

W artykule przedstawiono w formie felietonowej problemy związane z ochroną radiologiczną i zapewnieniem jakości ochrony radiologicznej zakładu medycyny nuklearnej, pragnącego działać zgodnie z polskimi i podstawowymi międzynarodowymi normami ochrony przed promieniowaniem jonizującym.

Słowa kluczowe: ochrona radiologiczna, medycyna nuklearna, zapewnienie jakości.

This article presents in a popular form the problems of radiation protection and of radiation protection quality assurance in a nuclear medicine facility wishing to comply with Polish and basic international standards for ionizing radiation protection.

Key words: radiation protection, nuclear medicine, quality assurance.

# Problemy ochrony radiologicznej zakładów medycyny nuklearnej związane z dostosowaniem do międzynarodowych podstawowych norm ochrony przed promieniowaniem jonizującym i bezpieczeństwa źródeł promieniowania

*International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources Safety series No. 115*

Jerzy Zandberg

Państwowa Agencja Atomistyki

We wszystkich cywilizowanych krajach świata działalność polegająca na wykorzystaniu energii atomowej do celów medycznych objęta jest kontrolą instytucji niezależnej, nie związanej ani z medycyną, ani z producentami urządzeń czy radiofarmaceutyków – dozorem państwa. Instytucje dozoru mają za zadanie czuwanie nad zapewnieniem właściwego stanu ochrony radiologicznej przy stosowaniu szeroko pojętych źródeł promieniowania jonizującego, również w medycynie.

W żadnym kraju dozory, które przed udzieleniem zezwolenia na DZIAŁALNOŚĆ wymagają od producentów i użytkowników źródeł promieniowania (naturalnych i sztucznych) spełnienia i udokumentowania szeregu warunków zapewnienia bezpieczeństwa radiologicznego, nie cieszą się sympatią zainteresowanych. Ich praca postrzegana jest jako przejaw skrajnej biurokracji; szczególnie w realiach ekonomicznych polskich samodzielnych publicznych jednostek służby zdrowia.

Efektom wprowadzanej reformy służby zdrowia jest sprowadzenie etosu służby zdrowia do poziomu prozaicznej działalności gospodarczej, w której obowiązują twardo i bezwzględne prawa rynkowe. Prowadzenie działalności na rynku usług medycznych, szczególnie z zastosowaniem izotopów promieniotwórczych może być w niedalekiej przyszłości związane z ryzykiem ponoszenia odpowiedzialności deliktowej (karnej) za rzeczywiste lub urojone szkody osób trzecich, będące następstwem stwierdzonej nieprawidłowości pracy zakładu medycyny nuklearnej czy pracowni izotopowej. Zagrożenie takie jest realne z kilku powodów:

▶ trwa dostosowywanie przepisów prawa do standardów obowiązujących w Unii Europejskiej,

▶ następuje widoczna radykalizacja organizacji konsumenckich i obrony praw pacjenta, ▶ obiegane ponad wszelką miarę wydziały prawa w najbliższej przyszłości wypuszczą rzesze prawników, którzy muszą przeciwieństwo z czegoś żyć.

Po sąsiedztwie, w Niemczech, od 10 lat obowiązuje § 823 *Bürgerliche Handlungsgesetzbuch* głoścący, że: *któ z rozmysłem lub przez niedbalstwo naraża bezprawnie życie, ciało, zdrowie, wolność lub inne podobne prawo innej osoby, jest obowiązany do wyrównania tej osobie powstałych szkód*. Przepis ten dotyczy również działalności medycznej. Najwyższe uzyskane łączne odszkodowanie w przypadku śmierci lub uszkodzenia ciała wynosi dotychczas 160 mln DM.

Deliktowa odpowiedzialność wynagrodzenia szkody ma miejsce wtedy, kiedy wskutek niezgodnego z prawem działania lub zaniechania, życie lub zdrowie innej osoby jest naruszone z rozmysłem lub przez niedbalstwo. Co gorsze, przy odpowiedzialności deliktowej poszkodowany nie musi udowodnić winy pozwanego. Musi tylko wykazać, że szkoda ma związek z działalnością usługodawcy – w naszym przypadku promieniowaniem jonizującym. Nietrudno wyobrazić sobie autorytet naukowy, który stwierdzi, że: *nie można wykluczyć, iż nieszczęścia jakie spotkały poszkodowanego, są spowodowane przez te atomy...* Jeżeli dodamy do tego udowodnienie pozwanemu dowolnej niezgodności prowadzonej działalności z obowiązującymi przepisami prawa atomowego i zarządzeń związanych, werdykt sądu wydaje się łatwy do przewidzenia.

Celem poniższego artykułu jest wykazanie, że spełnianie *biurokratycznych* wymagań dozoru jądrowego świadczy nie tylko

o właściwej postawie obywatelskiej kierownictwa, ale przede wszystkim jest dowodem dbałości o dobrze pojęty interes własny.

#### **Nie każda działalność ze źródłami promieniowania jonizującego wymaga zezwolenia.**

W Zarządzeniu Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dnia 28 sierpnia 1997 r. w sprawie określenia przypadków, w których działalność związana ze źródłami promieniowania jonizującego nie wymaga zezwolenia (Monitor Polski Nr 59, poz. 569) zawarte jest stwierdzenie, że: *Zezwolenia nie wymaga w szczególności: wytwarzanie, przetwarzanie, obrót, składowanie, usuwanie, transport lub stosowanie substancji zawierających nuklidy promieniotwórcze, w tym rozszczepialne, których aktywność całkowita i stężenie promieniotwórcze nie przekracza wartości podanych w załączniku nr 1 do zarządzenia oraz w § 2: Jeżeli zamierzona działalność związana jest z substancjami promieniotwórczymi zawierającymi nuklidy promieniotwórcze o aktywności całkowitej i stężeniu promieniotwórczym przekraczających wartości podane w załączniku nr 1 do zarządzenia nie więcej niż 100-krotnie, działalność taka może być prowadzona bez zezwolenia pod warunkiem jej zgłoszenia do organu wydającego zezwolenie i uzyskaniu wpisu do rejestru użytkowników substancji promieniotwórczych.*

Zastanówmy się nad praktycznym znaczeniem powyższych zapisów. Jeżeli tylko działalność związana ze źródłami promieniowania jonizującego nie polega na:

- ▶ zamierzonym dodawaniu substancji promieniotwórczych do artykułów medycznych w procesie ich produkcji,
- ▶ wprowadzaniu do obrotu takich artykułów,
- ▶ zamierzonym podawaniu substancji promieniotwórczych ludziom lub zwierzętom w celu medycznej lub weterynaryjnej diagnostyki i terapii, albo w celu prowadzenia badań naukowych,

nie ma obowiązku utrzymywania statusu pracowni izotopowych klasy III w szeregu laboratoriów naukowych i radioimmunologicznych.

Dla przykładu: pracownia przerabiająca jednorazowo do 1 MBq jodu J-125 **na danym stanowisku pracy** może prowadzić działalność bez informowania o tym fakcie dozoru jądrowego. Przy jednorazowym przeobrażeniu do 100 MBq wystarczy proste zgłoszenie w celu wpisania do rejestru użytkowników substancji promieniotwórczych, opatrzone znacznikiem skarbowym za 3 zł.

Oczywiście, w przypadku prowadzenia działalności z substancjami promieniotwórczymi zawierającymi różne nuklidy, suma stosunku stężeń promieniotwórczych lub suma stosunków aktywności tych nuklidów do odpowiadających im limitów podanych w tab. 1. nie może przekraczać 1.

