



# Porównanie parametrów ekspozycji do zdjęcia klatki piersiowej dorosłych pacjentów przyjętych na oddział ratunkowy Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie z parametrami zawartymi w Procedurach Wzorcowych (Prawo atomowe – Dz.U. z 2014 r.)

Comparison of exposure parameters to chest X-ray of adult patients admitted to the emergency department of the University Hospital in Cracow with the parameters contained in the Standard Protocols (Atomic Law in Official Journal of 2014)

Halina Mizgalska-Traczyk, Eliza Borkowska, Piotr Malisz

Zakład Elektroradiologii, Instytut Fizjoterapii, Wydział Nauk o Zdrowiu UJ CM, ul. Michałowskiego 12, 31-126 Kraków, tel. +48 502 189 053, e-mail: miz@autograf.pl

## Streszczenie

## Abstract

Zdjęcie klatki piersiowej jest podstawowym zdjęciem w diagnostyce obrazowej, jednym z najczęściej wykonywanych, a niezbędnym u pacjentów przyjętych na szpitalny oddział ratunkowy. Wzorcowe procedury radiologiczne opublikowane w Dz. Urz. Ministra Zdrowia z 2014 poz. 85 zobowiązują personel medyczny do wykonywania przeglądowego badania rentgenowskiego klatki piersiowej zgodnie z przyjętymi standardami wykonawczymi, aby zminimalizować możliwe skutki niepożądane związane z promieniowaniem jonizującym. W ramach prowadzonego audytu wykazano, że 67% badań przeglądowych klatki piersiowej wykonano według standardu techniką twardego promieniowania w pozycji stojącej w rzucie PA, natomiast 33% wykonano miękką falą w pozycji AP na leżąco. W niniejszym opracowaniu autorzy proponują zmianę podejścia techników elektroradiologii do wyboru parametrów ekspozycji u pacjentów diagnozowanych w ciężkich stanach w szpitalnych oddziałach ratunkowych i zastosowanie do zdjęć klatki piersiowej u tych pacjentów techniki twardego promieniowania zgodnie z zaleceniami zawartymi we wzorcowych procedurach radiologicznych. Technikę obniżonego napięcia stosować przy wykonywaniu zdjęcia przytóżkowego u pacjentów hospitalizowanych lub w sytuacjach, kiedy stosowanie twardego promieniowania z powodów technicznych w pracowni RTG jest niemożliwe.

**Słowa kluczowe:** radiologiczne procedury wzorcowe, zdjęcia klatki piersiowej, technika twardego i miękkiego promieniowania

Chest X-ray is a basic diagnostic image, one of the most frequently performed on patients admitted to the hospital emergency department. The reference radiological procedures published by the Minister of Health in 2014 obliges medical personnel to perform a chest X-ray examination in accordance with the adopted executive standards in order to minimize possible adverse effects connected with ionizing radiation. An audit demonstrated that 67% of chest examinations were made according to the standard, using a hard radiation technique in the standing PA view, while 33% were performed in a soft radiation technique AP in a lying position. In this study the authors suggest to change the approach of X-ray technicians to the choice of exposure parameters in the case of patients with severe conditions in hospital emergency departments and use hard radiation techniques for chest images in the case of these patients in accordance with the recommendations in the reference radiological procedures. The technique of reduced voltage should be used during bedside examinations in the case of hospitalized patients or in situations where it is not possible to use hard radiation in an X-ray department for technical reasons.

**Key words:** the reference radiological procedures, chest X-ray, hard and soft radiation technique

otrzymano / received:

14.08.2019

poprawiono / corrected:

02.10.2019

zaakceptowano / accepted:

09.10.2019

## Wprowadzenie

Zdjęcie klatki piersiowej dostarcza cennych informacji o układzie oddechowym i układzie krążenia, dlatego jest często wykonywane w Szpitalnym Oddziale Ratunkowym [1]. Radiografia klatki piersiowej jest niezbędna u wszystkich pacjentów, którzy doznali ciężkiego urazu, szczególnie w wyniku wypadków. Wykonując zdjęcia przeglądowe klatki piersiowej, należy stosować najniższe z możliwych poziomy dawek, aby szkodliwość była jak najmniejsza przy osiągniętym celu diagnostycznym, z racjonalnym uwzględnieniem wszystkich technicznych uwarunkowań [2]. Technicy elektroradiologii wykonujący badanie ponoszą odpowiedzialność za parametry zdjęciowe, powinni więc posiadać wiedzę na temat dawek, jakie otrzymują pacjenci i warunków generujących dawki.

