisje mogą złożyć wniosek o czasowe lub stałe cofnięcie zgody na udzielanie świadczeń w zakresie radioterapii onkologicznej, medycyny nuklearnej oraz radiologii - diagnostyki obrazowej oraz radiologii zabiegowej przez zakład opieki zdrowotnej, w przypadku gdy zakład nie spełnia podstawowych wymagań jakości usług i bezpieczeństwa pacjentów zgodnych z wymaganiami przepisów wydanych na podstawie art. 33c ust. 9, art. 33d ust. 5 i art. 33e ust. 6.

18/18

Rozporządzenie Ministra Zdrowia

z dnia 18 lutego 2011
obowiązuje od 17 marca 2011 roku
(Dz.U. 11 51 poz. 265)

w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

18/18



Aktualny stan prawny mgr inż. Ryszard Kowski

B 001

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

2. Badanie lub leczenie z zastosowaniem promieniowania jonizującego wykonuje się na podstawie pisemnego skierowania wystawionego przez osobę kierującą na badanie lub leczenie przy użyciu promieniowania jonizującego.

11) „osoba kierująca na badanie lub zabieg” - lekarz, lekarz stomatolog lub felczer, uprawniony, na podstawie odrębnych przepisów, do kierowania pacjenta na zabieg związany z ekspozycją na promieniowanie w celach medycznych;

5. Bez skierowania może być wykonane badanie z zastosowaniem promieniowania jonizującego przeprowadzane w ramach badań przesiewowych, dentyometrii kostnej wykonywanej aparatami przeznaczonymi wyłącznie do tego celu lub dla celów stomatologicznych - z wyłączeniem badań pantomograficznych i cefalometrycznych - oraz w przypadkach bezpośredniego zagrożenia życia pacjenta.

Dawne



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

4. Bez skierowania może być wykonane badanie z zastosowaniem promieniowania jonizującego przeprowadzane w ramach badań przesiewowych, stomatologicznych badań wewnątrzustnych wykonywanych aparatami do celów stomatologicznych, w przypadku dentyometrii kostnej wykonywanej aparatami przeznaczonymi wyłącznie do tego celu oraz w przypadkach bezpośredniego zagrożenia życia pacjenta.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 2. c. d.

3. Skierowanie, o którym mowa w ust. 2, zawiera:

- 1) imię, nazwisko i datę urodzenia pacjenta;
- 2) cel i uzasadnienie badania lub leczenia;
- 3) wstępne rozpoznanie kliniczne;
- 4) informacje niezbędne do prawidłowego przeprowadzenia medycznej procedury radiologicznej;
- 5) podpis i pieczęć osoby kierującej na badanie lub leczenie przy użyciu promieniowania jonizującego

Dawne



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

2. Badanie lub leczenie z zastosowaniem promieniowania jonizującego wykonuje się na podstawie pisemnego skierowania będącego częścią dokumentacji medycznej.

3. Skierowanie, o którym mowa w ust. 2, poza wymaganiami określonymi w odrębnych przepisach, zawiera:

- 1) cel i uzasadnienie badania;
- 2) wstępne rozpoznanie kliniczne;
- 3) informacje istotne do prawidłowego przeprowadzenia medycznej procedury radiologicznej



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

10. Lekarz biorący udział w wykonywaniu badań medycznych związanych z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego ponosi odpowiedzialność kliniczną odpowiednio do wykonanych czynności, obejmującą w szczególności:

- 1.) uzasadnienie ekspozycji;
- 2.) optymalizację ochrony przed promieniowaniem jonizującym;
- 3.) kliniczną ocenę wyniku oraz przekazywanie informacji lub dokumentacji radiologicznej innym lekarzom;
- 4.) udzielanie informacji pacjentom oraz innym uprawnionym osobom;
- 5.) współpracę z innymi specjalistami i personelem w zakresie aspektów praktycznych, a także uzyskiwanie informacji o wynikach poprzednich badań lub leczenia z zastosowaniem promieniowania jonizującego, jeżeli zachodzi taka potrzeba.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 5.

Medyczne procedury radiologiczne mogą wykonywać wyłącznie osoby o kwalifikacjach określonych we wzorcowych procedurach radiologicznych, o których mowa w art. 33g ust. 5 ustawy.



B 001 str. 4

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

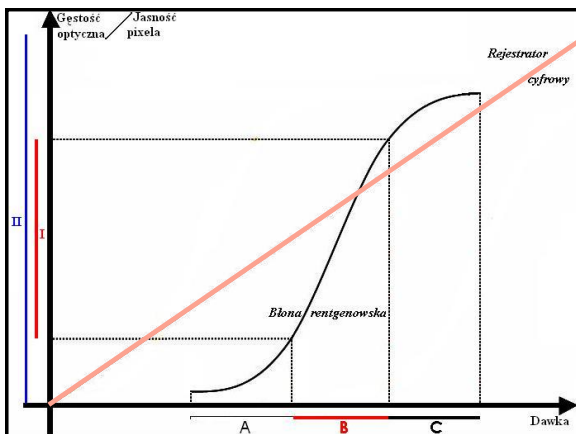
11. Wykaz personelu biorącego udział w realizacji procedury i kwalifikacje wymagane od tego personelu:

1. *odpowiedzialny: lekarz posiadający tytuł specjalisty w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej lub lekarz posiadający specjalizację I lub II stopnia w dziedzinie radiologii lub rentgenodiagnostyki lub radiodiagnostyki;*
1. *wykonujący: lekarz posiadający tytuł specjalisty w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej lub lekarz posiadający specjalizację I lub II stopnia w dziedzinie radiologii lub rentgenodiagnostyki, lub radiodiagnostyki lub lekarz w trakcie specjalizacji w zakresie radiologii i diagnostyki obrazowej, technik elektroradiologii;*



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

6. Obrazy zapisane w postaci elektronicznej, które są częścią dokumentacji medycznej, przekazywane i archiwizowane są w standardzie DICOM zgodnym z normą ISO 12052.
7. Wymagania, o których mowa w ust. 6, nie dotyczą stomatologicznych badań wewnątrzustnych.
8. Przepis ust. 6 stosuje się odpowiednio w teleradiologii.
9. Opis i przegląd obrazów rejestrowanych w postaci cyfrowej odbywa się zgodnie z wymaganiami określonymi w załączniku nr 1 do rozporządzenia.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9.

1. Urządzenia radiologiczne podlegają testom z zakresu kontroli fizycznych parametrów.
2. Testy, o których mowa w ust. 1, dzielą się na:
 - 1) testy odbiorcze (akceptacyjne);
 - 2) testy eksploatacyjne.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

3. Nowo instalowane urządzenia radiologiczne i programy komputerowe z nimi współpracujące, a także urządzenia radiologiczne poddane istotnej naprawie, podlegają testom odbiorczym przeprowadzanym po instalacji lub naprawie urządzenia.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

4. Testy odbiorcze mają na celu sprawdzenie co najmniej:
 - 1) kompletności i jednoznaczności oznaczeń i opisów na elementach urządzenia;
 - 2) kompletności dokumentacji i specyfikacji technicznej;
 - 3) zgodności wartości parametrów zawartych w specyfikacji technicznej urządzenia z wartościami zmierzonymi i odczytanymi.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

5. Testy odbiorcze są wykonywane przez uprawnionych przedstawicieli dostawcy i użytkownika.

6. Zakres oraz dopuszczalne odchylenia badanych fizycznych parametrów i częstość wykonywania testów eksploatacyjnych określa załącznik nr 6 do rozporządzenia.

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

8. Jeżeli urządzenia radiologiczne stosowane są w działalności wymagającej zgody na udzielanie świadczeń, o której mowa w art. 33d albo 33e ustawy, testy eksploatacyjne wykonuje się w zakresie wynikającym z wydanej zgody, a w przypadku, gdy taka zgoda nie została jeszcze wydana, w zakresie wynikającym z wniosku o wydanie takiej zgody.

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

9. Niedopuszczalne jest stosowanie urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych, gdy:

- 1) uzyskane wyniki testów eksploatacyjnych przekraczają wartości graniczne, jeżeli takie wartości zostały określone, lub
- 2) testy eksploatacyjne nie są wykonywane z częstością określoną w załączniku nr 6 do rozporządzenia

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

11. Testy eksploatacyjne są wykonywane na koszt użytkownika urządzenia radiologicznego.

14. W rentgenodiagnostyce, radiologii zabiegowej i medycynie nuklearnej testy eksploatacyjne dzielą się na testy:

- 1) podstawowe;
- 2) specjalistyczne.

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

15. Testy podstawowe wykonywane są przez pracowników jednostki ochrony zdrowia upoważnionych do obsługi urządzeń radiologicznych.

(...)

22. Jeżeli ze względów konstrukcyjnych nie jest możliwe wykonanie testów eksploatacyjnych, dopuszcza się stosowanie przez podmioty wymienione w ust. 12 i 16 metod opisanych w:
- 1) polskich normach albo
 - 2) europejskich normach, albo
 - 3) zwalidowanych metodach badawczych, albo
 - 4) instrukcjach producenta - w zakresie uwzględniającym ograniczenie wynikające z uwarunkowań konstrukcyjnych.

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

23. Przeprowadzenie testów w ograniczonym zakresie powinno być jednoznacznie udokumentowane w zapisach potwierdzających ich wykonanie.

24. Zapisy wyników przeprowadzonych testów z zakresu kontroli fizycznych parametrów urządzeń radiologicznych są przechowywane przynajmniej przez taki okres jak zdjęcia rentgenowskie przechowywane poza dokumentacją medyczną pacjenta, o których mowa w art. 29 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 6 listopada 2008 r. o prawach pacjenta i Rzeczniku Praw Pacjenta (Dz. U. z 2009 r. Nr 52, poz. 417 i Nr 76, poz. 641 oraz z 2010 r. Nr 96, poz. 620).

Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 9. c. d.

25. W rentgenodiagnostyce, radiologii zabiegowej i medycynie nuklearnej jednostka ochrony zdrowia jest obowiązana do przekazania państwowemu wojewódzkiemu inspektorowi sanitarnemu w terminie 7 dni od dnia otrzymania wyników wykonanych testów specjalistycznych informacji o uzyskanych wynikach negatywnych oraz podjętych działaniach korygujących.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 53.

1. Kliniczny audyt wewnętrzny jest przeprowadzany co najmniej raz na rok, a także doraźnie w razie potrzeby, na pisemne polecenie kierownika jednostki ochrony zdrowia.
2. Do przeprowadzenia klinicznego audytu wewnętrznego kierownik jednostki ochrony zdrowia powołuje zespół audytorski składający się przynajmniej z dwóch osób o różnych specjalnościach, posiadających kwalifikacje określone w przepisach wydanych na podstawie art. 33d ust. 5 lub art. 33e ust. 6 ustawy odpowiednio do zakresu udzielanych świadczeń zdrowotnych.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 53.

4. Zakres przedmiotowy klinicznego audytu wewnętrznego z zakresu rentgenodiagnostyki obejmuje sprawdzenie co najmniej:

- 1) zgodności procedur roboczych z wzorcowymi;
- 2) analizy zdjęć odrzuconych;
- 3) sposobu postępowania z podstawową dokumentacją medyczną;



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 53.

- 4. Zakres przedmiotowy klinicznego audytu wewnętrznego z zakresu rentgenodiagnostyki obejmuje sprawdzenie co najmniej (c. d.):**
- 4) częstości wykonywania i wyników bieżących testów eksploatacyjnych;
 - 5) wielkości dawek otrzymywanych przez pacjentów w stosowanych procedurach radiologicznych i porównania ich z odpowiadającymi tym procedurom wartościami poziomów referencyjnych określonych w załączniku nr 2 do rozporządzenia, jeżeli takie wartości określono.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 55.

1. Kliniczny audyt zewnętrzny w jednostce ochrony zdrowia przeprowadza zespół audytorski powołany przez właściwą komisję do spraw procedur i audytów klinicznych zewnętrznych.

4. Audytorzy nie mogą pozostawać w stosunku do kierownika jednostki audytowanej w takim stosunku prawnym lub faktycznym, który może budzić uzasadnione wątpliwości co do ich bezstronności.

11. Za wykonanie zaleceń wynikających z audytu jest odpowiedzialny kierownik audytowanej jednostki ochrony zdrowia.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 19.

1. Badania przesiewowe z zastosowaniem promieniowania jonizującego mogą być wykonywane za zgodą ministra właściwego do spraw zdrowia, na wniosek właściwego konsultanta krajowego.
2. Wniosek, o którym mowa w ust. 1:
 - 1) określa cel i uzasadnienie konieczności przeprowadzenia badania;
 - 2) zawiera szczegółowy opis systemu zarządzania jakością w jednostkach ochrony zdrowia, które zostały wyznaczone do prowadzenia badań przesiewowych;
 - 3) wykazuje, że:
 - a) korzyści zdrowotne związane z badaniem przesiewowym przewyższają znacznie możliwe szkodliwe następstwa badania,
 - b) nie ma innych metod rozpoznawczych o podobnej skuteczności, obciążonych mniejszym ryzykiem.



Dziennik Ustaw nr 51 z 2011 roku, pozycja 265

§ 20.

1. Stosowanie fluoroskopii jest dopuszczalne w przypadkach, w których ze względów diagnostycznych nie może być ona zastąpiona radiografią.
2. Zabrania się stosowania fluoroskopii bez wzmacniacza obrazu lub innego urządzenia spełniającego tę funkcję.



**Rozporządzenie Ministra Zdrowia
z dnia 2 lutego 2007)
obowiązuje od 28 lutego 2007 roku
(Dz. U. 2007; 24; poz. 161)**

*w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących
formy i treści wzorcowych i roboczych medycznych
procedur radiologicznych*



Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

§ 1. Wzorcowa medyczna procedura radiologiczna, zwana dalej "procedurą wzorcową", składa się z części ogólnej i części szczegółowej.



Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

Część ogólna:

- 1) nazwę procedury i jej identyfikator;
- 2) cel procedury;
- 3) stopień (tytuł) naukowy oraz imię i nazwisko autora (autorów) procedury;
- 4) datę umieszczenia procedury w wykazie, o którym mowa w [art. 33g](#) ust. 7 ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe;
- 5) wykaz jednostek chorobowych, do których dana procedura ma zastosowanie, w zakresie diagnozowania lub leczenia;
- 6) zasadnicze informacje o naukowych podstawach metod diagnostycznych lub leczniczych zastosowanych w procedurze;
- 7) bezwzględne i względne przeciwwskazania medyczne do zastosowania procedury;



Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

Część ogólna (c.d.):

- 8) wymagania dotyczące postępowania z kobietami w ciąży, karmiącymi piersią, jeżeli procedura tego wymaga, oraz z osobami poniżej 16 roku życia, ze szczególnym uwzględnieniem niemowląt;
- 9) zalecane rodzaje urządzeń radiologicznych oraz ich podstawowe parametry techniczne istotne dla stosowanej procedury;
- 10) wymagania dotyczące pomieszczeń i wyposażenia pomocniczego;
- 11) wykaz personelu biorącego udział w realizacji procedury i kwalifikacje wymagane od tego personelu;
- 12) zasady oceny skierowania na badanie lub leczenie;
- 13) opis możliwości wystąpienia interakcji lekowych;
- 14) opis możliwych źródeł błędów proceduralnych lub technicznych;



Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

Część ogólna (c.d.):

- 15) informacje o okolicznościach wymagających specjalnej uwagi i ostrożności w stosowaniu procedury;
- 16) opis przygotowania pacjenta do badania lub leczenia uwzględniający zasady ochrony radiologicznej pacjenta;
- 17) wykaz zagadnień wymagających dalszych badań lub postępowania leczniczego po zastosowaniu procedury;
- 18) wykaz piśmiennictwa naukowego mającego zastosowanie do opracowania procedury, w tym zalecenia Komisji Europejskiej i towarzystw naukowych.



Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

Część szczegółowa (rentgenodiagnostyka):

- 1) opis czynności przygotowawczych przed badaniem dotyczących:
 - a) sprzętu i materiału,
 - b) pacjenta,
 - c) personelu;
- 2) zalecany sposób przeprowadzenia badania, w tym:
 - a) liczbę i rodzaj projekcji, z uwzględnieniem obszaru istotnego klinicznie,
 - b) zakres rutynowo wybieranych parametrów ekspozycji w radiografii,
 - c) zalecany protokół badania w tomografii komputerowej,
 - d) rodzaj osłon osobistych dla pacjenta, jeżeli są wymagane;
- 3) opis czynności po wykonaniu badania;
- 4) określenie minimalnego czasu koniecznego do wykonania procedury w odniesieniu do poszczególnych jej wykonawców;

☒☒

Część szczegółowa (rentgenodiagnostyka) c.d.:

- 5) warunki ewentualnego podawania środka kontrastowego (rodzaj, ilość, sposób podania, nadzór nad pacjentem w czasie i po badaniu), jeżeli dotyczy to procedury;
- 6) kryteria prawidłowej formy przedstawienia wyniku badania i jego opisu, w tym kryteria prawidłowo wykonanych zdjęć rentgenowskich;
- 7) warunki odstępstwa od procedury w sytuacjach uzasadnionych klinicznie, w tym:
 - a) wykonanie dodatkowych projekcji,
 - b) ograniczenie lub zmiana warunków badania,
 - c) przerwanie badania,
 - d) modyfikację ilości podawanego środka kontrastowego,
 - e) sposób dokumentowania odstępstwa od procedury.

☒☒

Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161

Część szczegółowa (radiologia zabiegowa):

- 1) postępowanie medyczne przed zabiegiem;
- 2) wymagania dotyczące obrazowania diagnostycznego;
- 3) wytyczne dotyczące przygotowania informacji dla pacjenta o ryzyku radiacyjnym, wynikającym z zastosowania procedury;
- 4) zalecane sposoby znieczulenia;
- 5) ustalenie miejsca i sposobu wkłucia;
- 6) rodzaje stosowanych cewników oraz elementów i substancji terapeutycznych;
- 7) zalecenia dotyczące postępowania medycznego w trakcie zabiegu z uwzględnieniem stosowanego sprzętu i urządzeń radiologicznych oraz sposobu wykonania zabiegu dla poszczególnych specjalności klinicznych i radiologicznych;

☒☒

Część szczegółowa (radiologia zabiegowa) c.d.:

- 8) sposób postępowania po przeprowadzeniu zabiegu, z uwzględnieniem dawki pochłoniętej przez skórę pacjenta;
- 9) zalecane czasy emisji promieniowania;
- 10) zalecane fizyczne parametry pracy lampy rentgenowskiej istotne dla stosowanej procedury;
- 11) zalecane obrazowanie akwizycyjne;
- 12) wymagania dotyczące oceny dawki wejściowej.

☒☒

nazwa procedury i jej identyfikator	Ed	główny	ICD 9	CPT	NZ
1		5.129	87.220.101		
	Nazwa	Badanie radiologiczne - radiografia kręgosłupa szyjnego AP, bok			
2) cel procedury:	diagnostyka				
3) historia (tytuł naukowy oraz imię i nazwisko autora (autorów) procedury:	dr n. med. Antoni Samojedy, dr Jan Świąłowski, mgr inż. Ryszard Kowski				
4) data umieszczenia procedury w wykazie, o którym mowa w art. 33g ust. 1 ustawy:	Zgodnie z aktualną wiedzą medyczną				
5) wykaz jednostek chorobowych, do których dana procedura ma zastosowanie, w zakresie diagnozowania lub leczenia:	Zgodnie z aktualną wiedzą medyczną				
6) zasadnicze informacje o zasadach podziału metod diagnostycznych lub leczniczych zastosowanych w procedurze:	Zasady zasad i praw rządzących powstawaniem obrazu rentgenowskiego po poddaniu ekspozycji promieniowaniem X badanej okolicy anatomicznej				
7) szczególne i względne przeciwwskazania medyczne do zastosowania procedury:	Względne: -ciąża -ciąża -kobiety w wieku rozrodczym w drugiej fazie cyklu				
8) wymagania dotyczące postępowania z kobietami w ciąży, karmiącym piersią, jeżeli procedura tego wymaga, oraz z kobietami genitywliwnymi, w szczególności	Względne: -ciąża -ciąża -kobiety w wieku rozrodczym w drugiej fazie cyklu				
9) szczególne przeciwwskazania medyczne do zastosowania procedury:	Względne: -ciąża -ciąża -kobiety w wieku rozrodczym w drugiej fazie cyklu				
10) wymagania dotyczące postępowania z kobietami w ciąży, karmiącym piersią, jeżeli procedura tego wymaga, oraz z kobietami genitywliwnymi, w szczególności	Względne: -ciąża -ciąża -kobiety w wieku rozrodczym w drugiej fazie cyklu				
11) szczególne przeciwwskazania medyczne do zastosowania procedury:	Względne: -ciąża -ciąża -kobiety w wieku rozrodczym w drugiej fazie cyklu				
12) wymagania dotyczące postępowania z kobietami w ciąży, karmiącym piersią, jeżeli procedura tego wymaga, oraz z kobietami genitywliwnymi, w szczególności	Względne: -ciąża -ciąża -kobiety w wieku rozrodczym w drugiej fazie cyklu				

☒☒

liczbę osób umiarów radiologicznych oraz ich podstawowe parametry techniczne sienne dla stosowanej procedury:	Płeć				
	1	2	8	14	15
9	0	1	0	3	0
	0	2	0	3	0
	0	3	0	3	0
	0	5	0	3	0
	0	6	0	3	0
	0	7	0	3	0
	0	8	0	3	0
10) wymagania dotyczące pomiarów i wyposażenia pomiarowego:	Bez dodatkowych wymagań w stosunku do zalecanych prawnie, zgodnie z aktualnymi wymaganiami prawnymi				
11) wykaz personelu koniecznego udział w realizacji procedury i kwalifikacje wymagane od tego personelu:	Odpowiedzialny: lekarz specjalista w zakresie radiologii i diagnostyki obrazowej lub II stopnia w zakresie radiologii i diagnostyki obrazowej lub III lub I stopnia w zakresie radiologii i diagnostyki obrazowej lub lekarz w trakcie specjalizacji w zakresie radiologii i diagnostyki obrazowej (nadzór i interpretacja)				
12) zasady oceny stosowania na badanie lub leczenie:	Bez dodatkowych wymagań w stosunku do zalecanych prawnie, zgodnie z aktualnymi wymaganiami prawnymi				
13) opis modyfikacji wystąpienia interakcji lekowych:	brak				

☒☒

4	opis możliwych źródeł błędów proceduralnych lub technicznych;	ustawienie (trak uwidocznienia kręgowi C6, szczególnie C7-) w projekcji bocznej, zwłaszcza na letąco u osób tegich, przyzniesione ustawienie kręgosłupa szyjnego
5	informacje o okolicznościach wymagających szczególnej uwagi i ostrożności w stosowaniu procedury;	stan po urazie kręgosłupa szyjnego, zniechęta RTG wykonywane w łóżkuze uniemożliwiającym
6	opis przygotowania pacjenta do badania lub leczenia uwzględniający zasady ochrony radiologicznej pacjenta;	usunięcie osób metalowych z okolicy badanej; protezy zębowe, kolczyki; osłona z gąbki obwiązanej na talu i międzyce zmniejsza
7	wykaz zagadnień wymagających dalszych badań lub postępowania leczniczego po zastosowaniu procedury;	obraz ze zdjęć przeglądowych może wymagać poszerzenia diagnostyki o badanie TK lub MR
8	wykaz piśmiennictwa naukowego napiego zastosowanie do opracowania procedury, w tym zalecenia Komisji Europejskiej i towarzyszący rysunki.	1. Bogdan Pruszyński "Diagnostyka obrazowa Podstawy Teoretycznej i Metodyka Badani" PZWL, Warszawa 2000r. 2. Adam Greenspan. Wydanie polskie pod red. Marka Sąsiada "Diagnostyka Obrazowa w Otopości" Medpage Warszawa, 2007r.

opis czynności przygotowawczych przed badaniem dotyczących:		
a)	sprzęt i materiały;	kasety i błonami RTG o rozmiarach 18x24 lub 24x30 względnie płyty fluorowe
b)	pacjenta;	identyfikacja pacjenta. Sprawdzenie zgodności danych badanego ze skierowaniem i zgody na wykonanie badania. Ogólne poinformowanie chorego o celu i sposobie wykonania badania, konieczności postawienia bez ruchu podczas jego trwania. Przekazanie informacji o ryzyku związanym ze stosowaniem promieniowania jonizującego. Usunięcie z obszaru ustroju kliniczne elementów mogących wpłynąć na jakość uzyskiwanego obrazu: pacjent z odłożoną szyją, bez odcinka na szyi, kolczyków w kształtach międzyce okolicy badanej, usunięte protezy zębowe
c)	personeli;	brak

zalecany sposób przeprowadzenia badania, w tym:		
a)	liczbe i rodzaj projekcji, z uwzględnieniem obszaru istotnego klinicznie;	Zdjęcia z klatki prześropekostnowej. Projekcja AP - w pozycji leżącej na plecach lub siedzącej przy stojącej stołku, powolnie ostrożnie oddychający 10°-15° do góry w kierunku tarczycy, płaszczyna smarkowa prostopadła do kasety, usta zamknięte głowa odchylona do tyłu. Projekcja boczna - pozycja stojąca, siedząca lub leżąca na plecach bolkiem do tyłu. Płaszczyna smarkowa skierowana do kasety. Pomocnik osłony pomiarowej do klatki, pała na boczna powieszona szyi w połowie jej długości. Głowa blisko osłony. Ramiona i białki opuszczone możliwie nżej
b)	zakres rutynowo wybieranych parametrów ekspozycji w radiografii;	napiecie projekcja AP: 70-75 kV, boczna: 80-85 kV wykładnia 0,6 filtracja [mm Al] ≥ 2,5 FFD [cm] 115 (100-120) krotność AEC czułość błony folii 400 czas [ms] < 100
c)	zalecany protokół badania w tomografii komputerowej;	ND
d)	rodzaj osłon osobistych dla pacjenta jeżeli są wymagane;	osłona na talu i gonady

opis czynności po wykonaniu badania;		brak
określenie minimalnego czasu koniecznego do wykonania procedury w odniesieniu do poszczególnych jej wykonawców;		zespół techników elektrodziagnostyki: 15 minut, zespół lekarzy radiologów: 10 minut
warunki ewentualnego podawania środka kontrastowego (rodzaj, ilość, sposób podania, nadzór nad pacjentem w czasie i po badaniu), jeżeli dotyczy to procedury;		brak
kryteria prawidłowej formy przedstawienia wyniku badania i jego opisu, w tym kryteria prawidłowo wykonanych zdjęć rentgenowskich;		Modelne wykonanie projekcji AP, bocznej zarówno w pozycji leżącej, jak i stojącej lub siedzącej przy statywie zdjęć AP, wyraźne odzwierciedlenie kręgowi odcinka C3-C7; obrazem syntetycznym i pionowym ustawieniem wykładnia kolczystych, zdjęcie boczne: uwidoczniony cały odcinek szyjny w projekcji bocznej, okolica podłokietnicza z tylną krawędzią podniebienia twardego i kręgu Th1, zamknięte słanki międzyce przedległogłowe. Ocena kręgowi, przesłona międzykręgowych, otworów międzykręgowych i słanki międzyce przykręgosłupowych. Forma przekazywania dokumentacji medycznej zgodnie z aktualnie obowiązującym w tym zakresie prawem.
warunki odstęstwa od procedury w sytuacjach uzasadnionych;		w pacjentów z urazami szyi w stanie ciężkim lub nieprzytomnych rozpoczynamy badanie od zdjęcia bocznej pionowym promieniem przy statywie i po jego ocenie dopiero AP
a)	wykonanie dodatkowych projekcji;	przy podjęciu uszu dwóch parzystych kręgowi wykonaj zdjęcie odcinka C1-C2 przez otwartą usta lub talu TK, względnie MR
b)	ograniczenie lub zmiana warunków badania;	przy pogorszeniu stanu zdrowia pacjenta w trakcie badania
c)	przerwanie badania;	ND
d)	modyfikacje ilości podawanego środka kontrastowego;	ND
e)	sposób dokumentowania odstęstwa od procedury;	adnotacja lekarza na skierowaniu

Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161	
Procedura robocza:	
1) nazwę procedury wzorcowej i jej identyfikator;	
2) stopień (tytuł) naukowy oraz imię i nazwisko autora (autorów) procedury roboczej;	
3) nazwę, typ, numer identyfikacyjny urzędzenia radiologicznego stosowanego w procedurze;	
4) nazwiska osób uprawnionych do realizacji procedury i ich kwalifikacje;	
5) opis postępowania w zakresie oceny skierowania na badania lub leczenie;	
6) opis pomieszczenia, w którym wykonywana jest procedura;	
7) wykaz wyposażenia pomocniczego mającego zastosowanie w procedurze;	

Dziennik Ustaw nr 24 z 2007 roku, pozycja 161	
Procedura robocza c.d.:	
8) stosowane fizyczne parametry pracy urządzeń radiologicznych;	
9) <u>szczegółowy opis postępowania medycznego w trakcie wykonywania badań lub leczenia;</u>	
10) <u>szczegółowy opis obsługi urządzenia radiologicznego;</u>	
11) <u>dokumentację wyników badań lub postępowania leczniczego;</u>	
12) <u>wykaz odstęstw od procedury wzorcowej wraz z uzasadnieniem;</u>	
13) <u>zasady ochrony radiologicznej pacjenta;</u>	
14) <u>podpisy osób uprawnionych do realizacji procedury.</u>	

**Rozporządzenie Ministra Zdrowia
z dnia 27 marca 2008)
obowiązuje od 25 kwietnia 2008 roku
(Dz. U. 2008; 59; poz. 365)**

w sprawie minimalnych wymagań dla jednostek
ochrony zdrowia udzielających świadczeń
zdrowotnych z zakresu rentgenodiagnostyki,
radiologii zabiegowej oraz diagnostyki i terapii
radioizotopowej chorób nienowotworowych

☒☒

§ 1. Rozporządzenie określa:

1) minimalne wymagania dla jednostek ochrony zdrowia udzielających świadczeń zdrowotnych z zakresu rentgenodiagnostyki, radiologii zabiegowej oraz diagnostyki i terapii radioizotopowej chorób nienowotworowych dotyczące:

- a) wyposażenia w urządzenia radiologiczne,
 - b) wyposażenia pomocniczego,
 - c) kwalifikacji personelu;
- 2) zakres dokumentacji niezbędnej do uzyskania zgody, o której mowa w art. 33e ust. 1 i 2 ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe, zwanej dalej "ustawą".