Przykładowo na danym stanowisku prowadzona jest praca, przy której równocześnie stosuje się jako znaczniki o aktywnościach

185 kBq jodu J-125, 400 kBq kobaltu Co-57 i 3 MBq węgla C-14. Graniczne wartości aktywności całkowitej zawarte w tabeli załącznika nr 1 dla wymienionych radionuklidów wynoszą: dla J-125 – 1 MBq, dla Co-57 – 1 MBq i dla C-14 – 10 MBq. Suma stosunków aktywności do odpowiadających im limitów wynosi:  $185/1000 + 400/1000 + 3/10 = 0,885$  i jest mniejsza od 1.

Wniosek – taką pracę można wykonywać w dowolnym laboratorium, bez konieczności spełniania jakichkolwiek ustawowych wymogów ochrony radiologicznej. Przy 100-krotnie zwiększonej aktywności wystarczy rejestracja.

Zakłady medycyny nuklearnej cierpią na chroniczny brak pomieszczeń spełniających wymagania stawiane przez dozór jądrowy przy prowadzeniu diagnostyki lekarskiej i terapii z zastosowaniem radiofarmaceutyków. Równocześnie na terenie kontrolowanym zakładu zlokalizowane są laboratoria radioimmunologiczne zakwalifikowane w przeszłości jako pracownie izotopowe klasy III, aktualnie przerabiające aktywności na poziomie podlegającym co najwyżej rejestracji. Radioimmunologia może zostać przeniesiona do innych pomieszczeń laboratoryjnych bez wpływu na stan ochrony radiologicznej zakładu.

#### **Kiedy potrzebne jest zezwolenie na pracę ze źródłami promieniowania jonizującego?**

W każdym przypadku nie objętym zarządzeniem prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dnia 28 sierpnia 1997 r. w sprawie określenia przypadków, w których działalność związana ze źródłami promieniowania jonizującego nie wymaga zezwolenia.

#### **Co trzeba zrobić, aby uzyskać zezwolenie prezesa Państwowej Agencji Atomistyki na działalność zakładu medycyny nuklearnej?**

Wystarczy spełnić warunki Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 21 listopada 1995 r. w sprawie warunków wydawania zezwoleń na działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej, opublikowane w DzU 1996 nr 3.

#### **Czy posiadanie ważnego zezwolenia prezesa PAA wystarczy do uwolnienia od odpowiedzialności karnej w przypadku konieczności udowodnienia, że nie wystąpiło niezgodne z prawem działanie lub zaniechanie, w wyniku którego życie lub zdrowie innej osoby zostało naruszone z rozmysłem lub przez niedbalstwo?**

Niekoniecznie. Posiadanie zezwolenia jest warunkiem koniecznym do prowadzenia działalności, natomiast nie jest warunkiem wystarczającym do wykazania, że **aktualnie** prowadzona działalność jest zgodna z warunkami, na podstawie analizy których zezwolenie zostało wydane.

Za stan ochrony radiologicznej odpowiada dyrektor jednostki organizacyjnej stosującej źródła promieniotwórcze. Odpowiedzialności tej nie może scedować na inną osobę. Może jednak przeciwdziałać odpo-

wiedzialności udowadniając, że posiada odpowiednią organizację, w ramach której system ochrony radiologicznej utrzymywany jest na poziomie wymaganym przez obowiązujące przepisy, ma wystarczający system kwalifikacji, instruowania i nadzorowania swoich pracowników i może to udokumentować. Może to być program zapewnienia jakości w zakresie ochrony radiologicznej oraz fakt, że praca z izotopami odbywa się zgodnie z tym programem.

Definicji systemu jakości jest tyle, ilu definiujących. Spróbujmy uściślić znaczenie stosowanych terminów. Przyjmując za normą EN 28402 Jakość – Terminologia, że **system jakości** to: *struktura organizacyjna, podział odpowiedzialności, procedury, procesy i zasoby umożliwiające wdrożenie zarządzania jakością*, stwierdza się, że nie istnieje firma, w której nie byłoby systemu jakości. Każda jednostka ma jakąś strukturę organizacyjną, zasoby, istnieje w niej podział odpowiedzialności, stosowane są procedury i procesy.

Osobnym problemem jest ustalenie, czy istniejący system jakości zgodny jest z wymogami dozoru jądrowego i czy istnieje jego wiarygodna dokumentacja. Powszechnie uznawany jest system jakości zgodny z normą ISO serii 9000. Norma nie jest sprzeczna z wymaganiami dozoru. Gdy zastąpi się występujące w normie pojęcie Księgi Zapewnienia Jakości – Programem Zapewnienia Jakości w zakresie ochrony radiologicznej działalności zakładu medycyny nuklearnej, zaś pełnomocnika ds. jakości – inspektorem ochrony radiologicznej wszelkie inne wymagania normy nie odbiegają od wymagań dozoru jądrowego.

Przeanalizujmy, jak wyglądałby program zapewnienia jakości stanu ochrony radiologicznej zakładu medycyny nuklearnej i jego dokumentacja, gdyby były opracowane zgodnie z wymogami normy ISO 9002 i zaletami międzynarodowymi.

Zapewnienie jakości ochrony radiologicznej należy rozumieć jako całokształt planowych i systematycznych działań, niezbędnych do stworzenia odpowiedniego stopnia pewności co do tego, że wszelkie prace ze źródłami są prowadzone w sposób gwarantujący bezpieczeństwo personelu, ludności i środowiska naturalnego (kontrola zapewnienia jakości diagnostyki i terapii nie jest zadaniem dozoru jądrowego). Ponieważ zapewnienie jakości spełnia rolę narzędzia zarządzania podstawowym elementem systemu, decydującą rolę odgrywa stanowisko najwyższego kierownictwa zakładu.

Pierwszy merytoryczny punkt normy ISO dotyczy odpowiedzialności kierownictwa. To najwyższe kierownictwo zakładu na piśmie deklaruje swoją **politykę jakości**. Jest to publiczna deklaracja szefa firmy, że w kierowanym przez niego zakładzie zapewnienie jakości w zakresie ochrony radiologicznej jest jednym z priorytetów działalności.

Oto fragment publikacji z 1991 r. *Implementing Hospitalwide Quality Assurance*, dotyczącej problemów z wprowadzaniem systemu zapewnienia jakości w szpitalach amerykańskich: *Jakość zaczyna się od głowy. Ten aforyzm potwierdza się w zakładach przemysłowych i usługowych oraz we wszystkich przedsiębiorstwach, w których kluczową sprawą jest zachowanie jakości. Szpitale nie stanowią wyjątku. Decyzja dotycząca jakości musi pochodzić z najwyższego źródła władzy i odpowiedzialności – od dyrekcji. Członkowie dyrekcji muszą rozumieć części składowe efektywnego programu jakości i odpowiednio dysponować zasobami szpitala celem ich wdrożenia. Ich poparcie musi być elastyczne, niedwuznaczne, nie podlegające nieprzewidywanym okolicznościom i nastawione na to, aby wpoić wszystkim poziomom pracowników oddanie i entuzjazm dla programu.*

*Ponieważ program zapewnienia jakości musi obowiązywać w całym szpitalu, jego wdrażanie należy rozpocząć od najwyższego poziomu kierownictwa szpitala – od dyrekcji. Poziom wzajemnego lekceważenia, jeśli nie otwartego antagonizmu, między zarządem szpitala a personelem medycznym może w znaczący sposób utrudnić porozumienie...*