W oparciu o powszechnie przyjęte zasady ochrony radiologicznej powstały przepisy prawne ustalające zasady bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach diagnostycznych. Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 roku definiuje ochronę radiologiczną jako „zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych”. Aby możliwa była stała kontrola stosowanych dawek, należałoby aparaty rentgenowskie wyposażać w mierniki dawki, ale według obecnych przepisów tylko aparatura rentgenowska wykorzystywana w medycynie interwencyjnej musi mierniki dawki posiadać [3]. Na warunki ekspozycji w trybie automatycznym (AEC) lub ręcznym składają się następujące techniczne parametry:

- wielkość ogniska lampy,
- odległość ognisko-nośnik (detektor),
- rodzaj kratki przeciwróżproszeniowej,
- filtracja całkowita lampy,
- wielkość pola naświetlania,
- napięcie anodowe,
- natężenie prądu,
- czas ekspozycji,
- klasa nośnika obrazu.

Przy stosowanym trybie ręcznego wyboru parametrów ekspozycji personel korzysta z tabel naświetlań przygotowanych przez producentów dla każdego typu aparatu rentgenowskiego.



Cechy prawidłowego zdjęcia klatki piersiowej:

- Obszar od szczytów płuc do zachyłków przeponowo-żebrowych
- Uwidocznienie kręgosłupa piersiowego w rzucie sylwetki serca
- Uwidocznienie 6 przednich lub 10 tylnych żeber
- Przepona na poziomie Th10-Th11 (pełny wdech)
- Obraz o wysokiej kontrastowości

Rys. 1 Zdjęcie PA klatki piersiowej  
Źródło: Archiwum własne.

Pacjentem wzorcowym, dla którego podawane są parametry zdjęciowe, jest pacjent w wieku 14-35 lat, wzrostu 170 cm, o masie ciała 70 kg. Jednak najczęściej technicy pracują na aparatach cyfrowych i wykorzystują automatyczny dobór parametrów ekspozycji. Prawidłowo wykonane zdjęcie klatki piersiowej przedstawiono na rysunku 1.

## Cel pracy

Porównanie parametrów ekspozycji, wykorzystywanych podczas zdjęć RTG klatki piersiowej przez personel medyczny zatrudniony w Centrum Urazowym Medycyny Ratunkowej i Katastrof Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie odpowiedzialnemu za wykonywanie zdjęć rentgenowskich klatki piersiowej z parametrami określonymi w procedurach wzorcowych dla radiologii [4] oraz wskazanie, jaki wpływ na wynik dawki ma jakość promieniowania wynikająca z wybranej wartości napięcia na lampie [5].

## Materiał badawczy i metoda

Zgromadzono dane z wykonania zdjęć rentgenowskich klatki piersiowej u 100 dorosłych pacjentów diagnozowanych w trybie ostrego dyżuru w okresie od stycznia do grudnia 2018 roku. Wszystkie badania wykonano na podstawie skierowań uzasadnionych ciężkim stanem pacjenta. Do analizy uzyskanych danych zastosowano pakiet statystyczny R 3.1.3. Materiał badawczy został poddany analizie opisowej i przedstawiony w postaci średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego, mediany, minimum, maksimum oraz kwartyli Q1 i Q3. W przypadku danych jakościowych została podana liczba wraz z wartością procentową próby. Zebrane dane dotyczyły płci i wieku pacjentów, aparatu RTG (nazwa, typ, producent, rok produkcji), wybranego trybu pracy (AEC/ręczny), zastosowanych parametrów ekspozycji w zakresie napięcia anodowego lampy RTG (w kV), natężenia prądu na lampie (w mA), czasu ekspozycji (w ms), wyboru pozycji do zdjęcia i rzutu, daty wykonania badania. Nazwiska i imiona pacjentów pozostały anonimowe.

## Charakterystyka grupy badanej

Badana grupa pacjentów była bardzo zrównoważona pod względem płci, kobiety stanowiły 49% pacjentów, mężczyźni 51% (Rys. 2).



Rys. 2 Wykres kołowy przedstawiający płeć badanych  
Źródło: Opracowanie własne.



