

Sylwia Papierz

Zbigniew Kamiński

Janusz Kacprzyk

Małgorzata Adamowicz

Paweł Jeżak

Marek Zmysłony

OCENA WIELKOŚCI DAWEK EFEKTYWNYCH U OSÓB NARAŻONYCH ZAWODOWO NA PROMIENIOWANIE RENTGENOWSKIE I GAMMA W POLSCE OBECNIE I W PRZESZŁOŚCI (WEDŁUG DANYCH INSTYTUTU MEDYCYNY PRACY IM. NOFERA)

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO X AND GAMMA RAYS IN POLAND BASED ON THE PRESENT AND PAST RESULTS (NOFER INSTITUTE OF OCCUPATIONAL MEDICINE DATA)

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Ochrony Radiologicznej / Department of Radiation Protection

STRESZCZENIE

Wstęp: W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki oceny dawek efektywnych promieniowania jonizującego osób zawodowo narażonych na promieniowanie rentgenowskie i gamma w Polsce w roku 2011 przeprowadzonych przez Zakład Ochrony Radiologicznej Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi. Ponadto otrzymane wyniki porównano z danymi zgromadzonymi w bazie w latach 1966–2010. **Materiał i metody:** Ocenę dawki efektywnej (dawki na całe ciało) prowadzono na podstawie pomiarów indywidualnego równoważnika dawki Hp(10). W 2011 r. Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi obejmował pomiarami ponad 28 tys. osób zatrudnionych w 4007 zakładach (w szczególności w placówkach służby zdrowia). Badania wykonywano techniką dozymetru fotometrycznego zgodnie z procedurą badawczą akredytowaną przez Polskie Centrum Akredytacji (zakres akredytacji AB 327). **Wyniki:** Średnia roczna dawka Hp(10) w 2011 r. była równa 0,5 mSv (roczny limit dawki dla Hp(10) wynosi 20 mSv) i wielkość ta zachowana jest na stałym poziomie, tj. około 0,5 mSv w okresie ostatniego 10-lecia. Ponad 99% rocznych dawek nie przekroczyło 5% rocznego limitu, tj. 1 mSv. W roku 2011 odnotowano jedynie jeden przypadek przekroczenia rocznego limitu dla Hp(10). **Wnioski:** Zgromadzone w bazie Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi dane na temat ekspozycji osób (w przeważającej części pracowników służby zdrowia) zawodowo narażonych na promieniowanie X i gamma w roku 2011 oraz analiza tych danych w odniesieniu do lat wcześniejszych wskazują na sprawdzony i ugruntowany system ochrony radiologicznej osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące w Polsce. Med. Pr. 2012;63(5):585–589

Słowa kluczowe: promieniowanie fotonowe, indywidualny równoważnik dawki, dozymetr filmowy, dawka efektywna

ABSTRACT

Background: The paper presents the results of the assessment of effective doses received by people occupationally exposed to X and gamma rays in Poland in 2011 provided by the Nofer Institute of Occupational Medicine in Lodz. The results were compared with the data collected between 1966–2010. **Materials and Methods:** The dosimetric service was provided for people occupationally exposed to ionizing radiation in terms of personal dose equivalent Hp(10). In 2011 the Institute's program of individual dosimetry Hp(10) covered more than 28 000 workers in 4007 laboratories (mainly of health service departments). The measurements were carried out using the film method, according to the research procedure (number AB 327) accredited by the Polish Centre for Accreditation. **Results:** In 2011 the average annual dose Hp(10) was equal to 0.5 mSv (annual limit for Hp(10) is equal to 20 mSv), which maintained at the approximate level of about 0.5 mSv for the last ten years. At present, more than 99% of annual doses do not exceed 5% of the annual level i.e. the level of 1 mSv. Only one case of exceeding the annual limit was recorded in 2011. **Conclusions:** The comparison between the 2011 data on the workers (mostly health service workers) occupationally exposed to X and gamma rays and the data collected in the previous years indicates a satisfactory level of radiation protection in Poland. Med Pr 2012;63(5):585–589

Key words: photon radiation, personal dose equivalent, film dosimetry, effective dose