W pracy *The IBM Way*, Francis G. Rodgers stwierdził, że wytyczne kierownictwa nic nie znaczą, dopóki kierownictwo własnymi posunięciami i postępowaniem nie udowodni, co właściwie się kryje za poszczególnymi nakazami. Stwierdził także, że dążenie do czegoś mniejszego niż doskonałość działania automatycznie zmniejsza oczekiwania i osłabia każdy program. Z tej przyczyny wdrażanie jakości zależy od tego, czy kierownictwo podda się wprowadzonym innowacjom i czy będzie nalegać, by podwładni czynili to samo. Większość pracowników zastosuje się do wymaganego od nich poziomu pracy. Należy jednak zrozumieć, że uczynią to w stopniu, w jakim – jak sądzą – wymaga tego od nich kierownictwo. Zaś ich przestrzeganie niezbędnego standardu może być odmienne od konceptu kierownictwa. Dlatego właśnie kierownicy odpowiednich działów powinni być szczerze oddani nowemu programowi i zdolni do jasnego przekazania swoich oczekiwań. Jeżeli program ma się powieść, należy w razie potrzeby dokonać odpowiednich zmian na stanowiskach kierowniczych.

Kiedy program jakości w obrębie szpitala już funkcjonuje, należy nagradzać dodatkowe działania pracowników pochwałami, promocją i podwyżkami. Takie dowody uznania wywołują u pracownika poczucie realizacji i pobudzają daną osobę do dalszych wysiłków celem udoskonalenia systemu, co w rezultacie przyspieszy poprawę jakości i spowoduje entuzjastyczną współpracę reszty pracowników.

Promocje jako dowód uznania powinny leżeć w interesie szpitala. Nie tylko są one przestrzegane jako nagroda za działanie, ale podkreślają też, że najwyższe kierownictwo w przeszłości doceniło wysiłki personelu. Jest to podstawą do przekonania, że przyszłe działania innych osób również zostaną docenione.

*Wreszcie program jakości może się powieść jedynie wtedy, gdy zarząd zapewni bezstresowe warunki pracy. Kiedy przyrządy nie działają jak należy, kiedy nie spełniają oczekiwań użytkownika, ponieważ są stare i zużyte, albo były niewłaściwie konserwowane, trudno oczekiwać doskonałości w działaniach pracowników. Podobnie kupowanie zbyt małej ilości lub niewłaściwych towarów może frustrować i zdenerwować sumiennego pracownika. Takie warunki uniemożliwiają komukolwiek wykonywanie porządnej pracy. Wynikający z nich gniew i cynizm mogą nawet doskonałych pracowników zniechęcić do dalszych wysiłków. Dobrze funkcjonujący system pomocniczy szpitala ułatwia techniczne i profesjonalne działania lekarzy, umożliwiając ujednoczoną i właściwą opiekę medyczną. Zaś końcową nagrodą są zadowoleni pacjenci.*

Założmy, że kierownictwo wyraża wolę wprowadzenia i utrzymania programu zapewnienia jakości (PZJ) ochrony radiologicznej, zakład posiada właściwe dla prowadzonej działalności zasoby w postaci pomieszczeń i infrastruktury związanej, aparatury i przeszkolonego personelu. Osoba o podstawowym znaczeniu dla prawidłowego działania PZJ ochrony radiologicznej zakładu medycyny nuklearnej jest inspektor ochrony radiologicznej (IOR).

#### **Czy zakład medycyny nuklearnej może działać bez inspektora ochrony radiologicznej?**

Nie jest to możliwe. Konieczność obecności IOR w zakładzie medycyny nuklearnej uregulowana jest w załączniku nr 1 do zarządzenia prezesa PAA z dnia 28 lipca 1987 r. poz. 215 (tekst ujednoczony uwzględniający zmiany wprowadzone zarządzeniem prezesa PAA z dnia 19 września 1997 r., Monitor Polski Nr 73, poz. 698). Inspektorem ochrony radiologicznej w zakładzie medycyny nuklearnej może być osoba mająca wykształcenie wyższe dowolnej specjalności, roczną praktykę zawodową i szkolenie specjalistyczne typu B1. Uprawnienia IOR są ważne przez 5 lat i po upływie terminu ważności podlegają aktualizacji. Uprawnienia IOR nadaje prezes PAA.

Formalny zakres obowiązków IOR określony w załączniku nr 2 do Zarządzenia Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dnia 19 września 1997 r. (Monitor Polski Nr 73, poz. 698) jest bardzo szeroki. Inspektor ochrony radiologicznej jest odpowiedzialny przed kierownikiem zakładu za wewnętrzny nadzór i kontrolę w zakresie bezpieczeństwa pracy przy stosowaniu promieniowania jonizującego, za prawidłowe stosowanie substancji promieniotwórczych, właściwe wyposażenie zakładu w sprzęt dozymetryczny i ochronny.

Do obowiązków IOR należy w szczególności:

#### • opiniowanie:

- zakładowych przepisów związanych ze stosowaniem substancji promieniotwórczych i ochroną przed promieniowaniem,
- regulaminu pracy ze źródłami promieniowania,

- technologicznych instrukcji pracy,
- instrukcji transportu źródeł promieniowania
- zamówień na substancje promieniotwórcze,

#### • nadzorowanie:

- prac ze źródłami promieniowania,
- konserwacji aparatury izotopowej,
- kontroli szczelności zamkniętych źródeł promieniowania,
- magazynowania źródeł promieniotwórczych i odpadów promieniotwórczych oraz usuwania odpadów,

• sprawdzanie kwalifikacji w zakresie ochrony przed promieniowaniem osób pracujących ze źródłami promieniowania,

• sprawdzanie działania aparatury dozymetrycznej i aktualności kart kalibracyjnych,

• kontrola prawidłowości oznakowania miejsc pracy ze źródłami, magazynów źródeł i odpadów, pojemników ze źródłami promieniowania itp.,

• prowadzenie ewidencji:

- otrzymanych przez pracowników dawek promieniowania oraz aktywności wchłoniętych substancji promieniotwórczych,
- źródeł promieniowania,
- wyników kontrolnych pomiarów dozymetrycznych w miejscach pracy ze źródłami promieniotwórczymi
- odpadów promieniotwórczych,
- konserwacji i napraw aparatury izotopowej i dozymetrycznej,
- osób przeszkolonych w zakresie ochrony przed promieniowaniem i osób uprawnionych do pracy ze źródłami promieniowania,

• posiadanie zbioru aktualnych przepisów państwowych, resortowych i zakładowych dotyczących stosowania źródeł promieniowania oraz posiadanie planu sytuacyjnego zakładu z zaznaczeniem miejsc, gdzie znajdują się źródła promieniotwórcze,

• sprawdzanie warunków pracy ze źródłami promieniowania i meldowanie kierownikowi zakładu o stwierdzonych brakach i niedociągnięciach oraz przygotowywanie zaleceń, celem usunięcia tych braków i niedociągnięć,

• wstrzymywanie prac ze źródłami, gdy naruszone są warunki zezwolenia oraz inne podstawowe przepisy z zakresu ochrony przed promieniowaniem i powiadamianie o tym Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego,

• wnioskowanie o zakup aparatury dozymetrycznej i sprzętu ochronnego potrzebnego w zakładzie,

• powiadamianie kierownika zakładu, CLOR i państwowego inspektora sanitarnego o każdym wypadku radiacyjnym,