☒☒

§ 2.2 Minimalne wyposażenie

1) w pracowni radiologii klasycznej:

- a) wykonującej tylko zdjęcia (radiografię) poza rentgenowskimi badaniami stomatologicznymi - aparat rentgenowski stacjonarny do wykonywania zdjęć,
- b) wykonującej zdjęcia (radiografię) oraz prześwietlenia (radioskopia) - aparat rentgenowski jak w pracowni, o której mowa w lit. a, oraz ścianka do prześwietlenia z torem wizyjnym lub aparat rentgenowski do prześwietlenia zdalnie sterowany (telekomando),
- c) w szpitalu - poza wymaganiami określonymi w lit. a lub b - dodatkowo aparat jezdny do zdjęć przyłózkowych i w zależności od zakresu specjalności klinicznych, aparat do badań i zabiegów na sali operacyjnej,
- d) radiologii twarzowo-szczękowej - aparat rentgenowski pantomograficzny lub do zdjęć cefalometrycznych;

☒☒

§ 2.2 Minimalne wyposażenie

2) w pracowni tomografii komputerowej :

- a) wykonującej procedury przy użyciu rentgenowskiego tomografu komputerowego, z wyłączeniem badań serca - tomograf komputerowy wykonujący badania w technice spiralnej jednorzędowej lub tomograf komputerowy wielowarstwowy (do 16 warstw) z automatyczną strzykawką do iniekcji kontrastu sprzężoną z aparatem oraz z dodatkową konsolą roboczą,
- b) wykonującej procedury przy użyciu rentgenowskiego tomografu komputerowego włącznie z badaniami serca - tomograf komputerowy wielowarstwowy (od 16 warstw) z automatyczną strzykawką do iniekcji kontrastu sprzężoną z aparatem oraz z co najmniej jedną dodatkową konsolą roboczą;

☒☒

§ 2.2 Minimalne wyposażenie

3) w pracowni mammografii:

- a) mammograf,
- b) mammograf z przystawką do biopsji stereotaktycznej - w przypadku pracowni wykonującej biopsję stereotaktyczną;

☒☒

§ 2.2 Minimalne wyposażenie

4) w pracowni radiologii zabiegowej :

- a) naczyniowej diagnostycznej - aparat angiograficzny z cyfrową akwizycją i rejestracją obrazu, wyposażony w strzykawkę automatyczną, a w przypadku procedur z zakresu naczyń obwodowych - z opcją automatycznego przesuwu stołu lub lampy,
- b) naczyniowej diagnostyczno-terapeutycznej - aparat angiograficzny z cyfrową akwizycją i rejestracją obrazu, wyposażony w strzykawkę automatyczną, a w przypadku procedur z zakresu naczyń obwodowych - z możliwością automatycznego przesuwu stołu lub lampy, a także wyposażony co najmniej w oprogramowanie umożliwiające road mapping i program do pomiaru stopnia zwężenia naczyń (indeks stenozy),
- c) diagnostyki i terapii nienaczyniowej - aparat rentgenowski z torem wizyjnym i możliwością dokumentowania obrazów.

☒☒

Dziennik Ustaw nr 59 z 2008 roku, pozycja 365

§ 6. 1. W jednostce ochrony zdrowia udzielającej świadczeń zdrowotnych w pracowni radiologii klasycznej, o której mowa w § 2 ust. 2 pkt 1 lit. a lub b, zatrudnia się co najmniej jednego lekarza specjalistę w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej.

2. W jednostce ochrony zdrowia udzielającej świadczeń zdrowotnych w zakresie tomografii komputerowej zatrudnia się co najmniej jednego lekarza specjalistę w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej w każdej pracowni, na każdą zmianę roboczą.

18, 28

Dziennik Ustaw nr 59 z 2008 roku, pozycja 365

§ 6. 3. W jednostce ochrony zdrowia udzielającej świadczeń zdrowotnych w zakresie radiologii zabiegowej zatrudnia się co najmniej jednego lekarza specjalistę w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej w każdej pracowni, na każdą zmianę roboczą lub co najmniej jednego lekarza specjalistę określonej specjalności klinicznej właściwej dla rodzaju wykonywanych świadczeń.

18, 28

Wszelkie informacje o tworzonych aktach prawnych, ustaleniach i zaleceniach PLTR, szkoleniach, znajdą Państwo na internetowych stronach:

Polskiego Lekarskiego Towarzystwa
Radiologicznego:

www.polradiologia.org

oraz:

Polskiego Towarzystwa Inżynierii Klinicznej:

www.ptik.info.pl

18, 28

www.gis.gov.pl

www.kcor.gov.pl

www.mz.gov.pl



515 044203

602 115606, 515 044200

rkowski@wp.pl

jerzy.kuznicki@los.net.pl

ryszard.kowski@los.net.pl

Łódzki Ośrodek Szkoleniowo – Konsultacyjny

ŁOŚ Sp. z o. o.

ul. Lecznicza 6, 93-173 Łódź

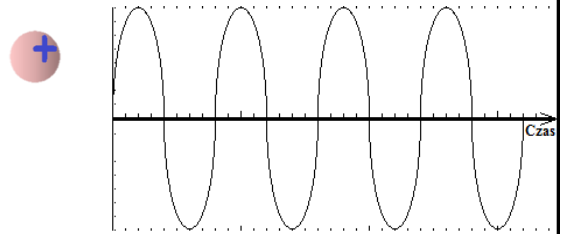
tel / fax: +48 42 6328923

www.los.net.pl

Fizyczne podstawy promieniowania jonizującego



Falę, której powstanie można przypisać ruchowi kołowemu, mającą kształt sinusoidy, nazywamy falą harmoniczną.



Falę charakteryzują dwie podstawowe wielkości:

długość (związana z częstotliwością)

amplituda

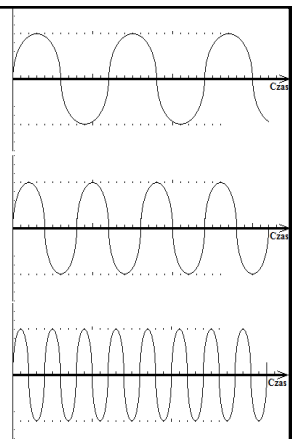


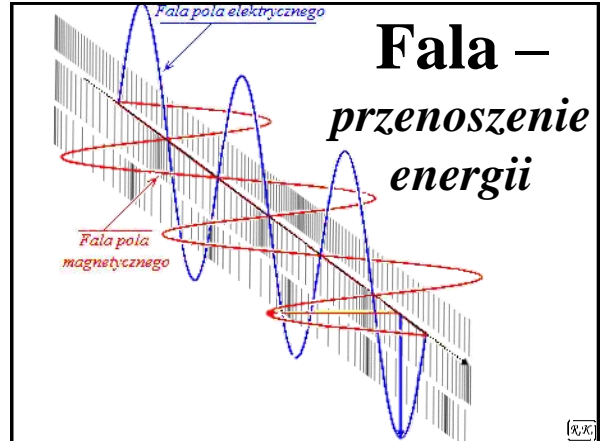
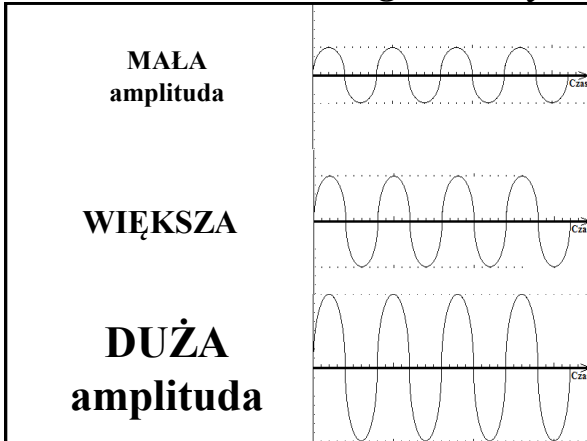
WOLNO
Niska częstotliwość
Duża długość fali

SZYBCIEJ

SZYBKO

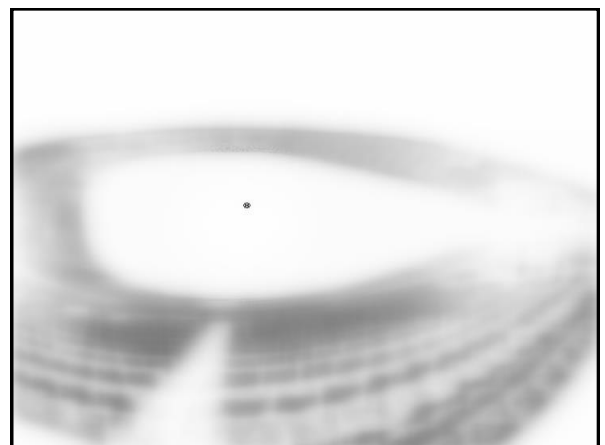
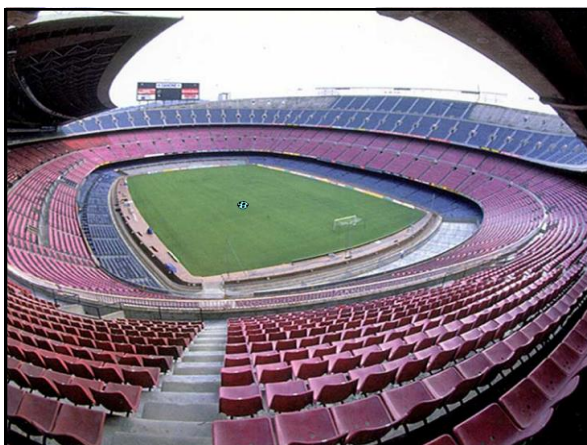
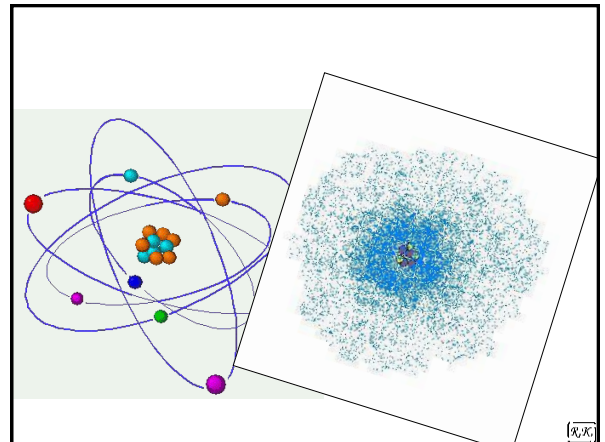
Wysoka częstotliwość
Mała długość fali

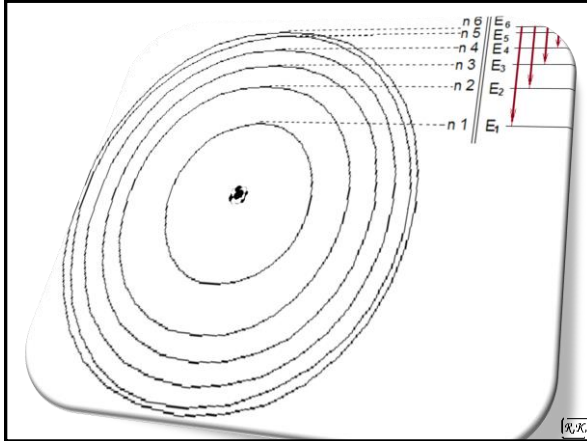




Fala – przenoszenie energii

<p>Poprzeczna – zaburzenie następuje pod kątem prostym do kierunku ruchu fali</p> <p>Elektromagnetyczna – nie potrzebuje ośrodka do rozchodzenia się</p> <p>Elektromagnetyczna – od właściwości ośrodka słabo zależy prędkość rozchodzenia się</p>	<p>Podłużna – zaburzenie w kierunku ruchu fali</p> <p>Mechaniczna – potrzebuje ośrodek do rozchodzenia się</p> <p>Mechaniczna – od właściwości ośrodka silnie zależy prędkość rozchodzenia się</p>
---	---





Atom 3

A - liczba masowa określająca liczbę nukleonów (protonów i neutronów) w jądrze

Z - liczba atomowa, określająca liczbę protonów w jądrze (ładunek jądra, a w konsekwencji i liczbę elektronów w atomie)

IZOTOP - to samo Z, różne A

Powstawanie promieniowania:

- rozpad izotopów (promieniotwórczość)
- przyspieszanie lub hamowanie

Powstawanie promieniowania:

- rozpad izotopów
- przyspieszanie lub hamowanie (generacja, wytwarzanie)

Rodzaje promieniowania jonizującego:

- cząsteczkowe (korpuskularne)
 - ma masę
 - ma prędkość zbliżoną do prędkości światła
 - często ma ładunek
 - jonizuje bezpośrednio
 - jonizuje pośrednio
 - ma prędkość znacznie mniejszą niż prędkość światła

pozyton, neutron, tryton, proton, alfa, elektron

Rodzaje promieniowania jonizującego:

- cząsteczkowe (korpuskularne)
- elektromagnetyczne (falowe)
 - nie ma masy
 - ma prędkość równą prędkości światła
 - nie ma ładunku
 - jonizuje pośrednio

kwant gamma, kwant rentgenowski

Rodzaje promieniowania jonizującego:

- *cząsteczkowe (korpuskularne)*

α β

- *elektromagnetyczne (falowe)*

γ X

Promieniowanie gamma powstaje wewnątrz jądra atomowego np. podczas jego rozpadu

Promieniowanie rentgenowskie powstaje poza jądrem atomowym w wyniku spowolnienia naładowanej cząstki

Oddziaływanie promieniowania jonizującego:

- *absorpcja*

– *przekazanie energii*

- *rozproszenie*

– *zmiana kierunku*

- *tworzenie się par*

– *przemiana energii w masę*

Oddziaływanie promieniowania jonizującego:

- *absorpcja*

– *przekazanie energii*

całkowita utrata prędkości przez cząsteczkę

- *rozproszenie*

– *zmiana kierunku*

bez utraty prędkości – zderzenie sprężyste
z utratą prędkości – zderzenie niesprężyste

- *tworzenie się par*

– *przemiana energii w masę*

Oddziaływanie promieniowania jonizującego:

- *absorpcja*

– *przekazanie energii*

Całkowite przekazanie energii w zderzeniu, kwant znika – efekt fotoelektryczny

- *rozproszenie*

– *zmiana kierunku*

Częściowe przekazanie energii w zderzeniu; nowy kwant w innym kierunku – efekt Comptona

- *tworzenie się par*

– *przemiana energii w masę*

Utworzenie cząstki i antycząstki, kwant znika

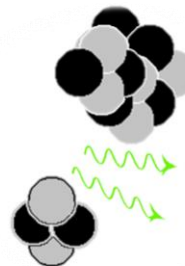
Promieniotwórczość

Rozpad α	Z-2	A-4	emisja cząstki α
Rozpad β	Z \pm 1	A	wzajemne przekształcanie się neutronu i protonu
Wychwył elektronu	Z - 1	A	emisja neutrina ν
Rozszczepienie	Z-Z/2	A-A/2	podział jądra na dwa, zwykle o podobnych masach

Zwykle towarzyszy temu emisja twardego promieniowania γ

Promieniotwórczość

Rozpad α Z-2 A-4 emisja cząstki α



Promieniotwórczość

Rozpad β $Z \pm 1$ A *wzajemne przekształcanie się neutronu i protonu*

Promieniotwórczość

Rozp. $R\alpha$ *cząstki α*
W $W\beta$ *cząstki β*
Rozsz. $R\gamma$ *wykłe γ*

Zwykle towarzyszy... promieniowania γ

Promieniotwórczość

Wychwyt elektronu $Z - 1$ A *emisja neutrino ν*

Rozszczepienie $Z \rightarrow Z/2$ $A \rightarrow A/2$ *podział jądra na dwa, zwykle o podobnych masach*

Zwykle towarzyszy temu emisja twardego promieniowania γ

Promieniotwórczość

Promieniotwórczość (radioaktywność) -
przekształcanie się nietrwałych izotopów jednego pierwiastka w izotopy innego pierwiastka, czemu towarzyszy emisja pewnych cząstek

Promieniotwórczość naturalna -
promieniotwórczość w nietrwałych izotopach występujących w naturze

Promieniotwórczość sztuczna -
promieniotwórczość izotopów uzyskiwanych w wyniku reakcji jądrowych

Promieniotwórczość

prawo rozpadu

$$N = N_0 * e^{-\lambda t}$$

N – liczba jąder w danej chwili t
 N_0 – liczba jąder w chwili $t = 0$
 λ – stała rozpadu

Stala rozpadu nie zależy od warunków zewnętrznych; liczba jąder, które ulegają w danej chwili rozpadowi jest proporcjonalna do całkowitej liczby jąder w danej chwili

Promieniotwórczość

prawo rozpadu c. d.

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Okres połowicznego zaniku

Rodzaje promieniowania

- α jądra helu o ładunku dodatnim ${}^4\text{He}$
- β^- (β^+) elektrony (pozytony) o ładunku ujemnym (dodatnim)
- γ X promieniowanie elektromagnetyczne gamma / rentgenowskie
- neutrony, neutrino, mezony etc.