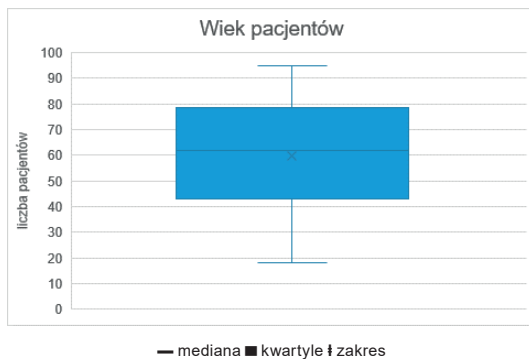
W badanej grupie pacjentów przeważali pacjenci w przedziale od 51 do 95 roku życia – w tej grupie wiekowej kobiety stanowiły 73%, a mężczyźni 56% badanych (Rys. 3). Najmniejszą grupę stanowili pacjenci najmłodsi i najstarsi wiekiem – w grupie od 18 do 35 roku mężczyźni było 19%, a kobiet 8%. Z kolei w grupie najstarszych wiekiem pacjentów – od 86 do 95 roku życia – było 10% kobiet i 8% mężczyzn (Tabela 2).



**Rys. 3** Histogram przedstawiający przedziały wiekowe badanych i liczbę pacjentów w danej grupie

Źródło: Opracowanie własne.

Na wykresie typu ramka – wąsy widać zakres wieku pacjentów: w pierwszym kwartylu wynoszący 43 lata i w trzecim kwartylu 78 lat (Rys. 4).



**Rys. 4** Rozkład wieku pacjentów (wykres ramka – wąsy)

Źródło: Opracowanie własne.

Średnia arytmetyczna wieku pacjentów wynosiła 59, lat 19, mediana 61,5 roku, odchylenie standardowe 20, lat 74, minimum wieku 18 lat, maksimum wieku 95 lat, Q1 = 43, Q3 = 78 (Tabela 1)

**Tabela 1** Zestawienie danych statystycznych charakteryzujących badaną grupę pacjentów

Wiek pacjentów (lata)	Średnia arytm.	Odchylenie standard.	Mediana	Min.	Max.	Q1	Q3
	59,1	20,74	61,5	18	95	43	78

Źródło: Opracowanie własne.

Badania były wykonywane cyfrowym aparatem rentgenowskim ogólnodiagnostycznym Dx-D 400 AGFA, rok produkcji 2013 (Fot. 1, 2).

Aparat Dx-D 400 będący na wyposażeniu Centrum Urazowego Medycyny Ratunkowej i Katastrof Zakładu Diagnostyki Obrazowej na ul. Kopernika 50 w Krakowie posiada wszystkie niezbędne testy kontrolne wykonywane zgodnie z rozporządzeniem w sprawie

**Tabela 2** Liczba badanych pacjentów według płci w czterech grupach wiekowych wraz z rozkładem procentowym w grupach

Wiek pacjentów – zakres w latach	Liczba badanych kobiet	Liczba badanych kobiet (w %)	Liczba badanych mężczyzn	Liczba badanych mężczyzn (w %)
18-35	4	8	10	19
36-50	9	18	12	23
51-70	7	14	16	31
71-85	24	49	9	18
86-95	5	10	4	8

Źródło: Opracowanie własne.



**Fot. 1** Aparat RTG w ZDO w Krakowie ul. Kopernika 50, z promieniem pionowym do zdjęć na leżąco

Źródło: Archiwum własne.



**Fot. 2** Aparat RTG w ZDO w Krakowie, ul. Kopernika 50 z promieniem poziomym do zdjęć w pozycji stojącej

Źródło: Archiwum własne.

kontroli jakości aparatury wykorzystującej promieniowanie jonizujące [6] i spełnia wymagania określone rozporządzeniem dla jednostek służby zdrowia wykonujących świadczenia medyczne [7].

Przy wykonywaniu zdjęć kierowano się wzorcowymi procedurami opracowanymi na podstawie art. 33 ust. 7 ustawy z 29 listopada 2000 – Prawo atomowe (Dz.U. z 2014, poz. 587 i 1512). Procedury wzorcowe są stosowane od 1 stycznia 2015 roku [4].