Adres 1. autorki: Zakład Ochrony Radiologicznej, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera,
ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: spapierz@imp.lodz.pl
Nadesłano 31 sierpnia 2012, zatwierdzono: 14 września 2012

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się szybki rozwój techniki rtg. pozwalającej na wykonywanie coraz bardziej zróżnicowanych oraz złożonych procedur zarówno diagnostycznych, jak i terapeutycznych. Niemniej jednak ten intensywny postęp w jakości i liczbie dostępnych badań z użyciem promieniowania jonizującego pociąga za sobą konieczność zapewnienia coraz lepszej ochrony nie tylko pacjentom, ale także personelowi medycznemu. Z tego powodu specjaliści z dziedziny ochrony radiologicznej kładą szczególny nacisk na zminimalizowanie ryzyka dla obu tych grup bezpośrednio narażonych na działanie promieniowania jonizującego pochodzącego ze źródeł sztucznych (1).

Jednym z podstawowych elementów systemu ochrony radiologicznej w przypadku osób zawodowo narażonych na wspomniane promieniowanie jest, w odróżnieniu od ekspozycji medycznej, system limitacji dawek granicznych. Przepisy dotyczące kontroli narażenia zawodowego pracowników zawarte są w rozdziale 3. Ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (2). Ocena narażenia pracowników wykonywana jest na podstawie ciągłych pomiarów dawek indywidualnych (wyrażonych jako indywidualny równoważnik dawki Hp(10)) lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy dla każdego roku kalendarzowego. Zgodnie z obowiązującym obecnie prawem roczna dawka graniczna (Hp(10)) dla osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące wynosi 20 mSv (dawka ta może być w danym roku przekroczona do wartości 50 mSv, pod warunkiem że w ciągu kolejnych 5 lat kalendarzowych jej sumaryczna wartość nie przekroczy 100 mSv) (3).

Zakład Ochrony Radiologicznej Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi prowadzi od 1966 r. dozymetrię indywidualną osób zawodowo narażonych na promieniowanie X (4). Pomiary wykonywane są od początku metodą dozymetrii filmowej, w której wykorzystane jest zjawisko zaczernienia błon przez promieniowanie jonizujące. Metoda fotometryczna jest najprostszą i najtańszą metodą określania indywidualnego równoważnika dawki Hp(10). Wyniki tych pomiarów są rejestrowane w bazie danych. Rejestr tych dawek obejmuje jedynie część (choćby znaczącą) populacji osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące, którego źródłem jest promieniowanie X i gamma w Polsce, ponieważ są także inne laboratoria badawcze mające uprawnienia do wykonywania tych pomiarów.

W niniejszej pracy przedstawiono szczegółową analizę danych dotyczących narażenia zawodowego osób pracujących z promieniowaniem X i gamma zgromadzonych w roku 2011 w bazie danych dozymetrii indywidualnej Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi oraz ich porównanie z wynikami pomiarów z lat 1966–2010. Wspomniane pomiary wykonywane są w sposób ciągły, w cyklach 2-miesięcznych. Obecnie w bazie zgromadzonych jest ponad 2 mln rekordów dawek.