• zabezpieczenie miejsca wypadku radiacyjnego i kierowanie akcją awaryjną (w razie potrzeby do czasu przybycia specjalistycznej ekipy CLOR),

• przeprowadzanie kontrolnych pomiarów dozymetrycznych w miejscach pracy ze źródłami promieniotwórczymi,

• ustalenie dla poszczególnych stanowisk pracy ze źródłami promieniowania szczegółowego wykazu środków ochrony osobistej,

aparatury dozymetrycznej i wyposażenia służącego do ochrony środowiska pracy,

- ▶ prowadzenie ewidencji posiadanych zezwoleń na prowadzenie prac ze źródłami promieniowania jonizującego oraz aneksów do zezwoleń,
- ▶ pilnowanie realizacji wymagań i warunków określonych w ww. zezwoleniach,
- ▶ udział w kontrolach przeprowadzanych w zakładzie przez inspektorów dozoru jądrowego, zgodnie z przepisami ustawy Prawo atomowe,
- ▶ realizacja zaleceń pokontrolnych wydanych przez inspektorów dozoru jądrowego,
- ▶ zgłaszanie kierownikowi zakładu wszelkich dostrzeżonych nieprawidłowości i kontrolowanie ich usunięcia.

Nie ma czego zazdrościć inspektorowi ochrony radiologicznej, który bez wsparcia najwyższego kierownictwa usiłuje realizować swe ustawowe zadania. Co ma zrobić IOR, gdy w trakcie realizacji pkt. 8. swoich obowiązków *sprawdził warunki pracy ze źródłami promieniowania i zameldował kierownikowi zakładu o stwierdzonych brakach i niedociągnięciach, przygotował zalecenia celem usunięcia tych braków i niedociągnięć*, zaś jego najwyższy zwierzchnik po prostu nie zezwolił mu *na wstrzymywanie prac ze źródłami i powiadomianie o tym Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego*, do czego IOR zobowiązany jest w pkt. 9. swoich obowiązków?

Dyrektor powierzając inspektorowi obowiązki IOR zakładu medycyny nuklearnej, w sposób formalny upoważnił go do działania zgodnego z zakresem obowiązków ustawowych. Z drugiej strony, dyrektor na terenie swojego zakładu jest władzą najwyższą i za swoje decyzje ponosi jednoosobową odpowiedzialność. Jeżeli IOR nie jest samobójcą, powinien zadbać o udokumentowanie polecenia prowadzenia działalności niezgodnej z przepisami albo poszukać innej pracy.

Samodzielne publiczne jednostki służby zdrowia sprzedają swe usługi kasom chorych lub bezpośrednio pacjentom, analogicznie do podmiotów prywatnych, na podstawie dwustronnej umowy. Prawidłowa analiza umowy pozwala sprecyzować wszystkie wymagania formalnoprawne, określić nakłady sił i środków niezbędnych do jej realizacji oraz prognozować efekt finansowy działalności. Pomijając zalecenia ICRP dotyczące ochrony radiologicznej pacjenta w medycynie nuklearnej (tłumaczenie Raportu Komitetu nr 3 Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej znajduje się w Probl Med Nucl 1995; 9: 69–96) zajmijmy się wymaganiami stawianymi przez sprawującego dozór jądrowy prezesa PAA **przed** udzieleniem zezwolenia na stosowanie izotopów promieniotwórczych.

Znajomość wymagań pozwoli podjąć decyzję, czy planowany zakres działalności jest dla zakładu opłacalny, czy ewentualne niezbędne nakłady inwestycyjne nie są elemen-

tem wykluczającym niektóre rodzaje działalności, np. terapię stacjonarną jodem aktywnym. Podstawowym warunkiem rozpoczęcia działalności z izotopami promieniotwórczymi jest posiadanie zezwolenia prezesa PAA.

#### Kto występuje o zezwolenie i co powinien zawierać wniosek o wydanie zezwolenia?

Z wnioskiem o wydanie zezwolenia na działalność zakładu medycyny nuklearnej może wystąpić tylko osoba ponosząca odpowiedzialność za działanie zakładu, a więc **kierownik jednostki organizacyjnej**.

- Wniosek powinien zawierać:
- ▶ nazwę i adres wnioskodawcy oraz szczegółowe określenie komórki organizacyjnej, która będzie bezpośrednio prowadzić działalność objętą zezwoleniem,
  - ▶ określenie rodzaju planowanej działalności,
  - ▶ uzasadnienie podjęcia działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące,
  - ▶ określenie limitów narażenia związanego z działalnością wskazaną we wniosku, nie przekraczających dawek granicznych ustalonych w odrębnych przepisach,
  - ▶ przewidywany termin rozpoczęcia i okres prowadzenia działalności,
  - ▶ zobowiązanie wnioskodawcy do:
    - poinformowania organu wydającego zezwolenie o przewidywanym przekształceniu lub likwidacji wnioskodawcy,
    - uzgodnienia sposobu postępowania z posiadanymi źródłami promieniowania jonizującego w przypadku likwidacji działalności,
    - przeprowadzenia na własny koszt, po zakończeniu działalności określonej w zezwoleniu, kontroli dozymetrycznej i ewentualnej dezaktywacji miejsca pracy i jego otoczenia.

Ponadto do wniosku należy dołączyć:

- ▶ dane charakteryzujące źródła i odpady promieniotwórcze związane z rodzajem działalności określonej we wniosku,
- ▶ dane o inspektorze ochrony radiologicznej,
- ▶ plan postępowania awaryjnego (instrukcję awaryjną),
- ▶ określenie rodzaju i zakresu prowadzonej kontroli narażenia pracowników na promieniowanie jonizujące oraz kontroli środowiska pracy i otoczenia zakładu wraz z informacją dotyczącą posiadanego sprzętu dozymetrycznego i jego legalizacji.

Ponieważ zakład medycyny nuklearnej składa się z pracowni izotopowych, konieczne jest załączenie do wniosku:

- ▶ dokumentacji technicznej obiektu lub pomieszczeń, w których będą znajdować się laboratoria lub pracownie przewidziane do prowadzenia działalności określonej we wniosku albo kopię uzyskanego poprzednio zezwolenia na uruchomienie pracowni izotopowej,
- ▶ informacji o sposobie czasowego składowania źródeł i odpadów promieniotwórczych wraz z dokumentacją techniczną pomieszczenia przewidzianego do takiego składowania,

- ▶ technologiczne instrukcje pracy,
- ▶ **opinił właściwego wojewódzkiego inspektora sanitarnego**.

Jeżeli zakład medycyny nuklearnej opatruje się w źródła promieniotwórcze i usuwa odpady promieniotwórcze transportem własnym, należy do wniosku dołączyć:

- ▶ ważne badania techniczne samochodu,
- ▶ świadectwo kwalifikacji kierowcy upoważniające do przewozu materiałów promieniotwórczych.

I to w zasadzie wszystko, o ile pominie my, jako oczywisty, dowód wpłaty należnej opłaty skarbowej za zezwolenie.

Opiniowaniem dostarczonej do wniosku dokumentacji zajmuje się Departament Nadzoru Zastosowań Promieniowania Jonizującego Państwowej Agencji Atomistyki (DNZ PAA) w Warszawie.