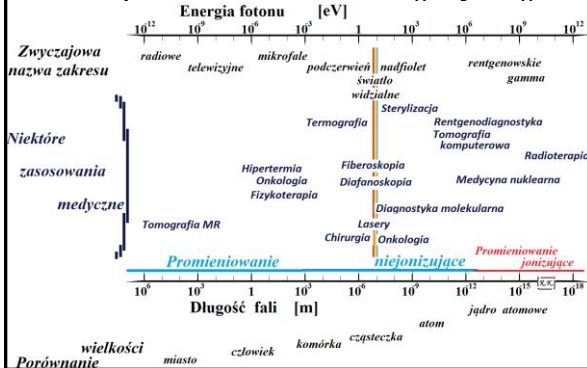
Rodzaje promieniowania

Promieniowanie gamma powstaje wewnątrz jądra atomowego np. podczas jego rozpadu

Promieniowanie rentgenowskie powstaje poza jądrem atomowym w wyniku spowolnienia naładowanej cząstki

Rodzaje promieniowania

widmo promieniowania elektromagnetycznego



Oddziaływanie promieniowania X z materia 1

Pochłanianie promieniowania X przebiega zgodnie z wzorem:

gdzie:

$$I = I_0 * e^{-\mu * x}$$

I - natężenie promieniowania; I_0 - natężenie pierwotne

μ - liniowy współczynnik pochłaniania; x - długość drogi

przy czym
$$\mu = \mu_f + \mu_C + \mu_p$$

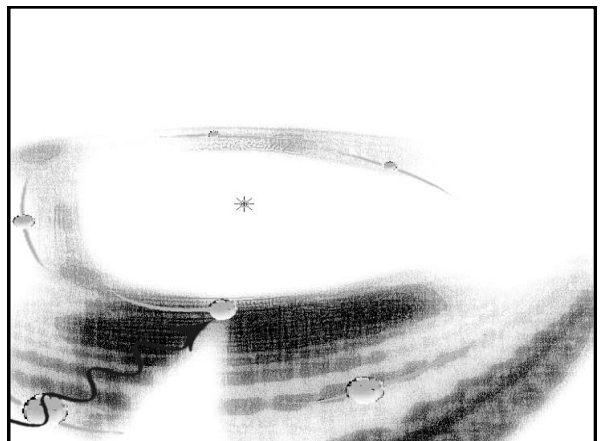
trzy komponenty pochodzą od trzech głównych zjawisk: fotoelektrycznego, Comptona i tworzenia par

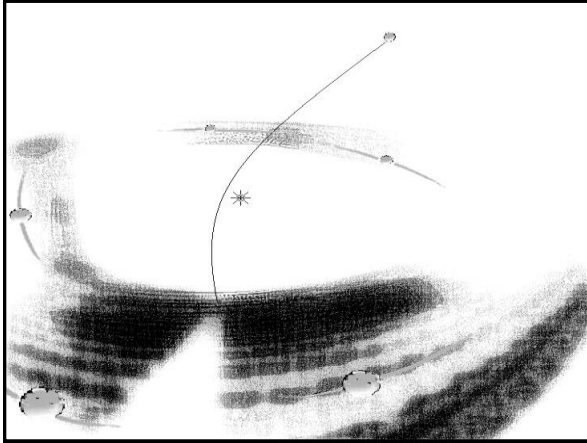
Oddziaływanie promieniowania X z materia 2

zjawisko fotoelektryczne (100 keV do 10 MeV)

zjawisko zachodzi dla kwantów o energii do 1 MeV; w zakresie 100 keV do 1 MeV ma największe znaczenie w procesie pochłaniania; polega na przekazaniu całej energii elektronowi; od energii kwantu zależy powłoka, z której wybijany jest elektron; dla promieniowania rentgenowskiego udział tego efektu w procesie pochłaniania jest największy. Efekt ten ma podstawowe znaczenie w tworzeniu obrazu rentgenowskiego

$$\mu_f \gg \mu_C \gg \mu_p$$

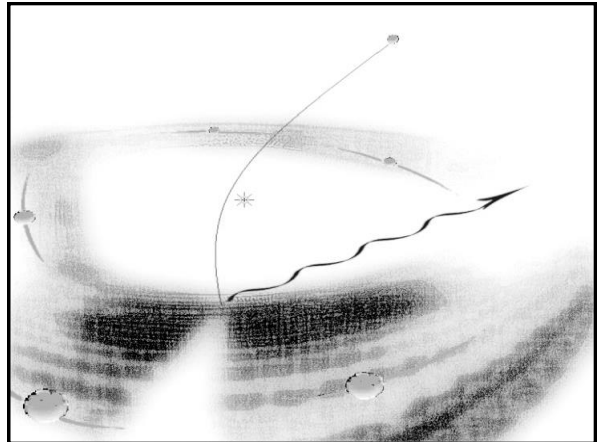
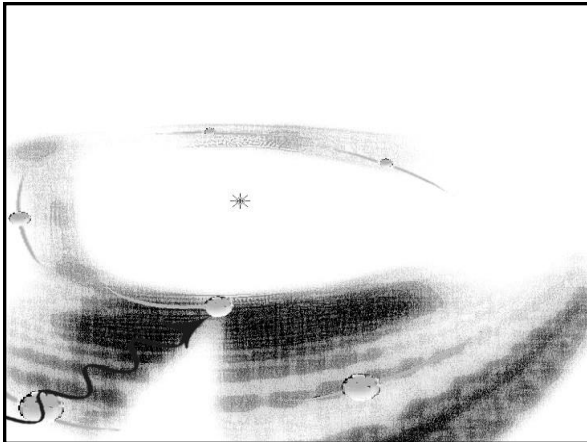




Oddziaływanie promieniowania X z materiają Efekt (rozproszenie) Comptona (1 - 10 MeV)

zjawisku temu ulegają fotony o wyższych energiach; mają one energię zbyt dużą, by całą przekazać elektronowi; oddają tylko część energii, przesuując elektron na wyższą powłokę, powstaje atom wzbudzony, elektron wracając emituje kwant promieniowania elektromagnetycznego; po wielu takich aktach zderzeń kwant osiąga energię, którą może w całości przekazać elektronowi na drodze zjawiska fotoelektrycznego.

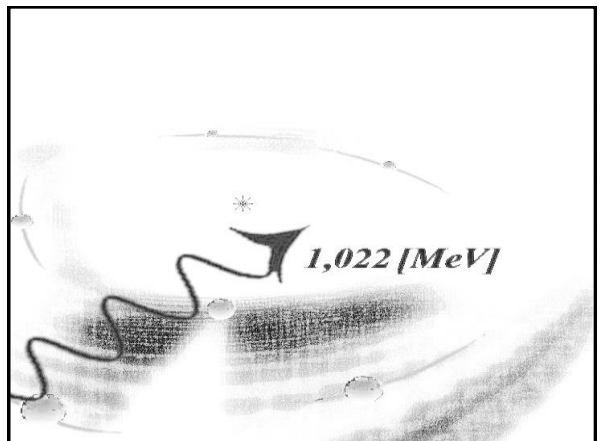
$$\mu_C \gg \mu_f \gg \mu_p$$

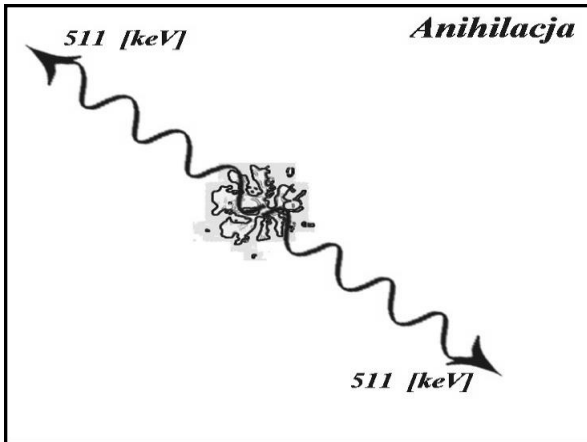
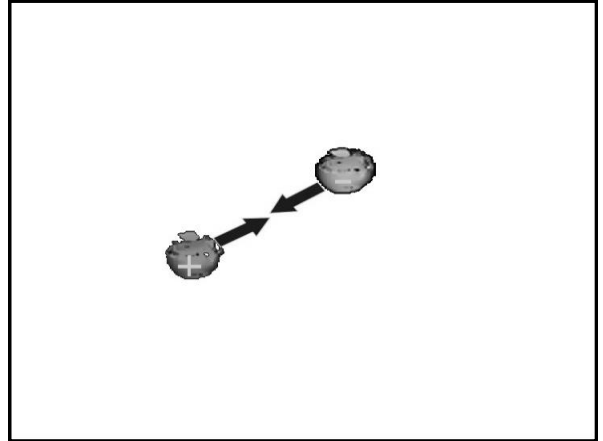
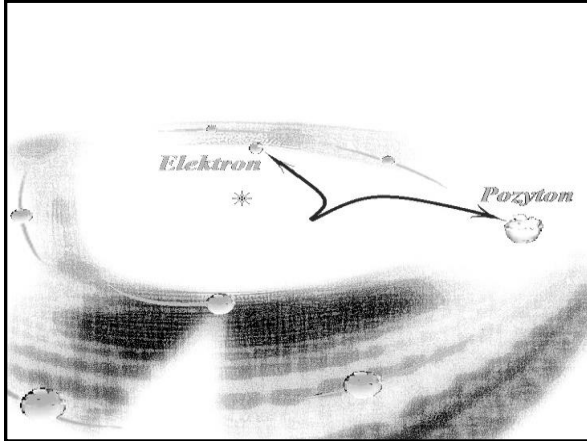


Oddziaływanie promieniowania X z materiają tworzenie par elektron - pozyton ($\geq 1.022 \text{ MeV}$)

kwanty o energii 1,022 MeV i większej mogą ulegać pochłanianiu na drodze tworzenia się par; wysokoenergetyczne kwanty dolatując w bezpośrednie pole jądra znikają, a w ich miejsce pojawia się para elektron - pozyton; zjawisko to, zanedbywalne przy niskich (do 10 MeV) energiach, ma dominujące znaczenie przy energiach wysokich

$$\mu_p \gg \mu_C \geq \mu_f$$





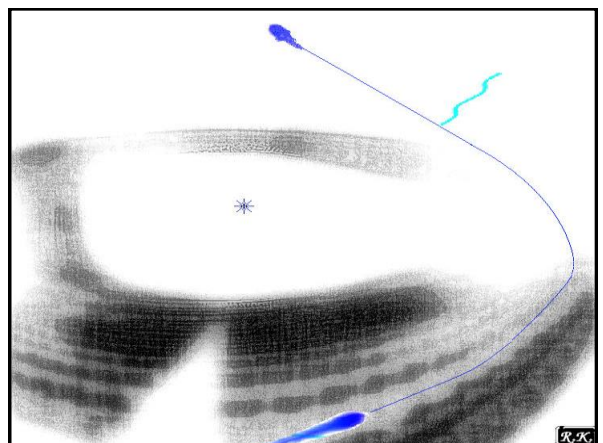
Promieniowanie rentgenowskie

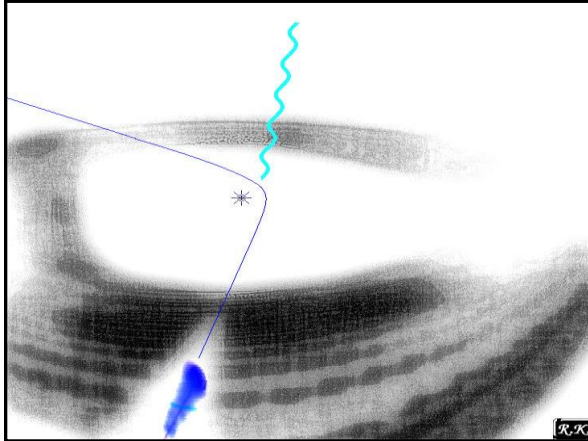
Anoda
 blok metalu z twardą tarczą, z której uderzające elektrony wybijają promieniowanie X;
 im większa różnica potencjałów - napięcie (kV) - tym większa szybkość elektronów i energia kwantów X

Katoda
 rozżarzony do białości drut wolframowy;
 od natężenia prądu (mA) zależy temperatura, a od niej - liczba emitowanych elektronów.

Promieniowanie rentgenowskie – 2

- przy 100 kV elektrony osiągają 55% prędkości światła
- ponad 99% energii elektronów przetwarza się po zderzeniu na ciepło - grzanie anody
- oddziaływanie elektronów w tarczy:
 - 1 - z elektronami
 - 2 - z jądrami

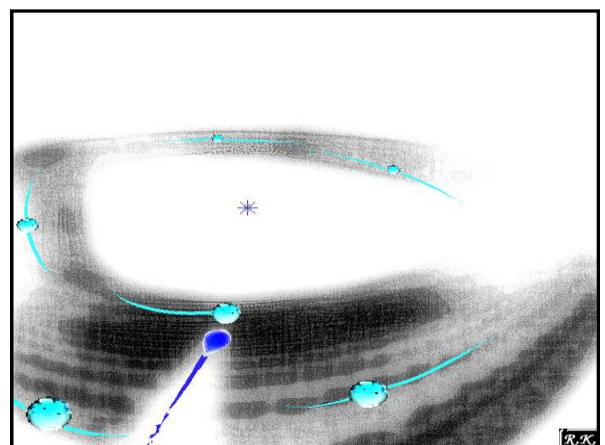
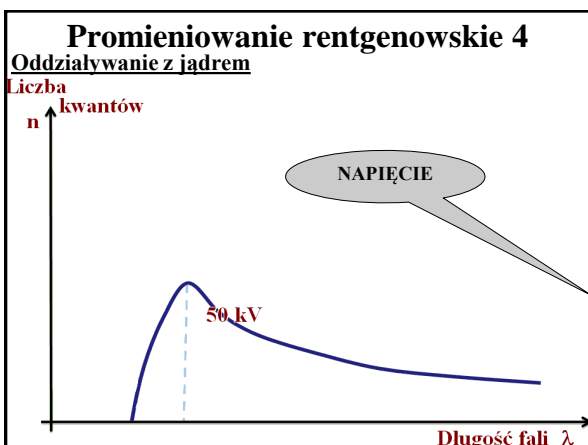
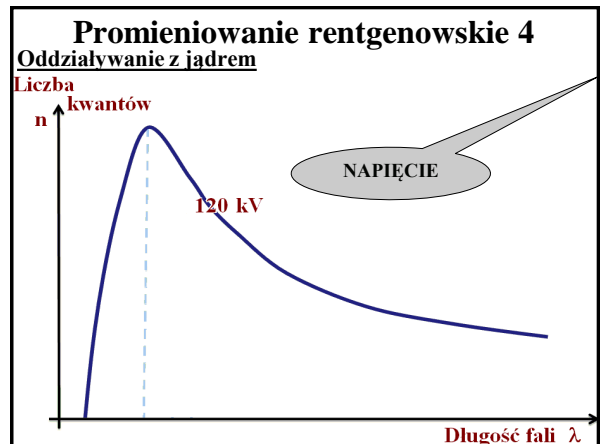
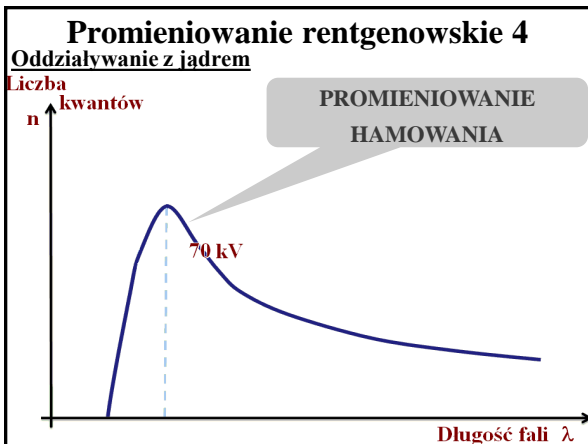