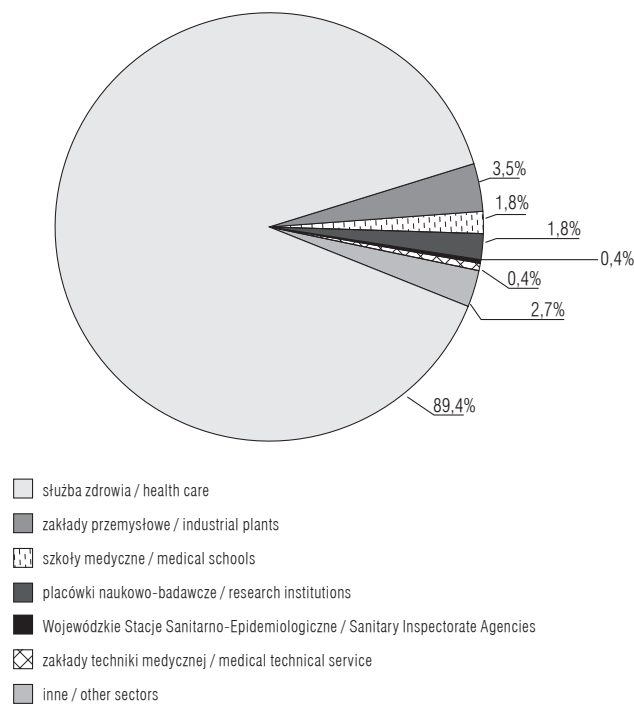
MATERIAŁ I METODY

Metoda pomiaru dawki przy użyciu dawkomierza filmowego jest jedną z podstawowych oraz powszechnie stosowanych metod wyznaczania dawki otrzymanej w wyniku napromieniowania promieniowaniem X oraz gamma. W metodzie pomiaru indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) wykorzystywane jest zjawisko zaczernienia błony fotograficznej przez przechodzące promieniowanie jonizujące. Stosowanym w dozymetrach Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi materiałem detekcyjnym jest błona dozymetryczna typu FOMA PMF – Personal Monitoring Film (prod. FOMA, Republika Czeska), na który składają się film wysokoczuły R-10 oraz niskoczuły R-2, tzw. interwencyjny. Filmy pokryte są obustronnie emulsją fotograficzną i zgodnie z zaleceniami producenta przeznaczone są do rejestrowania jonizującego promieniowania fotonowego. Emulsja fotograficzna reaguje odmiennie na różne energie promieniowania padające na film. Wspomniana zależność charakteryzuje się występowaniem maksimum czułości emulsji dla pewnej wartości energii padającej wiązki promieniowania.

Konstrukcja stosowanych kaset, które są wyposażone w układ filtrów miedzianych i ołowianych o różnej grubości, zapewnia wyznaczenie dawki niezależnie od energii padającego promieniowania. Analiza zaczernienia poszczególnych obszarów filmu pozwala poprawnie ocenić dawkę promieniowania, odróżnić ekspozycję ciągłą od jednorazowej, a także określić kierunek padającego promieniowania. Stosuje się do tego celu akredytowaną metodę Dreslera (5). Poziom czułości metody wynosi 0,1 mSv. Pomiary dawek dla zakresu 0,1–1000 mSv na całe ciało są wykonywane dla energii w zakresie 24–662 keV. Pomiary indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) wykonywane są w sposób ciągły w cyklach 2-miesięcznych. W celu poprawnej identyfikacji każda błona dozymetryczna ma wybitny niepowtarzalny 7-cyfrowy numer. W 2011 r. dozymetrię indywidualną objętych było łącznie 28 146 osób zatrudnionych w 4007 zakładach i laboratoriach.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zgromadzone w roku 2011 wyniki pomiarów indywidualnych równoważników dawek Hp(10) poddano analizie pod względem typu zakładu pracy osób objętych dozymetrią. Na jej podstawie oszacowano, że niemal 90% wszystkich osób stanowią pracownicy służby zdrowia (ryc. 1).



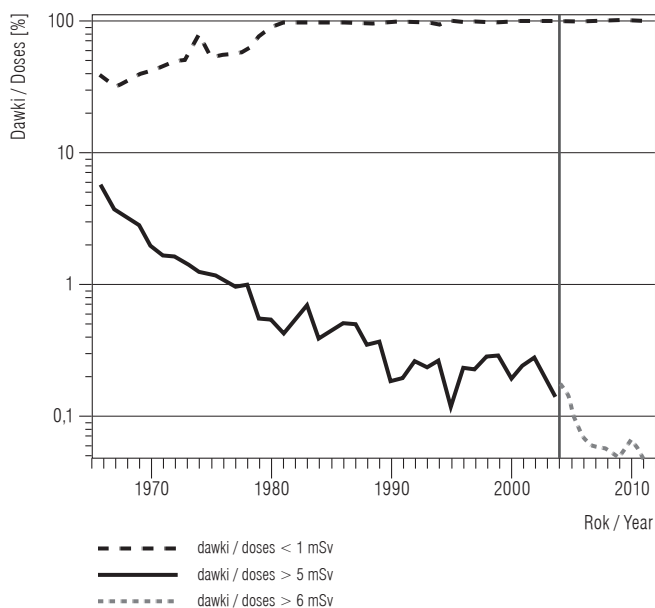
Ryc. 1. Miejsce zatrudnienia osób objętych pomiarami dozymetrycznymi