#### Jakie są kryteria oceny dostarczonej dokumentacji?

Zezwolenie może być wydane po stwierdzeniu, że:

- ▶ przy pracy w warunkach narażenia na promieniowanie będzie przestrzegana zasada, by narażenie było tak małe, jak to jest rozsądnie osiągalne przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych i socjalnych,
  - ▶ przy pracy w warunkach narażenia będą zatrudnione wyłącznie osoby, u których nie stwierdzono przeciwwskazań lekarskich do pracy w takich warunkach, znające przepisy ochrony radiologicznej w zakresie odpowiednim do rodzaju wykonywanej pracy,
  - ▶ pracownicy zatrudnieni w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące będą mieli zapewnioną opiekę lekarską, niezbędne środki ochrony osobistej i sprzęt dozymetryczny,
  - ▶ prowadzona będzie kontrola dozymetryczna środowiska pracy oraz (w miarę potrzeb) kontrola indywidualnych dawek i środowiska wokół zakładu,
  - ▶ zakład posiada plan postępowania awaryjnego (instrukcję awaryjną), a także zapewni jego sprawdzanie i okresową aktualizację,
  - ▶ prace ze źródłami promieniowania jonizującego i odpadami promieniotwórczymi odbywać się będą zgodnie z regulaminem pracy i technologicznymi instrukcjami pracy,
  - ▶ działalność prowadzona będzie zgodnie z programem zapewnienia jakości, właściwym dla danej działalności,
  - ▶ w zakładzie prowadzona będzie ewidencja i kontrola źródeł promieniowania jonizującego, odpadów promieniotwórczych oraz ewidencja wyników pomiarów dozymetrycznych.
- Zezwolenie wydawane jest na okres 5 lat, z możliwością wielokrotnego przedłużania terminu jego ważności.

#### Jak realizować wymogi ustawowe w praktyce?

Najprostszą sprawą wydaje się wypełnienie samego druku wniosku, aczkolwiek i w tym momencie mogą pojawić się pewne wątpliwości, szczególnie przy wypełnia-

niu rubryki *Rodzaj działalności związanej z wykorzystaniem energii atomowej*.

Prezes PAA udziela zezwolenia na stosowanie izotopów promieniotwórczych, nie na terapię czy diagnostykę lekarską. A więc rodzajem działalności, na którą udzielone ma być zezwolenie, jest uruchomienie pracowni izotopowej określonej klasy i stosowanie wymienionych we wniosku izotopów promieniotwórczych (których graniczne aktywności limitowane są klasą pracowni) do celów diagnostyki lub terapii, a nie terapii czy diagnostyka medyczna.

Załóżmy, że hipotetyczny zakład medycyny nuklearnej chce prowadzić diagnostykę i terapię ambulatoryjną i stacjonarną z zastosowaniem izotopów promieniotwórczych i dokumentuje swą gotowość do podjęcia działalności zgodnej z wymogami ochrony radiologicznej w Projekcie Ochrony Radiologicznej. Jeżeli zakład medycyny nuklearnej zamierza transportować izotopy lub/i odpady promieniotwórcze transportem własnym dla potrzeb własnych, musi zaznaczyć ten rodzaj działalności we wniosku o zezwolenie.

#### Co powinien zawierać Projekt Ochrony Radiologicznej?

Najogólniej – dokumentację potwierdzającą spełnienie warunków ochrony radiologicznej działalności.

Przykładowy Projekt Ochrony Radiologicznej zakładu medycyny nuklearnej **może** zawierać zestawione poniżej elementy:

##### I. W części ogólnozakładowej:

- I – 1. przedmiot i zakres opracowania,
- I – 2. materiały źródłowe,
- I – 3. uzasadnienie celowości działania zakładu medycyny nuklearnej,
- I – 4. lokalizacja zakładu,
- I – 5. infrastruktura i organizacja pracy zakładu,
- I – 6. ogólny zarys programu prac,
- I – 7. transport i magazynowanie izotopów i odpadów promieniotwórczych,
- I – 8. nadzór w zakresie ochrony radiologicznej,
- I – 9. regulamin pracy w pracowniach izotopowych,
- I – 10. postępowanie awaryjne,
- I – 11. schemat powiadamiania o awarii i wypadku radiacyjnym.

##### II. W części dotyczącej pracowni izotopowej klasy III (diagnostyka, radioimmunologia, prace badawcze):

- II – 1. określenie klasy pracowni,
- II – 2. program prac pracowni klasy III,
- II – 3. charakterystyka stosowanych źródeł promieniowania,
- II – 4. technologiczne instrukcje pracy,
- II – 5. analiza zagrożenia i postępowanie z odpadami,
- II – 6. postępowanie awaryjne.

##### III. W części dotyczącej pracowni izotopowej klasy II (diagnostyka i terapia ambulatoryjna):

- III – 1. określenie klasy pracowni,
- III – 2. program prac pracowni klasy II,

- III – 3. badania scyntygraficzne,
- III – 4. przygotowanie radiofarmaceutyku,
- III – 5. podanie radiofarmaceutyku pacjentowi,
- III – 6. izotopy stosowane w pracowni,
- III – 7. Tc-99m – analiza zagrożenia,
- III – 7.1. elucja generatora,
- III – 7.2. technologiczna instrukcja prac z izotopem Tc-99m,
- III – 7.3. wykonywanie badań,
- III – 8. badania diagnostyczne pacjentów ambulatoryjnych,
- III – 9. ambulatoryjna terapia jodem J-131,
- III – 10. postępowanie awaryjne.

##### IV. W części dotyczącej pomieszczeń łóżkowych pracowni izotopowej klasy II (stacjonarna terapia jodem aktywnym):

- IV – 1. ogólny zarys programu prac,
- IV – 2. charakterystyka źródła promieniowania,
- IV – 3. właściwości pacjenta,
- IV – 3.1. pacjent z nadczynnością tarczycy,
- IV – 3.1.1. pacjent jako źródło zamknięte promieniowania  $\gamma$ ,
- IV – 3.1.2. pacjent jako źródło ciekłych odpadów promieniotwórczych,
- IV – 3.2. pacjent z rakiem tarczycy,
- IV – 3.2.1. pacjent jako źródło zamknięte promieniowania  $\gamma$ ,
- IV – 3.2.2. pacjent jako źródło ciekłych odpadów promieniotwórczych,
- IV – 4. analiza zagrożenia,
- IV – 4.1. określenie możliwości odprowadzenia odpadów ciekłych,
- IV – 4.2. oddziaływanie pacjentów na otoczenie,
- IV – 4.3. oddziaływanie pacjentów na personel,
- IV – 5. praca przy obsłudze chorych,
- IV – 6. nadzór w zakresie ochrony radiologicznej otoczenia i środowiska,
- IV – 7. postępowanie awaryjne.

Ponieważ każdy zakład medycyny nuklearnej posiada indywidualny program pracy i nie jest możliwe opracowanie uniwersalnego projektu ochrony radiologicznej, omówione zostaną punkty dotyczące części ogólnej.

Opracowanie części II–IV wymaga uwzględnienia konkretnej sytuacji zakładu. Zakładając tworzenie w firmie Programu Zapewnienia Jakości, części te powinny zostać opracowane zgodnie z ogólnymi zasadami PZJ, które zostaną przedstawione dalej.

##### Ad. I. 1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiot i zakres opracowania jest oczywisty i nie wymaga komentarza.

##### Ad. I. 2. Materiały źródłowe

Proponuje się potencjalnemu autorowi Projektu Ochrony Radiologicznej korzystać z wiedzy i doświadczenia bezpośrednich użytkowników i dostępnej dokumentacji projektowej lub powykonawczej obiektu.