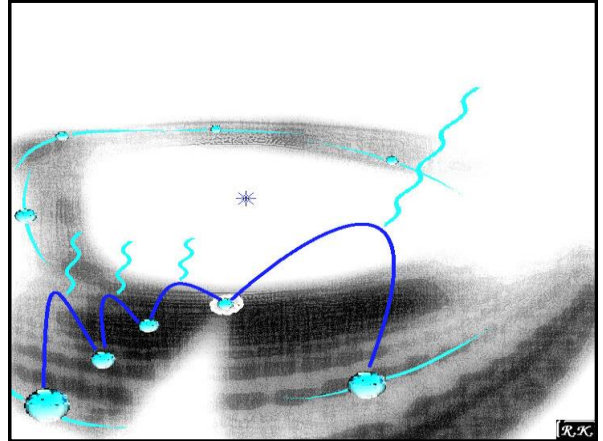
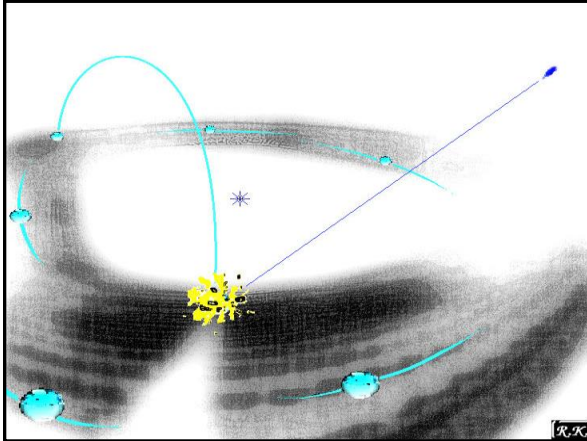


Promieniowanie rentgenowskie 3

oddziaływanie przyspieszonych elektronów w tarczy anody

Oddziaływanie z jądrem: przyspieszone elektrony dolatując w pole jądra są odchylane i tracąc energię emitują kwant promieniowania X; energia takiego promieniowania może być bardzo różna; promieniowanie to nazywa się promieniowaniem hamowania; jego widmo jest ciągle





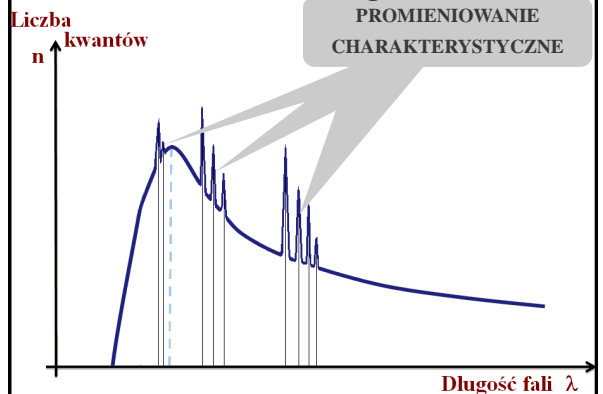
Promieniowanie rentgenowskie 5

oddziaływanie przyspieszonych elektronów w tarczy anody

Oddziaływanie z elektronami: każdy elektron w atomie ma pewną energię wiążącą go z jądrem; im bliżej jądra, tym ta energia jest większa; dostarczając energii elektronowi można go wybić z powłoki elektronowej; elektron taki wracając wyemituje kwant promieniowania elektromagnetycznego; energia kwantów od elektronów powłok zewnętrznych będzie w zakresie ultrafioletu, wewnętrznych - promieniowania X; dla każdego pierwiastka będzie to inna energia - promieniowanie powstające w ten sposób nazywa się promieniowaniem charakterystycznym; jego widmo nie jest ciągle.

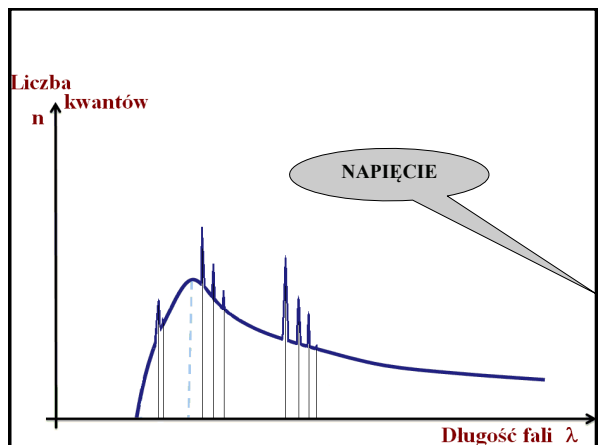
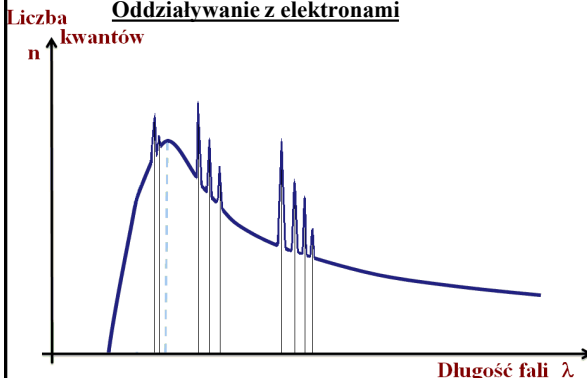
Promieniowanie rentgenowskie 6

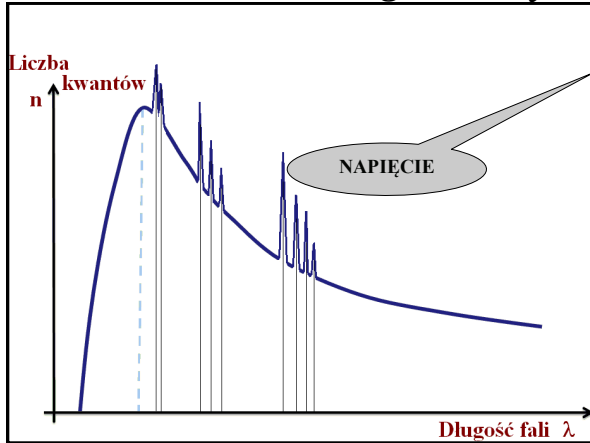
PROMIENIOWANIE CHARAKTERYSTYCZNE



Promieniowanie rentgenowskie 6

Oddziaływanie z elektronami

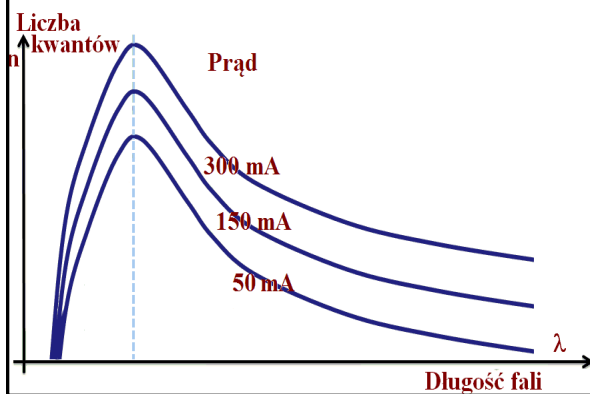




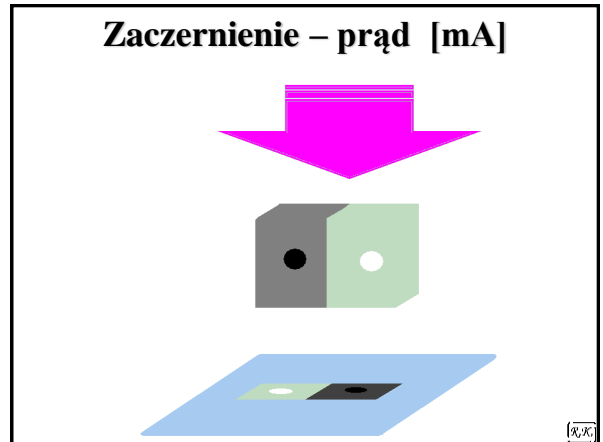
Promieniowanie rentgenowskie 7

- prąd płynący przez katodę decyduje o jej temperaturze - im wyższa temperatura tym większa liczba emitowanych elektronów, a co za tym idzie - tym większa liczba emitowanych kwantów promieniowania rentgenowskiego
- przy pomocy prądu reguluje się liczbę kwantów docierających do rejestratora obrazu - można to porównać do ilości światła docierającego do błony fotograficznej

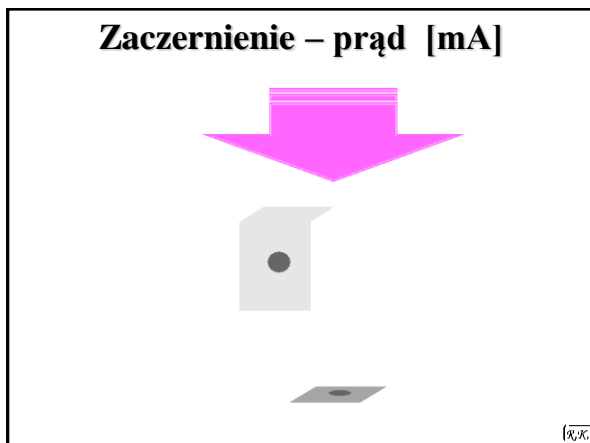
Promieniowanie rentgenowskie 8



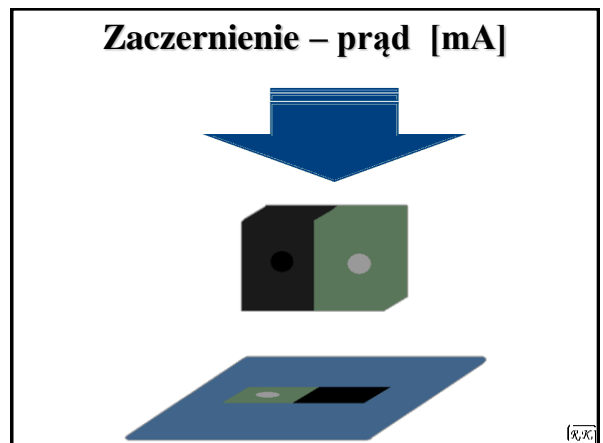
Zacernienie – prąd [mA]



Zacernienie – prąd [mA]



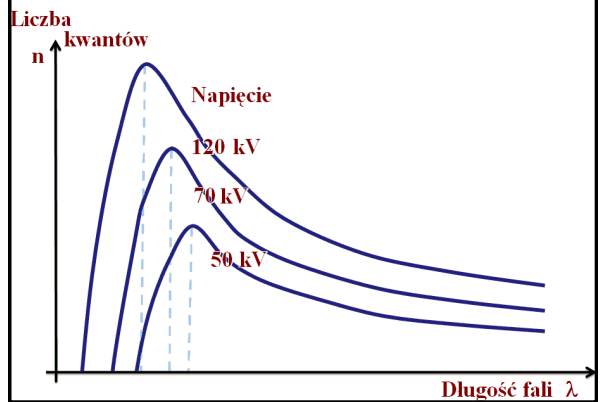
Zacernienie – prąd [mA]



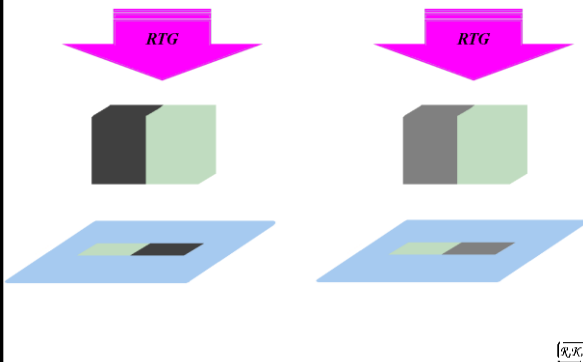
Promieniowanie rentgenowskie 9

- od napięcia przyłożonego między katodą i anodą zależy maksymalna szybkość, jaką mogą uzyskać elektrony, a więc determinuje ono maksymalną energię wybitych fotonów;
- decyduje więc o twardości, przenikliwości, uzyskiwanego promieniowania

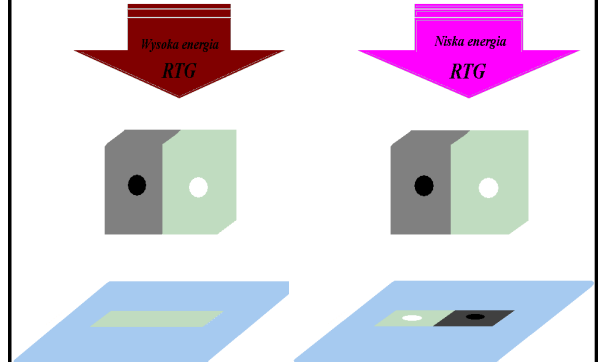
Promieniowanie rentgenowskie 10



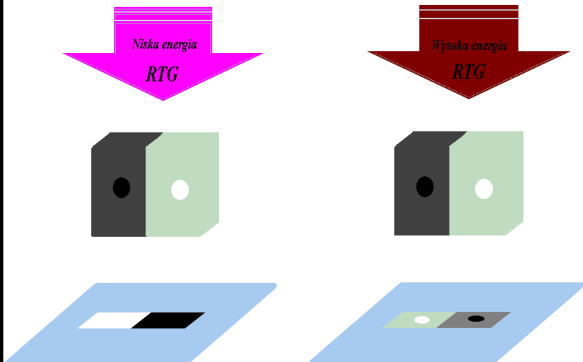
Kontrast – różnice gęstości



Kontrast – napięcie [kV]