Dla radiografii klatki piersiowej opracowano następujące wzorcowe procedury:

85. Radiografia, klatka piersiowa, jedna projekcja, (PA) (4.117)
86. Radiografia, klatka piersiowa, dwie projekcje, (PA i boczne) (4.106)
87. Radiografia, klatka piersiowa, trzy projekcje, (PA i L boczne oraz P boczne) (4.107)

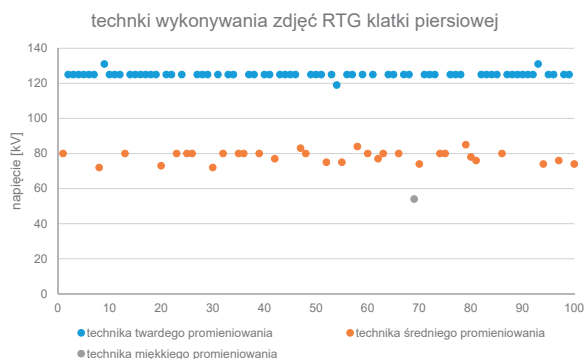


88. Radiografia, klatka piersiowa, zdjęcie płuc techniką miękką (4.695)  
 89. Radiografia, klatka piersiowa, w pozycji leżącej, jedna projekcja (4.108)  
 90. Radiografia, klatka piersiowa, przyłóżkowe, jedna projekcja (AP) (4.119)  
 91. Radiografia, klatka piersiowa, celowane na szczyry płuc, jedna projekcja (4.109)  
 92. Radiografia, klatka piersiowa, projekcje specjalne (4.111)  
 99. Radiografia, klatka piersiowa, 1 projekcja (boczne) z doustnym podaniem środka kontrastującego (4.118)

Przy wywoływaniu ekspozycji posługiwano się trybem automatycznego doboru parametrów (AEC).

Zdjęcia klatki piersiowej u pacjentów w trybie ostrego dyżuru zostały wykonane techniką twardego promieniowania w pozycji stojącej w rzucie PA (identyfikator procedury: kod główny 4.117, ICD9: 87.440.106) albo techniką miękką w pozycji leżącej na plecach w rzucie AP z powodu cięższego stanu pacjenta (identyfikator procedury: kod główny: 4.695, ICD9: 87.440.121) [8, 9]. Rozkład badań przy zastosowanym napięciu prezentuje poniższy wykres (Rys. 5).

Techniką twardego promieniowania (od 119-131 kV) wykonano 67 zdjęć klatki piersiowej w rzucie PA (co stanowi 67%). Techniką średniego promieniowania (od 72-85 kV) wykonano 32 zdjęcia klatki piersiowej w rzucie AP (32%). Techniką miękkiego promieniowania (54 kV) wykonano 1 zdjęcie w rzucie AP (1%). Rozkład ilościowy badań pod względem napięcia prezentuje tabela (Tabela 3.) Dla promieniowania twardego system AEC dobrał natężenie prądu o wartości 200 mA, a dla miękkiego 500 mA oraz czasy ekspozycji promieniowania rentgenowskiego od 3 do 17 ms (Rys. 6).



Rys. 5 Rozkład badań w stosunku do zastosowanego napięcia na lampie RTG  
 Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 6 Wykres liniowy przedstawiający rozkład czasu ekspozycji do zdjęć klatki piersiowej badanej grupy pacjentów od 3 ms do 17 ms  
 Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3 Liczba zdjęć klatki piersiowej przypadająca na wybrany poziom napięcia w kV

Zastosowane napięcie w kV	Liczba zdjęć rtg klatki piersiowej
131	2
125	63
119	2
85	1
84	1
83	2
80	16
78	1
77	2
76	2
75	2
74	2
73	1
72	2
54	1

Źródło: Opracowanie własne.

Ilość badań wykonanych przy doborze czasu ekspozycji pokazuje tabela 4. W całej badanej grupie pacjentów nie wykazano przekroczenia zalecanego czasu zdjęciowego (Rys. 7). Liczba zdjęć wykonanych w danym czasie od 3 do 17 ms pokazuje tabela 4.