Kluczowymi aktami prawnymi, które należy uwzględnić przy opracowywaniu Projektu, poza ustawą Prawo atomowe, są:

- ▶ zarządzenie prezesa PAA z dnia 31.03.1988 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego i wskaźników pochodnych określających zagrożenie promieniowaniem jonizującym (Monitor Polski z 1988 r. nr 14 poz. 124),

- ▶ zarządzenie prezesa PAA z dnia 19.05.1989 r. w sprawie zasad zaliczania odpadów do odpadów promieniotwórczych oraz ich kwalifikowania i ewidencjonowania, a także warunków ich unieszkodliwiania, przechowywania i składowania (Monitor Polski z 1989 r. nr 18 poz. 125).

Do materiałów pomocniczych należy zaliczyć związane tematycznie Polskie Normy:

- ▶ PN-79/J-80104 – Pracownie z otwartymi źródłami promieniotwórczymi. Wymagania ochrony przed promieniowaniem jonizującym,
- ▶ PN-86/J-80001 – Obliczanie osłon. Istotna przy analizie zagrożenia przy prowadzeniu terapii stacjonarnej jodem aktywnym,
- ▶ PN-79/J-08002 – Źródła promieniowania jonizującego. Znaki ostrzegawcze.

Należy podkreślić, że ww. Polskie Normy nie mają charakteru obligatoryjnego, jednak są fakultatywnie stosowane przez dozór jądrowy przy ocenie Projektów Ochrony Radiologicznej.

##### Ad. I. 3. Uzasadnienie celowości działania zakładu medycyny nuklearnej

Uzasadnienie celowości działania zakładu medycyny nuklearnej należy rozumieć jako deklarację kierownictwa zakładu przyjęcia odpowiedzialności za kontrolę wszystkich aspektów przeprowadzania badań medycyno-nuklearnych (terapii izotopowej) i za ich zakres, włączając w to ochronę pacjenta przed niepotrzebnym napromienieniem. Konieczność stosowania izotopów w diagnostyce i terapii dla dozoru jest bezdyskusyjna.

##### Ad. I. 4. Lokalizacja zakładu

Celem powyższego punktu jest przedstawienie w formie szkicowej (lub na podstawie dostępnej dokumentacji) lokalizacji źródeł promieniowania jonizującego dla potrzeb operacyjnych ewentualnych zewnętrznych służb awaryjnych (straży pożarnej, ODSA itp.) i instancji kontrolujących. Dokumentacja powinna obejmować otoczenie zewnętrzne (sytuację), jak również rozmieszczenie pomieszczeń zajmowanych przez zakład medycyny nuklearnej wewnątrz budynku z krótkim opisem prowadzonej wewnątrz działalności i możliwością występowania źródeł promieniotwórczych.

##### Ad. I. 5. Infrastruktura i organizacja pracy zakładu

W punkcie tym powinny znaleźć się dowody na to, że pomieszczenia zakładu są (lub będą) wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami, pomieszczenia zostały zaakceptowane przez właściwego wojewódzkiego inspektora sanitarnego, infrastruktura obiektu, system wentylacji i kanalizacji oraz powiązania organizacyjne i funkcjonalne były projektowane z założeniem prowadzenia prac z izotopami promieniotwórczymi.

Oznacza to, że:

- ▶ w zależności od przeznaczenia, odpowiednie pomieszczenia laboratoryjne lub łóżkowe objęte są systemem kanalizacji specjalnej zakończonyj odstożnikami ście-

kowymi, których ilość jest wystarczająca do spełnienia wymagań § 9.3 zarządzenia prezesa PAA z dnia 19 maja 1989 r.,

- ▶ pomieszczenia laboratoryjne objęte są systemem mechanicznej wentylacji wyciągowo-nawiewnej zgodnym z PN-79/J-80104 (lub wystarczającym do zapewnienia warunków określonych zarządzeniu prezesa PAA z dnia 31.03.1988 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego i wskaźników pochodnych określających zagrożenie promieniowaniem jonizującym),
- ▶ wszystkie materiały budowlane i wykończeniowe zastosowane w pracowniach posiadają odpowiednią odporność ogniową,
- ▶ podłoga w pomieszczeniach gorących zakładu, magazynie izotopów i odpadów promieniotwórczych pokryta jest wykładziną gładką nienasiąkliwą, zachodzącą łukiem na ściany,
- ▶ ściany i sufit pomalowane są farbą emulsyjną (lub inną zmywalną),
- ▶ wszystkie powierzchnie robocze oraz meble pokryte są materiałem gładkim, nienasiąkliwym i łatwo zmywalnym bez możliwości trwałego zabrudzenia,
- ▶ pomieszczenia pracowni posiadają instalację podtynkową, osprzęt zewnętrzny jest gładki, łatwy do dekontaminacji,
- ▶ na wypadek pożaru instalacje zabezpieczają wyłączniki, znajdujące się na zewnątrz pracowni (wg ogólnych zasad),
- ▶ zakład wyposażony jest w podstawowy sprzęt przeciwpożarowy zgodnie z obowiązującymi przepisami,
- ▶ pracownice wyposażone są we właściwy dla prowadzonej działalności sprzęt dozymetryczny i dostateczną ilość oznakowanych zamykanych pojemników na odpady promieniotwórcze oddzielnych dla każdej z grup stosowanych izotopów.

Program zapewnienia jakości stanu ochrony radiologicznej zakładu medycyny nuklearnej wymaga takiej organizacji pracy, aby odpowiedzialność za stan ochrony radiologicznej obejmowała wszystkich pracowników zakładu w zakresie ich kompetencji i uprawnień. Obowiązkiem kierownictwa zakładu jest nie tylko zapewnienie właściwych warunków pracy. Istotne jest opracowanie właściwych procedur postępowania i sprawowanie ciągłego nadzoru nad ich wdrożeniem do codziennej praktyki zakładu. Służba dozymetryczno-sanitarna przy wejściu do pomieszczeń laboratoryjnych pracowni klasy II, poczekalnia dla pacjentów z podanym radiofarmaceutyką, wydzielone sale łóżkowe są elementami infrastruktury, bez których zakład nie dostanie zezwolenia. Również posiadanie technologicznych instrukcji pracy z izotopami warunkuje uzyskanie zezwolenia na prowadzenie działalności z określonym izotopem.

Z praktyki wiadomo, że najpoważniejsze sytuacje awaryjne w zakładach medycyny nuklearnej wynikają z nieprzestrzegania procedur ruchu personelu i pacjentów oraz prowadzenia działalności niezgodnej z zatwierdzonymi instrukcjami technologicznymi czy regulaminem pracy. Punkt dotyczą-

cy organizacji pracy zakładu powinien zawierać informacje o metodach nadzoru i kontroli stanu przestrzegania wymagań ochrony radiologicznej przez wszystkich pracowników zakładu.

#### Ad. I. 6. Ogólny zarys programu prac

Ponieważ trudno przypuszczać, że osoby opracowujące Projekt Ochrony Radiologicznej nie są zorientowane w programie prac zakładu – bez komentarza.

#### Ad. I. 7. Transport i magazynowanie izotopów i odpadów promieniotwórczych

Punkt powinien zawierać informacje o sposobie transportu izotopów lub/i odpadów promieniotwórczych. W przypadku transportu własnego należy przedstawić informację (załączyć dokumenty) o uprawnieniach kierowcy do przewozu materiałów promieniotwórczych klasy 7 wg ADR (Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych ADR. Klasa 7. Materiały promieniotwórcze [stan prawny na dzień 1 stycznia 1999 r.] Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie) oraz kopię dowodu rejestracyjnego pojazdu z ważnymi okresowymi badaniami technicznymi.