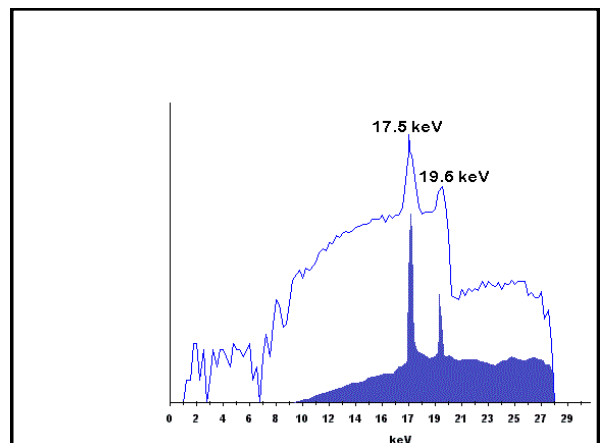
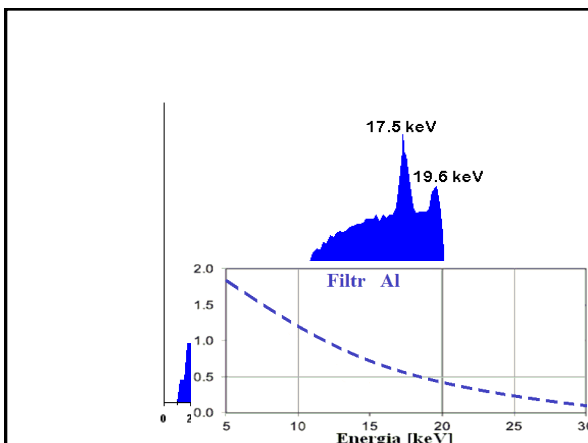
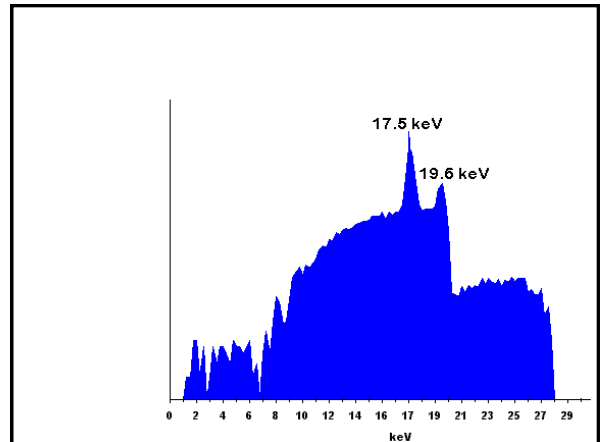
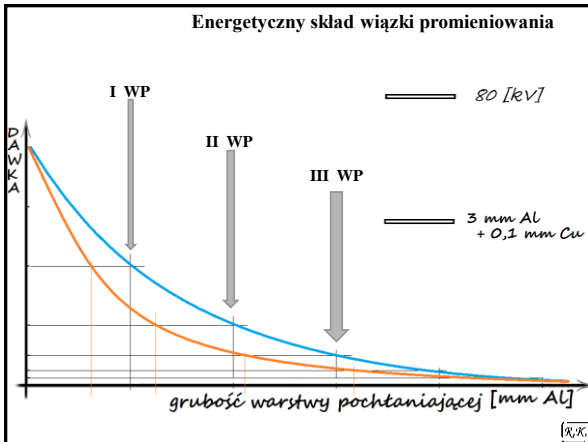
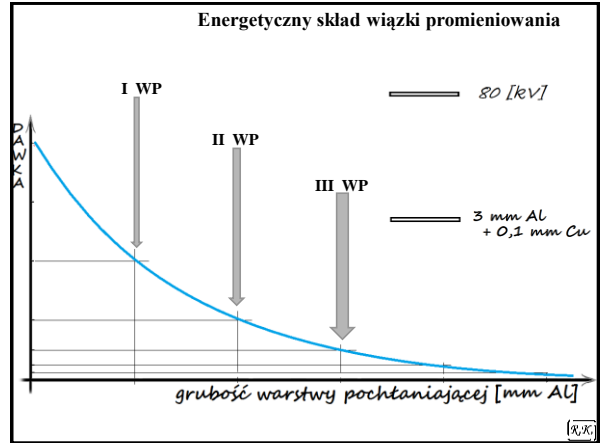
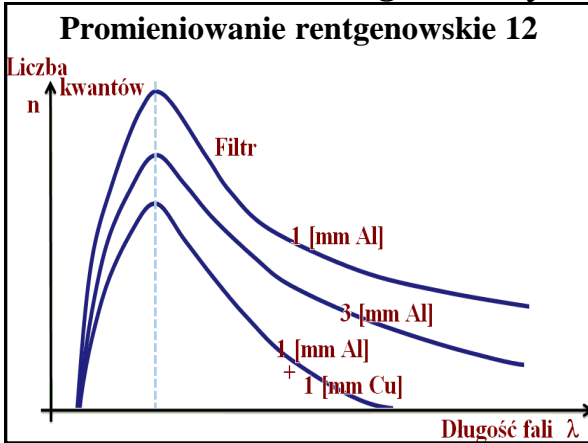


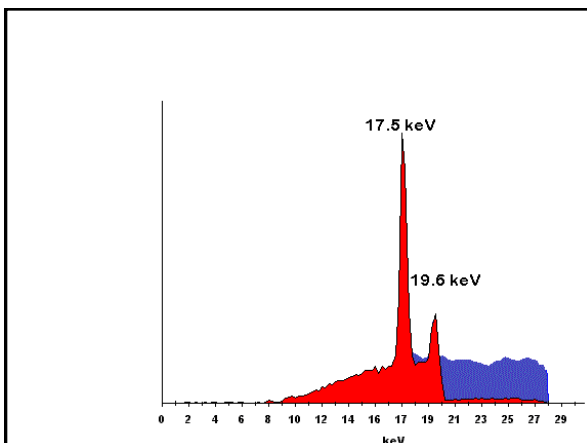
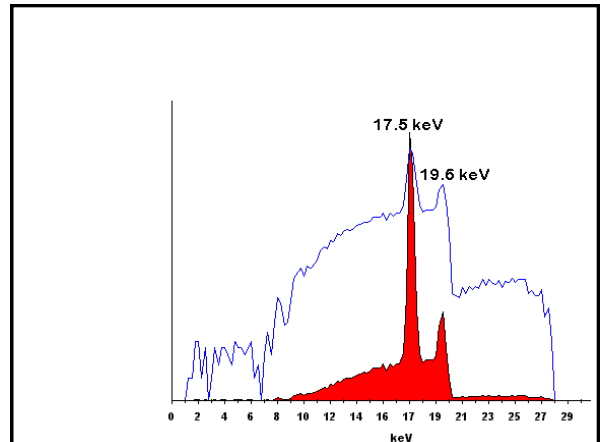
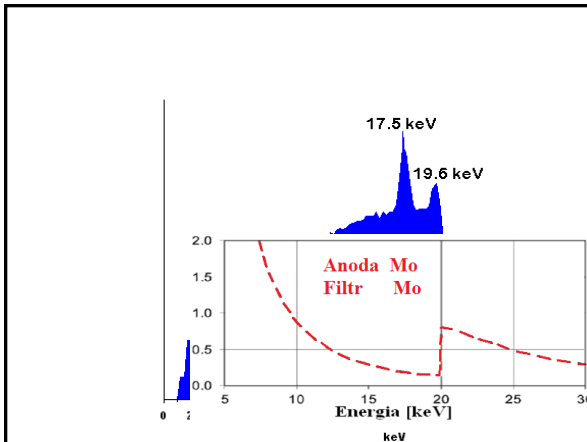
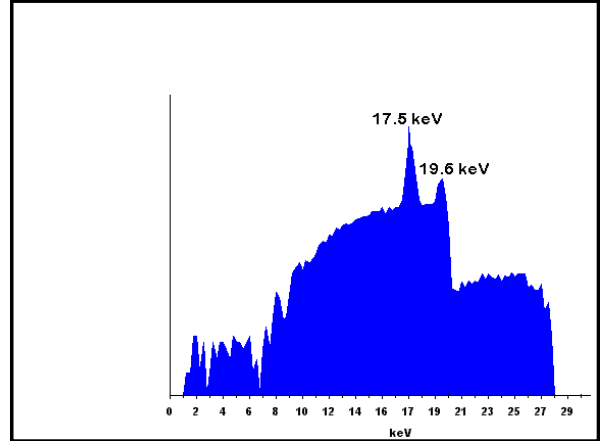
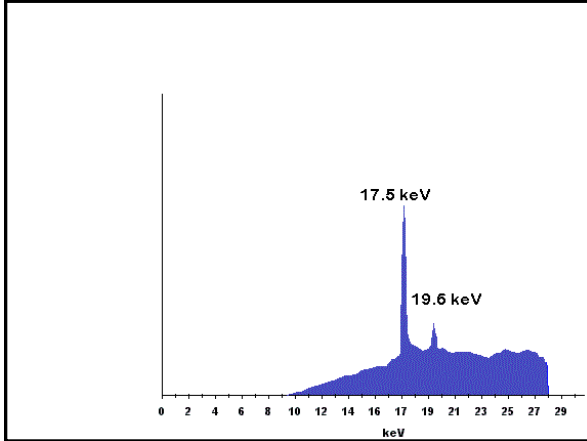
Kontrast – napięcie [kV]



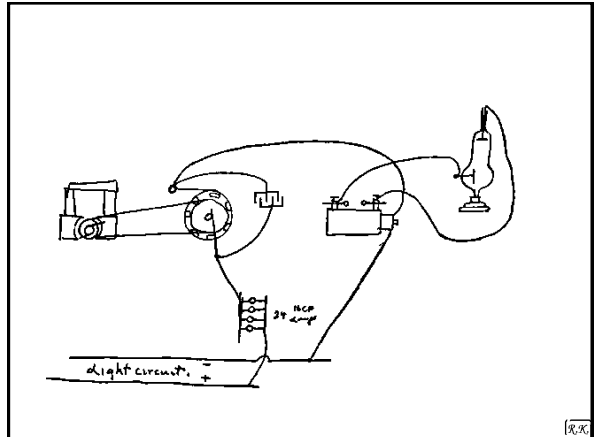
Promieniowanie rentgenowskie 11

- duża część promieniowania ma zbyt małą energię, jest zbyt mało przenikliwa, aby dać obraz, zwiększa tylko dawkę promieniowania pochłanianą przez badanego;
- eliminuje się ją przy pomocy filtracji; przez filtr aluminiowy przechodzą tylko twardsze promienie





Techniczne podstawy aparatury rentgenowskiej



Aparat rentgenowski

1. Zasilacz ze sterownikiem
2. Źródło promieniowania
3. Układ ograniczający wiązkę
4. Rejestратор obrazu

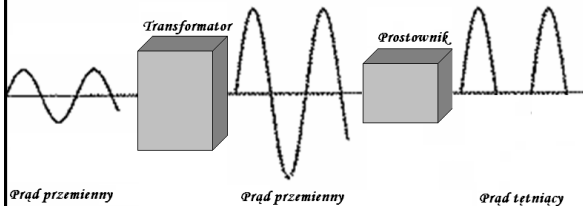
Aparat rentgenowski

1. Zasilacz ze sterownikiem

Zasilacz ze sterownikiem

Zasilacz ze sterownikiem

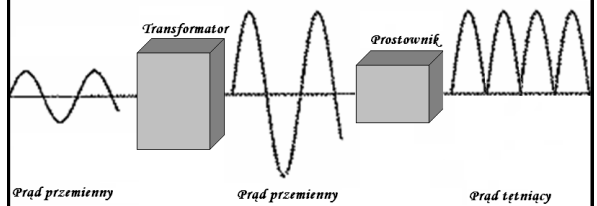
Prostowanie jednofazowe

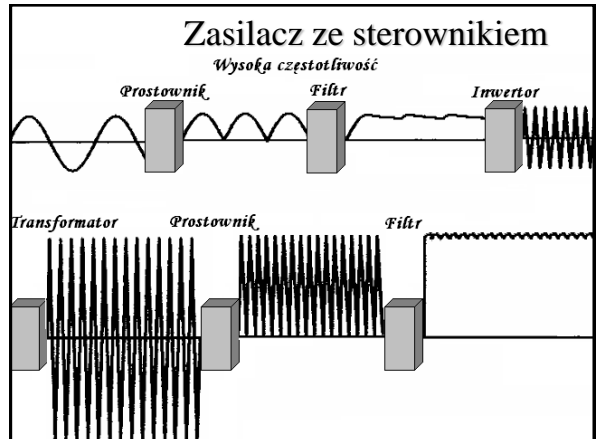
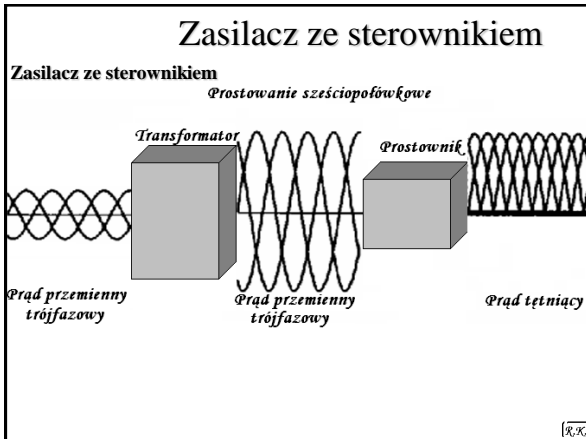


Zasilacz ze sterownikiem

Zasilacz ze sterownikiem

Prostowanie dwufazowe

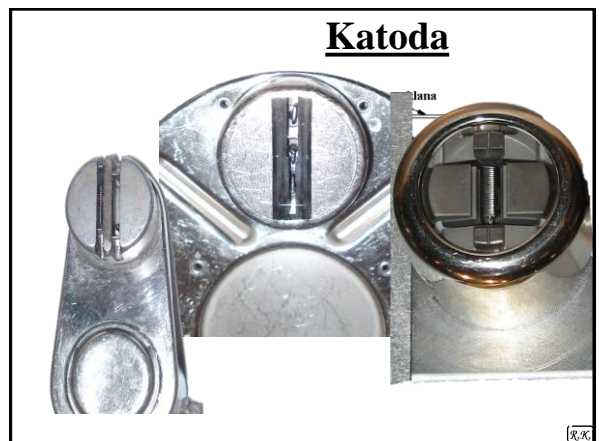
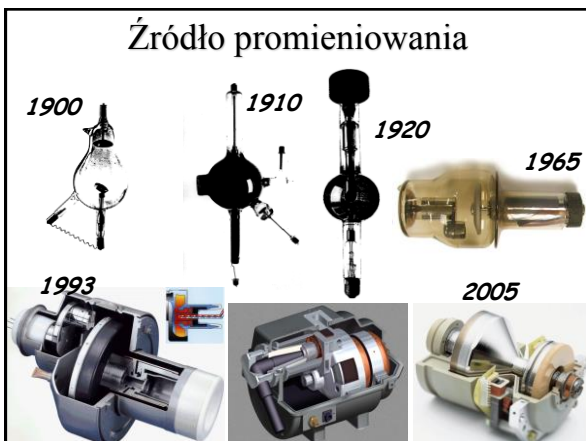


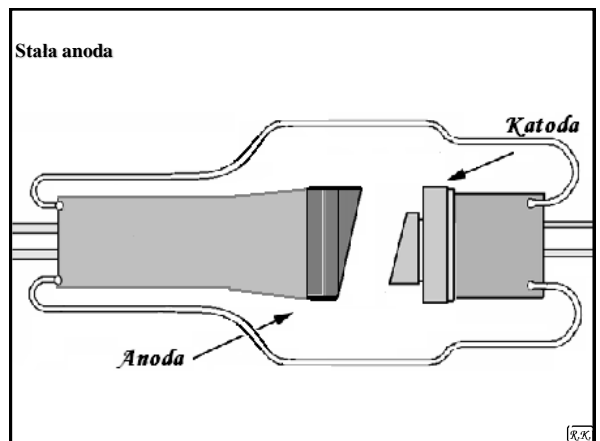
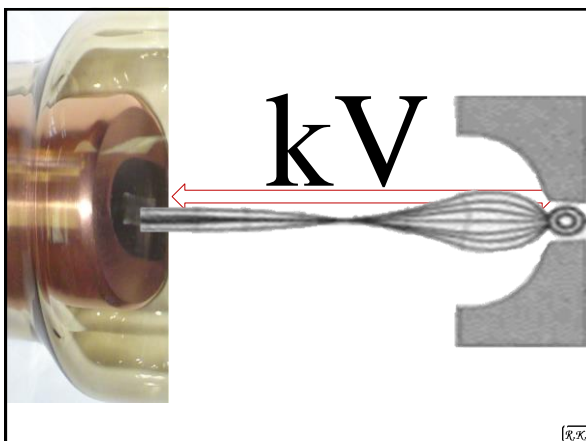
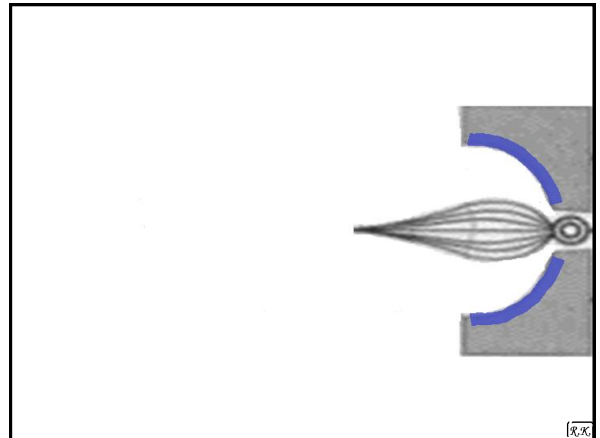
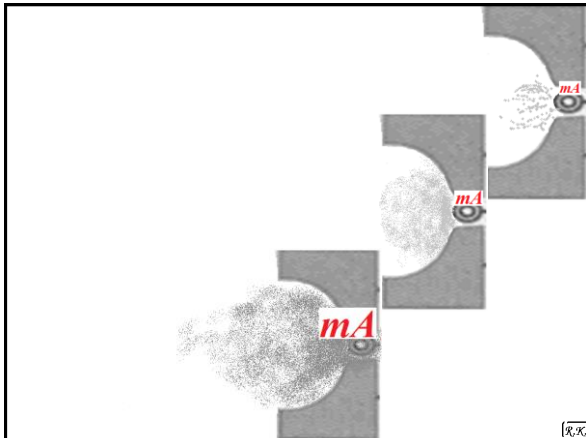
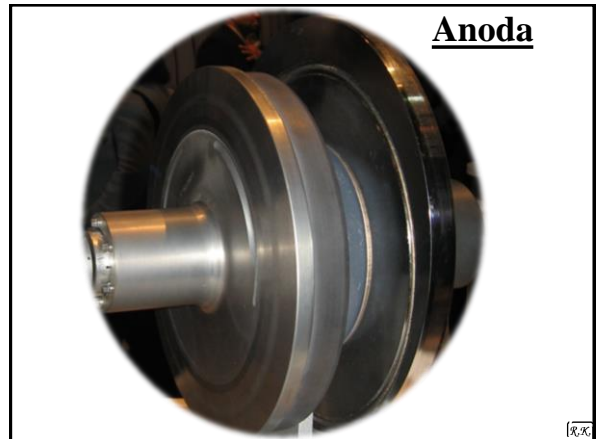