Fig. 1. Place of employment of persons covered by the individual dosimetry program

W tabeli 1. przedstawiono (z dokładnością do 0,01%) podział indywidualnych równoważników dawek Hp(10) wraz z wartościami średnimi oraz maksymalnymi w roku 2011. Można zaobserwować, że średnia roczna dawka Hp(10) w 2011 r. wynosiła 0,5 mSv. W porównaniu z rokiem poprzednim średnia wartość narażenia nie uległa zmianie (6). Ponadto otrzymane wyniki wskazują, że ponad 99% rocznych dawek nie przekroczyło wartości 1 mSv, około 95% z kontrolowanych otrzymało dawkę poniżej poziomu czułości stosowanej metody, a próg 6 mSv przekroczyło 0,05% dawek rocznych. Dodatkowo zarejestrowano jeden przypadek przekroczenia rocznego limitu dawki.

Dzięki wynikom zgromadzonym w bazie danych należącej do Zakładu Ochrony Radiologicznej Instytutu

Medycyny Pracy w Łodzi możliwa jest analiza narażenia pracowników na przestrzeni ostatnich 45 lat. Na rycinie 2. przedstawiono rozkład rocznych dawek Hp(10). Porównując najświeższe dane z danymi z lat poprzednich można zauważyć sukcesywny wzrost procentowego udziału dawek (począwszy od 40% w roku 1966) w zakresie poniżej 1 mSv, który utrzymuje się do roku 1980, aby ostatecznie ustabilizować się na poziomie powyżej 95% w ciągu kolejnych lat. Z kolei dawki przekraczające poziom 5 mSv (po roku 2004 – 6 mSv (7)) początkowo znacznie przekraczały poziom 1%, natomiast po roku 2006 pozostają na poziomie ok. 0,05%.



Ryc. 2. Dawki nieprzekraczające 1 mSv oraz przekraczające 5 mSv (po roku 2004 – 6 mSv) w badanej populacji w latach 1970–2010 (7)

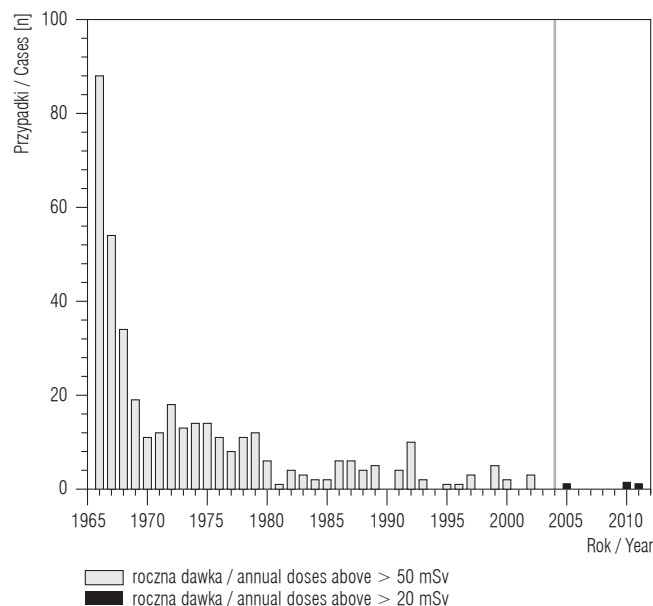
Fig. 2. Doses in various ranges not exceeding the value of 1 mSv and exceeding the value of 5 mSv (6 mSv after 2004) in the study population during 1970–2010 (7)

Dodatkowo przeanalizowano liczbę przekroczeń odpowiedniego rocznego limitu dawki począwszy od 1966 roku (ryc. 3). W trakcie 45 lat regularnego kontrolowania osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące obserwuje się sukcesywnie obniżanie liczby przekroczeń rocznego limitu dawki. Na początku, w latach 1966–1970 można zauważyć gwałtowny spadek zarejestrowanych przypadków przekroczeń, który ustabilizował się do roku 1981 (na poziomie kilkunastu przypadków w ciągu roku). W kolejnych latach wypadki przekroczenia rocznego limitu dawki zdarzały się sporadycznie.