Pojazdy przeznaczone do przewozu materiałów promieniotwórczych podlegają corocznemu okresowemu badaniu technicznemu na zasadach ogólnych, określonych w art. 81 ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (DzU Nr 98, poz. 602, Nr 123, poz. 779 i Nr 160, poz. 1086).

W części dotyczącej magazynowania należy:

- ▶ zadeklarować zgodność gospodarki odpadami z wymogami ustawy Prawo atomowe,
- ▶ zgodność zasad ewidencji i kontroli źródeł z wymogami zarządzenia prezesa PAA z dnia 28 lipca 1987 r. w sprawie zasad ewidencji i kontroli źródeł promieniowania jonizującego (Monitor Polski z 1987 r. Nr 27, poz. 214),
- ▶ zgodność wykonania, infrastruktury i wyposażenia pomieszczeń magazynowych z wymogami normy PN-79/J-80104 i wytycznymi dozoru jądrowego,
- ▶ sposób ochrony pomieszczeń magazynowych przed dostępem osób postronnych.

#### Ad. I. 8. Nadzór w zakresie ochrony radiologicznej

Punkt zawiera dane inspektora ochrony radiologicznej i jego ewentualnych zastępców (dane osobowe, numery decyzji prezesa PAA i termin ich ważności oraz telefony kontaktowe). Powierzenie konkretnym osobom obowiązków IOR w zakładzie medycyny nuklearnej powinno mieć charakter formalny.

#### Ad. I. 9. Regulamin pracy w pracowniach izotopowych

Regulamin pracy z izotopami zakładu medycyny nuklearnej musi być zatwierdzony przez kierownika zakładu. Jest to dokument opracowany pod kątem aktualnie prowadzonych w zakładzie prac, aktualizowany na

bieżąco w przypadku zaistnienia zmian organizacyjnych w pracy zakładu. Poniżej przedstawiamy przykładowy regulamin hipotetycznego zakładu medycyny nuklearnej.

#### Regulamin pracy ze źródłami zakładu medycyny nuklearnej

1. Do pracy ze źródłami promieniotwórczymi mogą być dopuszczeni, po uprzednim przeszkoleniu i uzyskaniu zgody lekarza, tylko ci pracownicy, którzy wykazują się znajomością zasad ochrony przed promieniowaniem oraz zasad techniki pracy ze źródłami promieniotwórczymi.
2. Wszelkie prace ze źródłami promieniowania należy prowadzić ściśle wg technologicznych instrukcji pracy przygotowanych przez wykonawców pracy (lub producenta), pozytywnie zaopiniowanych przez IOR i zatwierdzonych przez kierownika zakładu.
3. Wstęp na teren pracowni klasy III, II i pomieszczeń łóżkowych stacjonarnej terapii jodowej mają tylko pracownicy zatrudnieni w pracowniach. Inne osoby mogą przebywać na terenie pracowni lub prowadzić pracę na ich terenie jedynie za zgodą inspektora ochrony radiologicznej. Wyklucza się odwiedzanie chorych podanych stacjonarnej terapii jodowej na terenie kontrolowanym. Pacjenci przez cały czas pobytu na terenie ośrodka, poza okresem przebywania w poczekalni *gorącej* i toalecie dla pacjentów, pozostają pod nadzorem właściwego pracownika zakładu. Osoby towarzyszące dzieciom w trakcie badań na terenie zakładu muszą zostać poinstruowane o możliwości ewentualnego ryzyka napromienienia i podpisać oświadczenie o woli towarzyszenia dziecku w trakcie badania.
4. Do pracowni z otwartymi źródłami promieniowania nie wolno wносить żadnych przedmiotów nie związanych z pracą. Wynoszenie jakichkolwiek przedmiotów z pracowni może odbywać się jedynie za zgodą kierownika pracowni, po uprzedniej kontroli dozymetrycznej.
5. Na terenie objętym niniejszym regulaminem nie wolno:
  - palić tytoniu,
  - spożywać posiłków,
  - używać kosmetyków,
  - pipetować ustami,
  - wykonywać innych czynności, których efektem mogłoby być wprowadzanie substancji promieniotwórczych do wnętrza organizmu.
6. Przed rozpoczęciem pracy należy zaopatrzyć się w odzież ochronną i dawkomierze indywidualne.
7. Każdy pracownik dopuszczony do pracy ze źródłami promieniotwórczymi winien posiadać praktyczną umiejętność posługiwania się sprzętem dozymetrycznym.
8. Na stanowisku pracy należy stosować prawidłowo działający, z aktualnymi kartami kalibracyjnymi sprzęt dozymetryczny właściwy do pomiaru stosowanych źródeł promieniotwórczych.

9. Po zakończeniu pracy z otwartymi źródłami promieniowania, przed opuszczeniem stanowiska, obowiązkiem pracownika jest dokonanie pomiaru poziomu skażeń powierzchni roboczych i skażeń osobistych. Wyniki pomiarów należy wpisać do zeszytu ewidencji badania środowiska pracy i potwierdzić własnoręcznym podpisem.
10. W pracowniach stosowane są izotopy promieniotwórcze przedstawione w tab. 1. (rodzaj izotopów i wielkość przerobu ma charakter dydaktyczny). Wszystkie izotopy promieniotwórcze są zamawiane u licencjonowanych dostawców posiadających zezwolenie dozoru jądrowego na dystrybucję substancji promieniotwórczych.
11. Przechowywanie źródeł promieniotwórczych:
- ▶ źródła izotopowe zawierające J-131 przechowywane są w pojemnikach ołowianych za specjalną osłoną z cegieł ołowianych w magazynie źródeł pracowni izotopowej klasy II,
  - ▶ źródła zawierające Tc-99m przechowywane są w pojemnikach ołowianych za osłoną z cegieł ołowianych pod wyciągiem radiochemicznym,
  - ▶ źródła zawierające J-125 przechowywane są w lodówkach na terenie pracowni izotopowej klasy III,
  - ▶ źródła zawierające Tl-201, Sr-89, Cr-51 i Co-57 przechowywane są w magazynie źródeł lub w pomieszczeniach *gorących* pracowni klasy II za osłoną z cegieł ołowianych.
12. Prowadzenie ewidencji.
- W pracowniach prowadzone są następujące ewidencje nadzorowane przez inspektora ochrony radiologicznej:
- ▶ ewidencja ruchu otwartych źródeł promieniowania,
  - ▶ ewidencja wyników kontroli dozymetrycznych,
  - ▶ ewidencja skażeń osobistych personelu,
  - ▶ ewidencja indywidualnych dawek promieniowania jonizującego,
  - ▶ ewidencja odpadów promieniotwórczych,
  - ▶ ewidencja napraw i konserwacji aparatury izotopowej,
  - ▶ ewidencja napraw i konserwacji aparatury dozymetrycznej.
13. Nadzór w zakresie przemieszczania otwartych źródeł promieniowania na terenie zakładu medycyny nuklearnej oraz prac technicznych prowadzonych na terenie pracowni izotopowych sprawują właściwi inspektorzy ochrony radiologicznej.