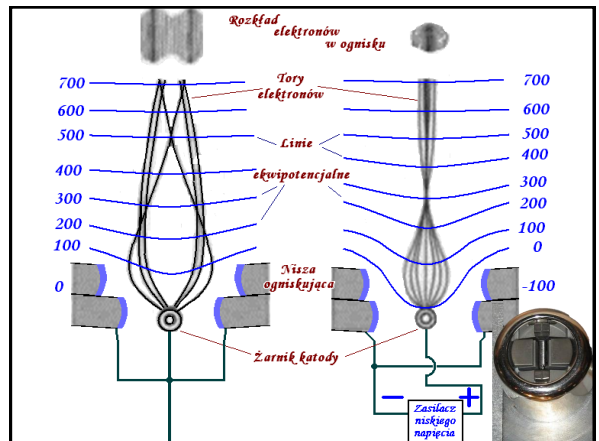
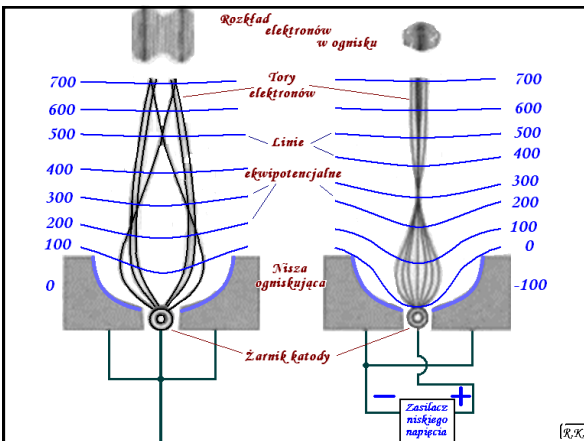
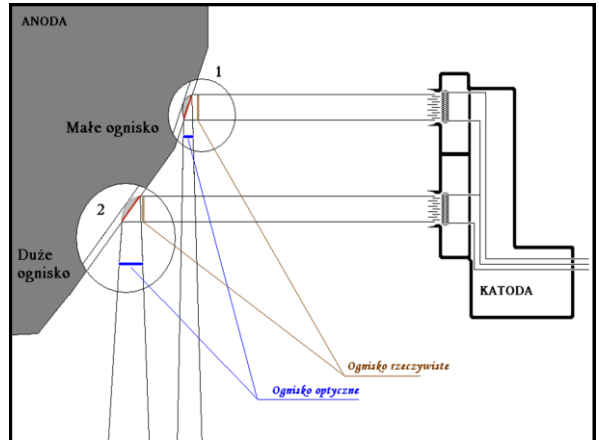
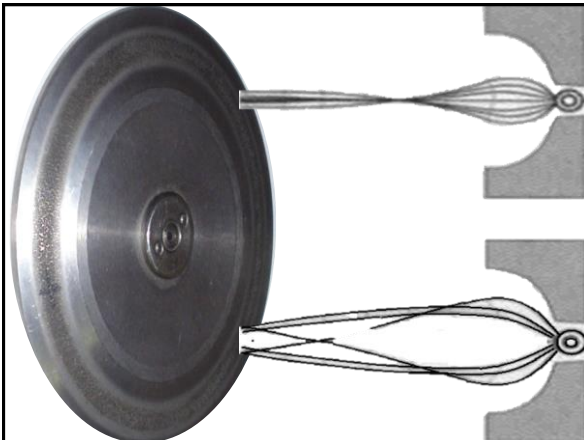
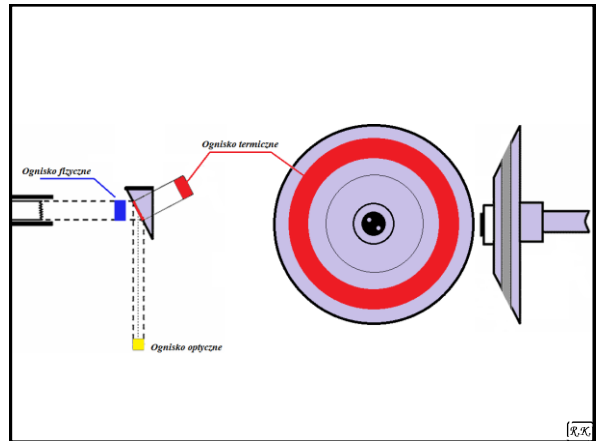
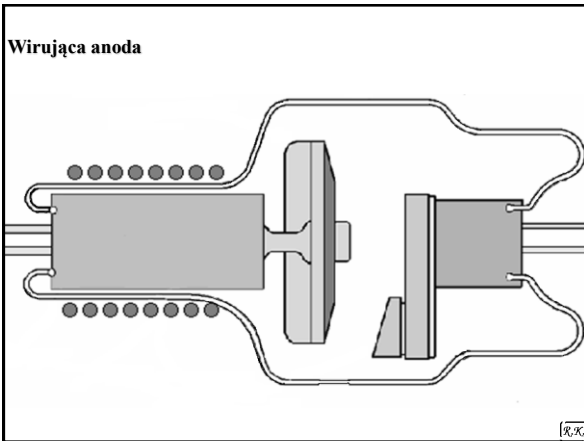
- ### Zasilacz ze sterownikiem
- Parametry ustawiane:
- Wysokie napięcie [kV]
 - Prąd katody [mA]
 - Czas ekspozycji [ms]
 - Parametry układu sterowania dawką (AEC)
 - Odległość ognisko – rejestrator obrazu
 - Grubość i jakość filtracji
 - Wielkość ogniska optycznego
 - Wielkość pola wiązki

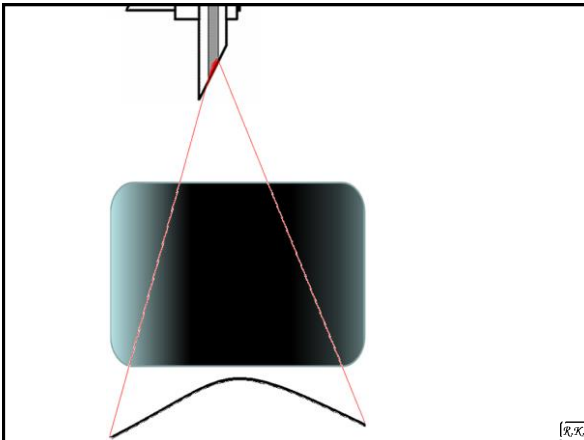
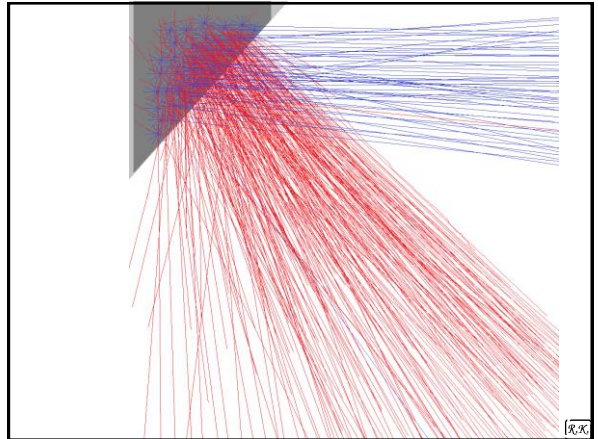
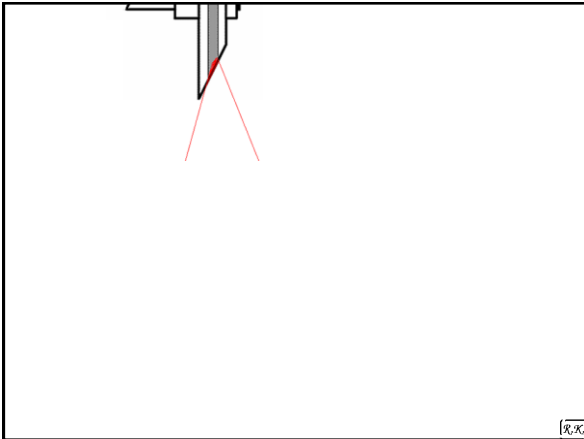
Aparat rentgenowski

2. Źródło promieniowania









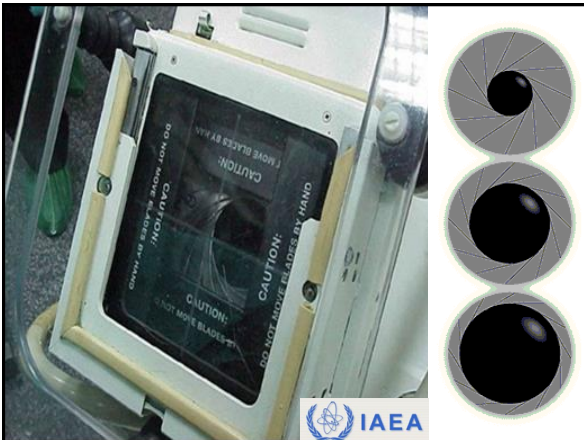
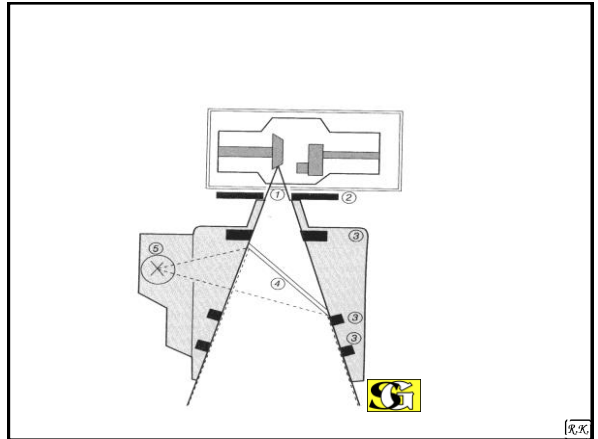
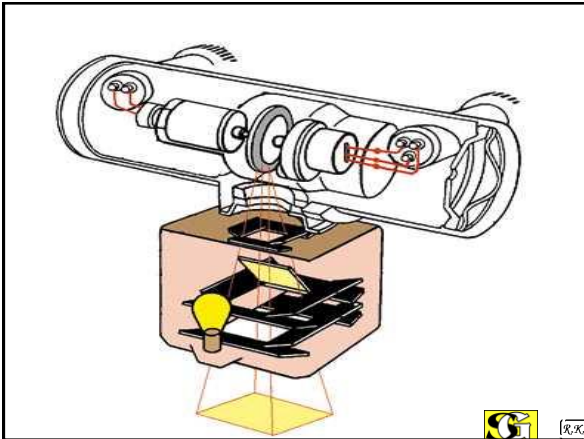
Źródło promieniowania
Parametry ustawiane:

- *Wysokie napięcie [kV]*
- *Prąd katody [mA]*
- *Czas ekspozycji [ms]*
- *Parametry układu sterowania dawką (AEC)*
- *Wielkość ogniska optycznego*
- *Odległość ognisko – rejestrator obrazu*
- *Grubość i jakość filtracji*
- *Wielkość pola wiązki*
- *Wielkość i parametry rejestratora obrazu.*

Aparat rentgenowski

3. Układ ograniczający wiązkę

Układ ograniczający wiązkę

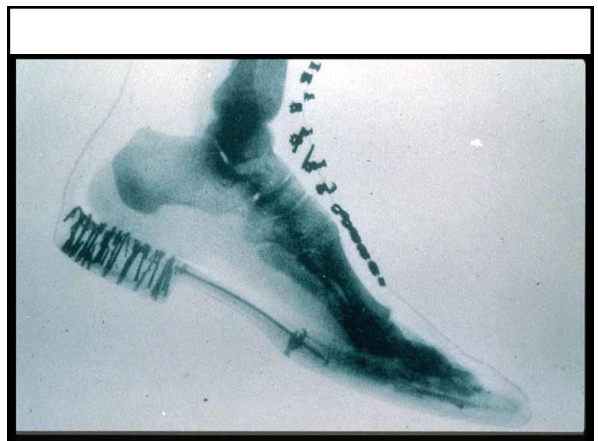


Układ ograniczający wiązkę
Parametry ustawiane:

- Wysokie napięcie [kV]
- Prąd katody [mA]
- Czas ekspozycji [ms]
- Parametry układu sterowania dawką (AEC)
- Wielkość ogniska optycznego
- Odległość ognisko – rejestrator obrazu
- Grubość i jakość filtracji (skład energetyczny wiązki)
- Wielkość pola wiązki
- Wielkość i parametry rejestratora obrazu.

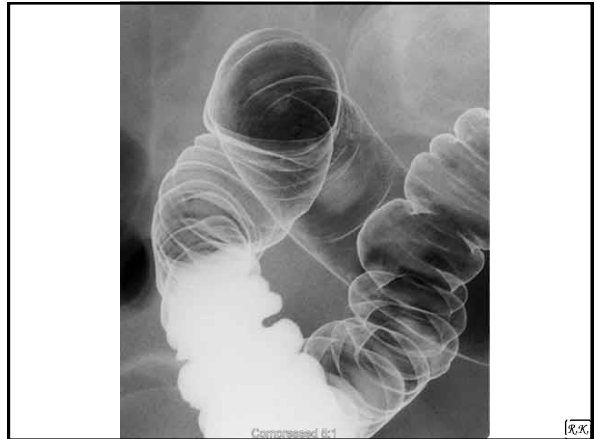
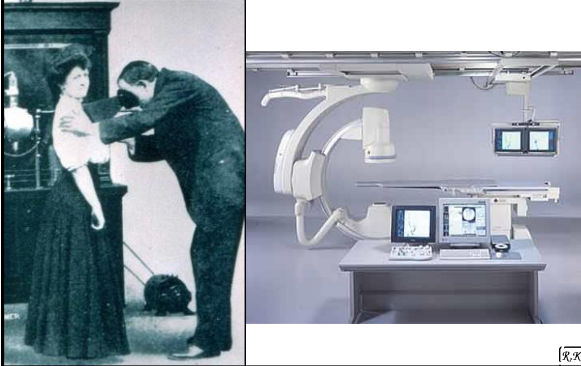
Rejestrator obrazu

Radiografia – błona / folia wzmacniająca



Rejestrator obrazu

Fluoroskopia – wzmacniacz obrazu



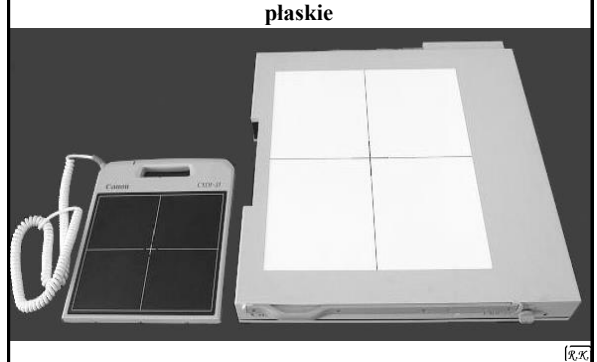
Rejestrator obrazu

Radiografia - rejestracja cyfrowa – płyty pamięciowe (CR)