Procedura wzorcowa „Radiografia, klatka piersiowa, zdjęcie płuc techniką miękką (4.695)” zaleca przy wykonywaniu zdjęcia techniką obniżonego napięcia przy odległości ognisko-nośnik 180 cm stosowanie czasu ekspozycji poniżej wartości 40 ms [9]. Z przyczyn technicznych w pracowni nie ma możliwości wykonania badania z odległości 180 cm w przypadku zdjęcia w pozycji leżącej. Rysunek 8 przedstawia wyniki zarejestrowanych czasów ekspozycji poniżej ustalonej wzorcem normy w technice miękkiego promieniowania, który w badanej grupie wynosił od 8 do 16 ms.

Tabela 4 Liczba zdjęć klatki piersiowej według wybieranego czasu ekspozycji w ms

Czas ekspozycji (ms)	Liczba zdjęć rtg klatki piersiowej
3	13
4	23
5	10
6	6
7	5
8	4
9	2
10	10
12	7
16	15
17	1

Źródło: Opracowanie własne.

Procedura wzorcowa „Radiografia, klatka piersiowa, jedna projekcja (PA) (4.117)” zaleca napięcie w przedziale od 117 kV do 125 kV i odległość ognisko-nośnik 180 cm oraz czas ekspozycji poniżej 20 ms. Na rysunku 9 przedstawiono wyniki czasów ekspozycji przy wybranym do zdjęcia promieniowaniu twardym. W badaniach nie przekraczano zalecanego czasu ekspozycji, bowiem czasy zarejestrowane kształtowały się w przedziale od 3 do 17 ms [8].

Przeprowadzony audyt w Centrum Urazowym Medycyny Ratunkowej i Katastrof dowodzi, że personel medyczny stosuje się do wzorcowych procedur, wykonując zdjęcia klatki piersiowej. Wybierano dwie z wzorcowych procedur: zdjęcie klatki piersiowej w technice twardej lub w technice obniżonego napięcia. Jeśli stan pacjentów na to pozwalał, wykonywano zdjęcia według



standardu, w pozycji stojącej w rzucie PA, techniką twardego promieniowania, z zastosowaniem zalecanych i nieprzekraczalnych przez wytyczne czasów poniżej 20 ms (od 3 do 17 ms). U pacjentów w cięższym stanie wykonywano zdjęcia dopuszczalną techniką obniżonego napięcia anodowego, w rzucie AP, w pozycji leżącej, stosując się do wskazanego przez wzorzec czasu ekspozycji, nie przekraczając limitu 40 ms (od 8 do 16 ms).

W podobnych badaniach przeprowadzonych w szpitalach okręgu kujawsko-pomorskiego przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną w Bydgoszczy w latach od 2005 do 2010 wykazano, że zdecydowany wzrost przekroczeń dawki przy zdjęciach klatki piersiowej wystąpił przy doborze niskich napięć (65-70% badań). Znotowano wówczas ponad trzykrotne i większe przekroczenia dawki referencyjnej. Przekroczenia wykazano także przy zalecanym twardym promieniowaniu (około 20% badań). Wybór napięcia anodowego lampy RTG pomiędzy 117 kV a 130 kV zwiększa przenikliwość promieniowania i znacząco zmniejsza możliwość przekroczenia zalecanej dawki referencyjnej dla klatki piersiowej wynoszącej 0,2 Gy/cm<sup>2</sup> [11]. Na przekroczenia mają wpływ także inne czynniki poza wybranym napięciem, tj.: korzystanie ze skopii przed zdjęciem, powszechna technika cyfrowa oraz masa ciała pacjenta [5].