Tabela 1. Podział indywidualnych równoważników dawek Hp(10) w populacji osób zawodowo narażonych na promieniowanie rentgenowskie i gamma w 2011 r.*
Table 1. Classification of personal dose equivalent Hp(10) in the population exposed to X and gamma radiation in 2011*

Typ zakładu Type of institution	Dawka Dose [mSv]		Osoby, które otrzymały dawkę roczną w poszczególnych przedziałach Person receiving annual dose within specified range [%]						
	średnia mean	maksymalna maximum	(0-1] mSv	(1-2] mSv	(2-6] mSv	(6-15] mSv	(15-20] mSv	(20-50] mSv	> 50 [%]
Służba zdrowia / Health care	0,51	42,40	99,63	0,22	0,10	0,04	0,00	0,01	0,00
Wojewódzkie stacje sanitarno-epidemiologiczne / / Sanitary Inspectorate Agencies	0,53	0,60	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Szkoły medyczne / Medical schools	0,23	0,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zakłady przemysłowe / Industrial plants	0,54	5,00	99,40	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Placówki naukowo-badawcze / Research institutions	0,49	0,90	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zakłady techniki medycznej / Medical technical service	0,47	1,50	99,12	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne / Other sectors	0,47	4,10	99,47	0,27	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Ogółem / Total	0,50	42,40	99,63	0,22	0,10	0,04	0,00	0,01	0,00

* Wyniki zaokrąglono do 0,01% / The results rounded-up to 0,01%.



Ryc. 3. Roczne dawki przekraczające limit 50 mSv (po roku 2004 – 20 mSv) w badanej populacji w latach 1966–2011 (3)

Fig. 3. Doses, which exceeded the annual limit of 50 mSv (20 mSv after 2004) in the study population during 1966–2011 (3)

WNIOSKI

W roku 2011 średni roczny indywidualny równoważnik dawki Hp(10) był równy 0,5 mSv. W tym samym roku odnotowano jedynie jeden przypadek przekroczenia rocznego limitu dla indywidualnego równoważnika dawki Hp(10), a ponad 99% rocznych indywidualnych równoważników dawek Hp(10) nie przekroczyło wartości równej 5% rocznego limitu, tj. 1 mSv. Porównując otrzymane rezultaty z wynikami zgromadzonymi w bazie danych od roku 1966, można zauważyć, że w ciągu ostatnich 10 lat wartość średniego rocznego indywidualnego równoważnika dawki Hp(10) utrzymuje się na

stałym poziomie, tj. około 0,5 mSv. Odnotowano jedynie 5 przypadków przekroczeń rocznego limitu dawki.

Zgromadzone w bazie Zakładu Ochrony Radiologicznej IMP w Łodzi dane na temat ekspozycji osób (w przeważającej części pracowników służby zdrowia) zawodowo narażonych na promieniowanie X i gamma w roku 2011 oraz analiza tych danych w odniesieniu do lat wcześniejszych wskazują na sprawdzony i ugruntowany system ochrony radiologicznej osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące w Polsce.

PIŚMIENNICTWO

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Tom I. UNSCEAR, Vienna 2008, s. 301
2. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. DzU z 2007 r. nr 42, poz. 276 z późn. zm.
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego. DzU z 2005 r. nr 20, poz. 168
4. Kluszczyński D., Jankowski J.: Problemy zawodowej ekspozycji na promieniowanie rentgenowskie. Med. Pr. 1998;49(2):157–165
5. Kluszczyński D., Kamiński Z., Jankowski J., Kacprzyk J., Bednarek A.: Film badges for personal dosimetry of roentgen radiation. Int. J. Occup. Med. Environ. Health 2000;13(3):195–203
6. Papierz S., Kacprzyk J., Kamiński Z., Adamowicz M., Zmyślony M.: Ocena narażenia zawodowego na promieniowanie rentgenowskie i gamma w Polsce w roku 2010. Med. Pr. 2011;62(6):579–582
7. Ustawa z dnia 12 marca 2004 r. o zmianie ustawy – Prawo atomowe oraz ustawy o opłacie skarbowej. DzU z 2004 r. nr 70, poz. 632, art. 17, ust. 1, pkt 1 i 2