Rejestrator obrazu

Radiografia i fluoroskopia - rejestracja cyfrowa – panele płaskie

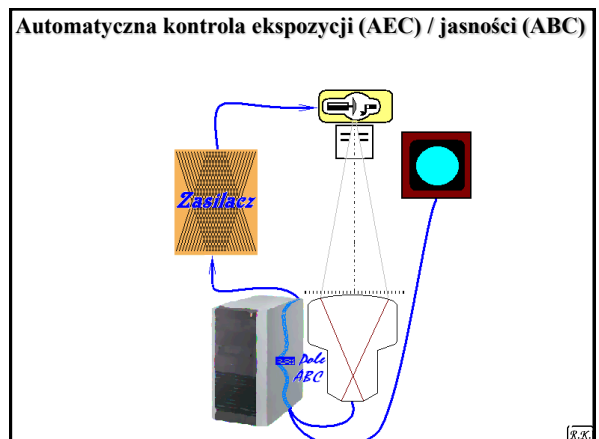
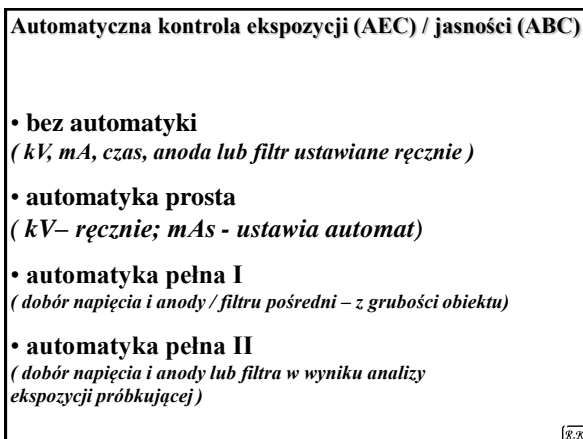
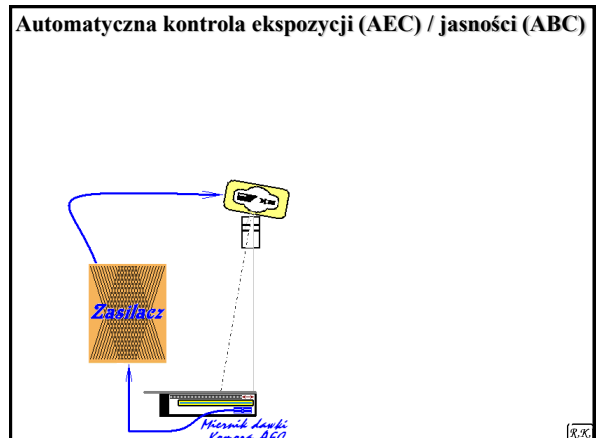
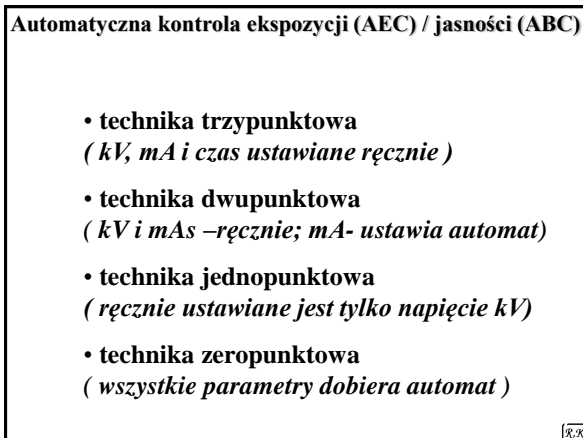
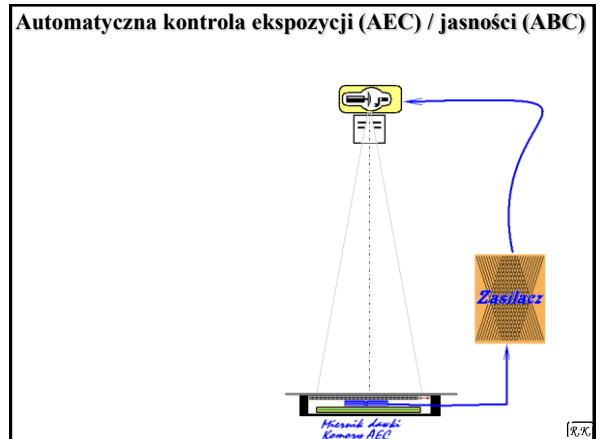
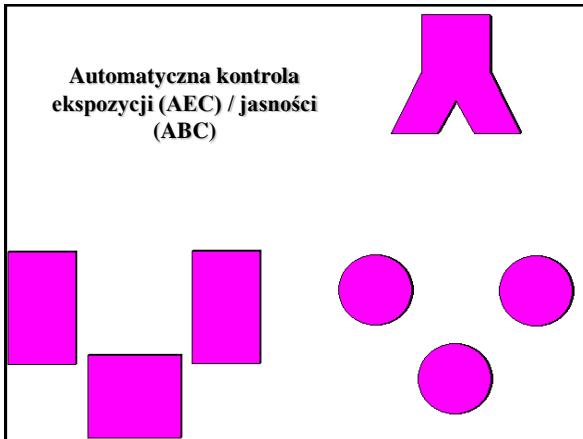


Rejestrator obrazu Parametry ustawiane:

- *Wysokie napięcie [kV]*
- *Prąd katody [mA]*
- *Czas ekspozycji [ms]*
- *Parametry układu sterowania dawką (AEC)*
- *Wielkość ogniska optycznego*
- *Odległość ognisko – rejestrator obrazu*
- *Grubość i jakość filtracji*
- *Wielkość pola wiązki*
- *Wielkość i parametry rejestratora obrazu.*

Elementy pomocnicze

1. Automatyka kontrola ekspozycji / jasności
2. Programy anatomiczne
3. Skopia pulsacyjna
4. Planigrafia / tomosynteza
5. Ognisko
6. Automatyka formatowa / kolimacji
7. Kratka przeciwrozproszeniowa



Automatyczna kontrola ekspozycji (AEC) / jasności (ABC)

- bez automatyki
(*kV, mA – dobierane ręcznie*)
- automatyka prosta
(*kV – ręcznie; mA – ustawia automat*)
- automatyka pełna I
(*dobór kV i mA automatycznie z analizy obrazu*)
- automatyka pełna II
(*dobór kV i mA automatycznie z analizy obrazu ze zmiennym współczynnikiem dawki*)

Programy anatomiczne

Zaprogramowanie warunków granicznych (kV, mAs, ogniska, komory automatyki ekspozycji)

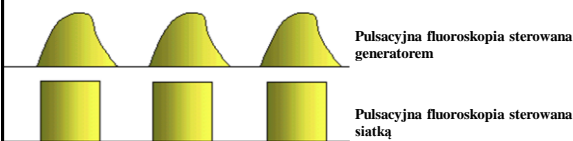
Wybór typu sylwetki pacjenta

Wybór badanego obszaru

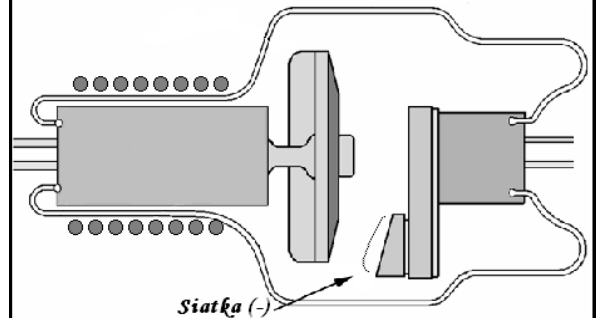
Wybór projekcji

Korekta ustawionych warunków granicznych

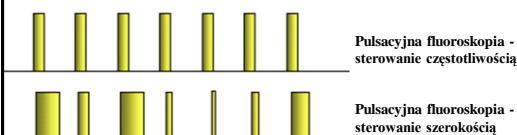
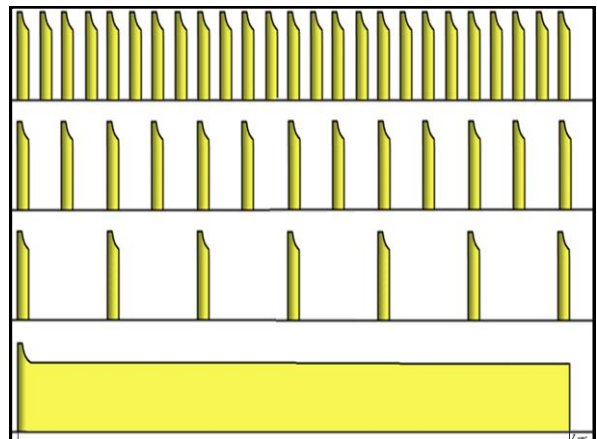
Skopia pulsacyjna

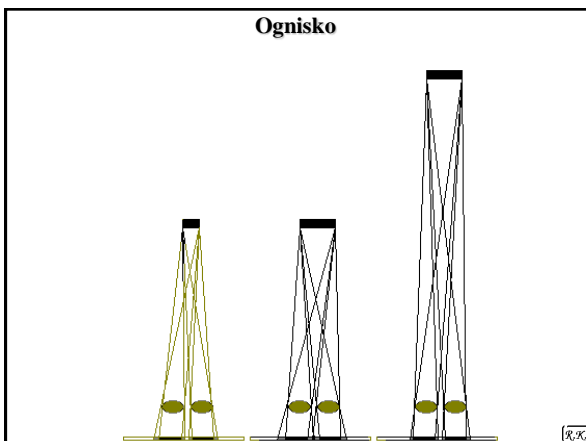
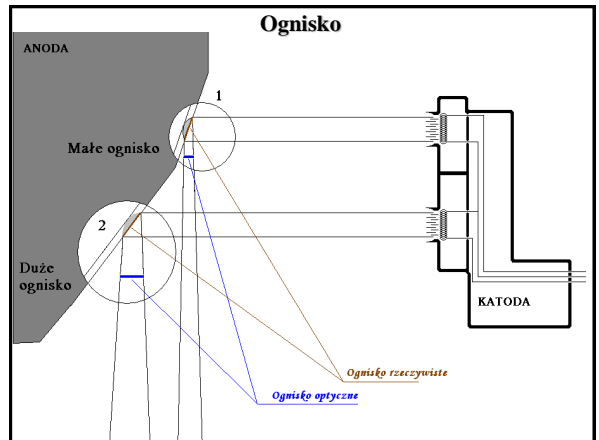
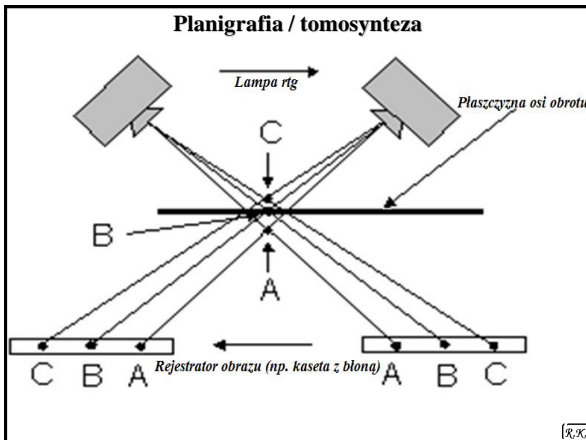
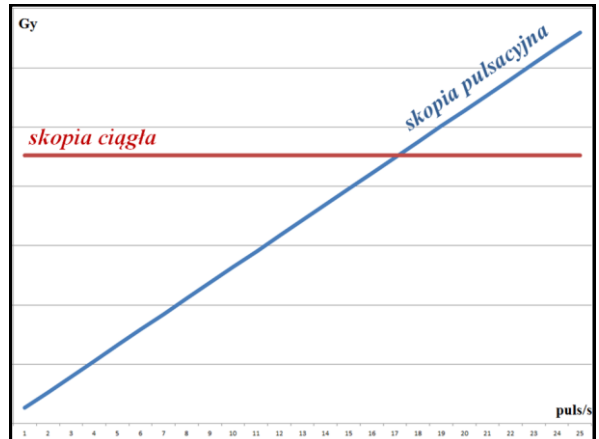
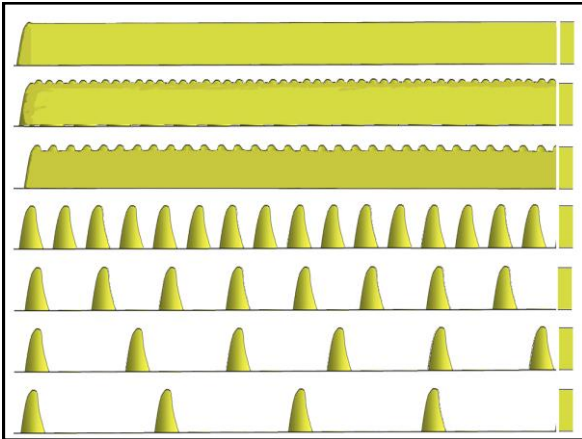


Skopia pulsacyjna



Skopia pulsacyjna

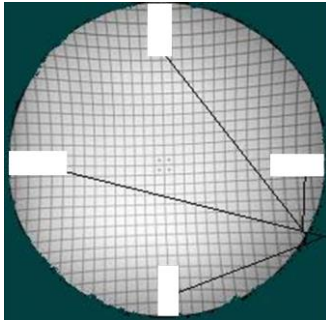





Automatyka formatowa / kolimacji

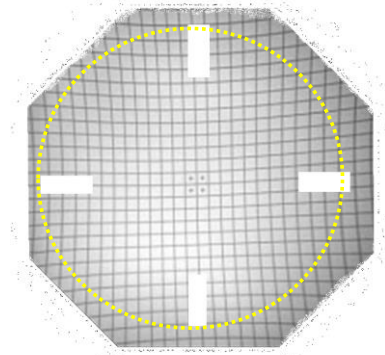
Automatyczne dopasowanie pola promieniowania do pola widzenia rejestratora obrazu z możliwością ręcznego zmniejszenia. We fluoroskopii jest to przysłona irysowa i prostokątna. Dopuszczalny stosunek pola wiązki do pola widzenia: 1,15

Automatyka formatowa / kolimacji

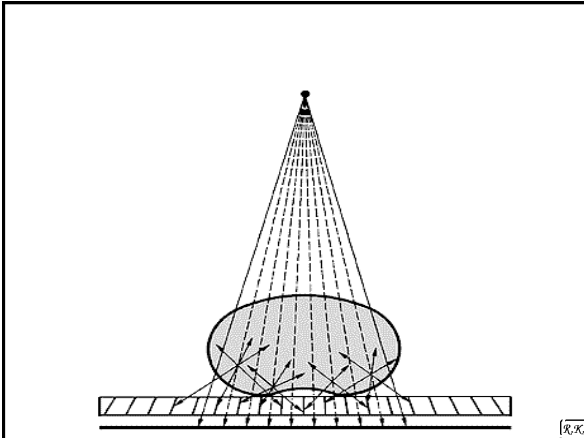


AK

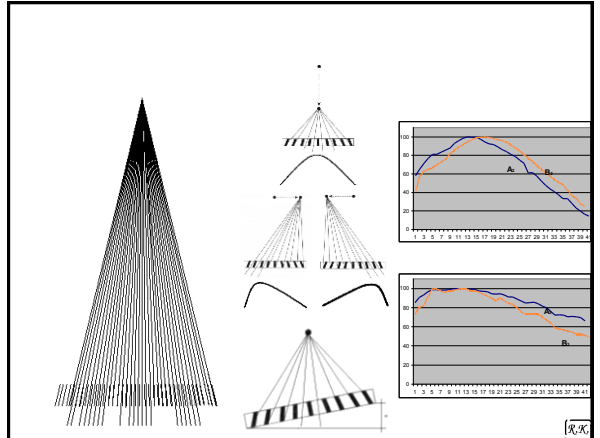
Automatyka formatowa / kolimacji



AK



AK



AK