## Wnioski

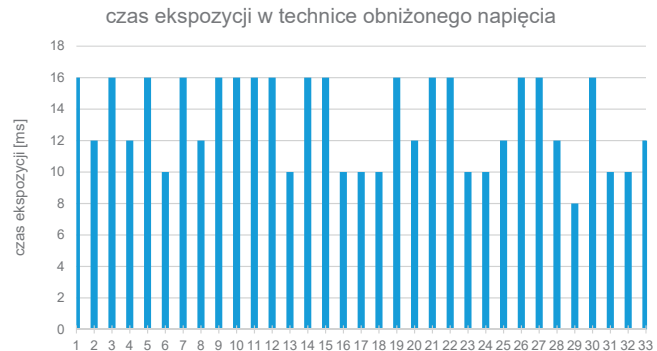
1. Zdaniem autorów niniejszej pracy powinna nastąpić zmiana podejścia techników elektroradiologii przy wyborze napięcia do zdjęć klatki piersiowej w pozycji leżącej na stole rentgenowskim u pacjentów w ciężkim stanie, w rzucie AP.
2. Pomimo że przepisy dopuszczają wykonywanie zdjęć klatki piersiowej techniką obniżonego napięcia, to jednak należałoby rezygnować z miękkiego promieniowania do zdjęcia klatki piersiowej, jeśli tylko warunki techniczne na to pozwalają i postępować zgodnie z opracowaną wzorcową procedurą: „Radiografia, klatka piersiowa, w pozycji leżącej, 1 projekcja (4.108), (identyfikator procedury: ICD9:87.440.103). Powyższa procedura zaleca stosowanie również napięcia twardego od 117 kV do 125 kV, dla pacjenta ułożonego do zdjęcia klatki piersiowej w rzucie AP na stole rentgenowskim, przy zmniejszonej odległości ognisko-nośnik do 130 cm.
3. Technikę obniżonego napięcia proponuje się zachować do zdjęć przytóżkowych klatki piersiowej pacjentów hospitalizowanych lub w sytuacjach, kiedy z powodów warunków technicznych aparatury do badań rentgenowskich stosowanie twardego promieniowania jest niemożliwe [10].

## Literatura

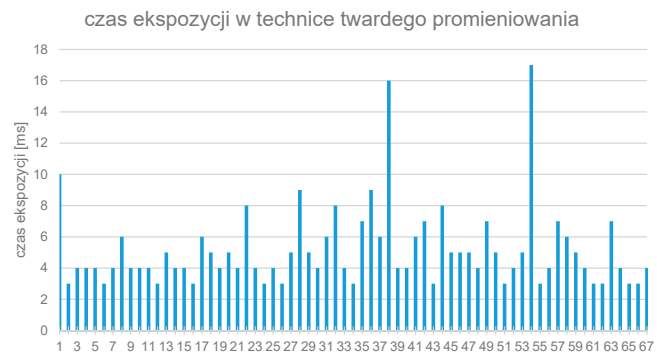
1. J. Corne, K. Pointon: *100 problemów w RTG klatki piersiowej*, Wrocław, Elsevier Urban & Partner, 2008, 1-4.
2. Dyrektywa Rady nr 97/43/Euratom Rady Unii Europejskiej z dnia 30 czerwca 1997 r. w sprawie ochrony zdrowia osób fizycznych przed niebezpieczeństwem wynikającym z promieniowania jonizującego związanego z badaniami medycznymi (Art. 4).
3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 25 sierpnia 2005 r. „Warunki bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla



Rys. 7 Rozkład ilości badań przy zadanym czasie ekspozycji w ms  
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 8 Rozkład zarejestrowanych czasów ekspozycji w przedziale napięć od 54 do 85 kV (technika obniżonego napięcia)



Rys. 9 Rozkład zarejestrowanych czasów ekspozycji do zdjęć w przedziale napięć 119-131 kV (technika twardego promieniowania)

Źródło: Opracowane własne.

- wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej” (Dz.U.05.194.1625), Rozdz. 3, § 20 ust. 1.
4. Ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. (Dz.U. z 2014, poz. 587 i poz. 1512, tekst jednolity Dz.U. z 2017 r., poz. 576).
  5. T. Byczkowska, M. Radczuk, D. Grącka, J. Kasprzak: *Poziomy dawek dla pacjentów w diagnostycznych badaniach rentgenowskich klatki piersiowej wykonywanych w placówkach służby zdrowia na terenie województwa kujawsko-pomorskiego*, Hygeia Public Health, 2011, 46(1), 98-101.
  6. Ustawa z dnia 29 listopada 2007 r. Prawo atomowe (Dz.U. z 2012 r. poz. 264).
  7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 III 2008 r. (Dz.U. z 2008 Nr 59, poz. 365 oraz z 2011 r. Nr 48, poz. 253).
  8. Procedury Wzorcowe: 85. Radiografia, klatka piersiowa, jedna projekcja (PA) (4.117).
  9. Procedury Wzorcowe: 88. Radiografia, klatka piersiowa, zdjęcie płuc techniką miękką (4.695).
  10. Procedury wzorcowe: 89. Radiografia, klatka piersiowa, w pozycji leżącej, jedna projekcja (4.108).
  11. Projekt Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 24 listopada 2010 r. „Warunki bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej” Zał. 1.