14. W pracowniach z otwartymi źródłami promieniotwórczymi konieczne jest utrzymywanie w sprawności technicznej obu niezależnych systemów wentylacji mechanicznej – ogólnej oraz wyciągów radiochemicznych.

Zalecenia dotyczące ilości wymian powietrza:

- ▶ w magazynie źródeł i odpadów – minimum 6 wymian/godz.,
- ▶ w wyciągach radiochemicznych – 6–10 wymian/godz.,
- ▶ w pracowni klasy II – 6 wymian/godz.,
- ▶ w pracowni klasy III – 3 wymiany/godz.

Każdą zauważoną anomalię pracy wentylacji należy zgłaszać IOR.

15. Postępowanie awaryjne.

W razie wypadku radiacyjnego, każdy zawodowo narażony pracownik zakładu jest zobowiązany do postępowania zgodnego z obowiązującą w tym zakresie instrukcją i zatwierdzonym Schematem Powiadomienia.

16. Osoby pracujące ze źródłami promieniowania powinny zapoznać się z treścią niniejszego regulaminu i jego znajomość potwierdzić własnoręcznym podpisem.

17. Wszelkie czynności, które są konieczne do realizacji na terenie pracowni, a które nie zostały określone niniejszym regulaminem i technologicznymi instrukcjami pracy, wymagają uzgodnienia z właściwymi kierownikami pracowni i przygotowania pisemnej technologicznej instrukcji pracy, zatwierdzonej przez inspektora ochrony radiologicznej. Odstępstwo od tej zasady może być usprawiedliwione jedynie bezpośrednim zagrożeniem zdrowia i życia lub koniecznością zabezpieczenia powstałego skażenia.

18. Regulamin niniejszy zaopiniowany przez IOR i zatwierdzony przez kierownika zakładu powinien być umieszczony na widocznym miejscu w każdej pracowni izotopowej.

Data

**ZATWIERDZAM**

*Kierownik Zakładu  
Medycyny Nuklearnej*

*Inspektor Ochrony Radiologicznej  
Zakładu Medycyny Nuklearnej*

#### Ad. I. 10. Postępowanie awaryjne

Instrukcja postępowania jest dokumentem, który winien być opracowany po analizie zagrożenia przeprowadzonej w częściach II–IV Projektu Ochrony Radiologicznej Zakładu Medycyny Nuklearnej. Analogicznie do Regulaminu Pracy Instrukcja Postępowania Awaryjnego winna być zatwierdzona przez kierownika zakładu. Celem zapewnienia skuteczności przeprowadzenia postępowania awaryjnego należy przewidzieć przeprowadzanie okresowych ćwiczeń awaryjnych. Przykładowa Instrukcja Postępowania Awaryjnego przedstawiona została poniżej.

#### Instrukcja Postępowania Awaryjnego

Definicje:

##### Awaria

– niezamierzone wydarzenie zakłócające normalne warunki wykorzystania źródła promieniotwórczego i mogące doprowadzić do napromieniowania osób lub/i przekroczenia **nadal obowiązujących poziomów skażeń** określonych w Zarządzeniu nr 23/70 Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej (Zarządzenie nr 23/70 poza określeniem ww. poziomów skażeń utraciło ważność).

##### Wypadek radiacyjny

– sytuacja, kiedy jednoznacznie stwierdzono, że nastąpiło napromieniowanie osoby przekraczające poziom określony w Zarządzeniu Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dnia 31 marca 1988 r.

W przypadku stwierdzenia skażenia powierzchni roboczych lub skażeń osobistych należy zawiadomić kierownika pracowni, IOR i lekarza dyżurnego, a następnie przystąpić do czynności dekontaminacyjnych. Jako maksymalną awarię w pracowni izotopowej klasy II przyjęto pęknięcie generatora technetowego i wystąpienie torsji u pacjenta z rakiem tarczycy, któremu podano terapeutyczną dawkę jodu J-131. Inne możliwe awarie, to: rozlanie płynnego radioizotopu, rozgniecenie kapsułki z radioizotopem, rozlanie skażonego moczu.

W przypadku awarii należy:

- ▶ oznaczyć powierzchnię skażoną,

Tab. 1. Izotopy promieniotwórcze stosowane w pracowniach

Lp.	Nazwa symbol	Grupa radio-toksyczności	Okres półrozpadu	energia Max MeV	ALio Bq	ALIp Bq	Wielkość przerobu
1.	Cr-51	3	27,8 dnia	0,320	2 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	925 MBq/rok
2.	Co-57	3	270 dni	0,122	1 x 10 <sup>8</sup>	2 x 10 <sup>8</sup>	witamina B <sub>12</sub> – 3,7 MBq/rok
3.	Sr-89	2	52,7 dnia	0,910	3 x 10 <sup>7</sup>	2 x 10 <sup>7</sup>	750 MBq/rok
4.	Tc-99m	4	6 godz.	0,142	6 x 10 <sup>9</sup>	3 x 10 <sup>9</sup>	97 GBq/tydz.
5.	J-125	2	60 dni	0,035	2 x 10 <sup>6</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	zestawy radioimmunologiczne – (kity) 150 MBq/rok
6.	J-131	2	8,04 dnia	0,608 0,335	2 x 10 <sup>6</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	72 MBq/tydz. – diagnostyka 5 GBq/tydz. – terapia
7.	Tl-201	3	3,08 dnia	0,135 0,167	8 x 10 <sup>8</sup>	6 x 10 <sup>8</sup>	296 MBq/tydz.

- ▶ zebrać rozprzestrzeniony radioizotop do worka na odpady promieniotwórcze, wycierając do sucha skażoną powierzchnię ligniną,
- ▶ przemyć kilkakrotnie skażoną powierzchnię wodą zawierającą detergent.

Wszelkie czynności dekontaminacyjne należy przeprowadzić w kompletnym ubiorze ochronnym, tj. w rękawicach gumowych, butach gumowych i fartuchu ochronnym. Po zakończeniu prac odkażających należy dokonać ponownych pomiarów skażeń. Wszystkie przedmioty użyte do odkażania, skażoną odzież ochronną i osobistą należy umieścić w workach foliowych i przekazać do magazynu odpadów promieniotwórczych. Będą tam przechowywane do czasu wygaśnięcia aktywności. Płyny używane do przemywania powierzchni skażonych należy wylać do zlewni moczu Pracowni Stacjonarnej Terapii Jodowej.

Jeśli po czynnościach dekontaminacyjnych i ponownych pomiarach stwierdza się skażenia związane przekraczające poziomy określone w Zarządzeniu 23/70, należy zabezpieczyć teren i wyznaczyć strefy awaryjne. O dalszym postępowaniu poawaryjnym (np. zamknięciu pracowni, powiadomieniu odpowiednich służb i instytucji) decyduje kierownik zakładu po konsultacji z IOR.

W przypadku stwierdzenia skażeń ciała należy dążyć do całkowitego usunięcia skażeń z powierzchni skóry. Trzeba przy tym zachować szczególną ostrożność, gdyż uszkodzenie skóry wskutek zastosowania silnego środka odkażającego może doprowadzić do wystąpienia skażenia wewnętrznego. Najlepiej używać mydła o łagodnym działaniu i wody. Skażone włosy trzeba starannie umyć, splukując dużą ilością wody.

Jeżeli istnieje podejrzenie skażeń wewnętrznych drogą pokarmową lub oddechową, należy podać odpowiednie środki w zależności od rodzaju izotopu:

J-131 – zalecana dawka 100 mg jodu doustnie w postaci jodku potasu (130 mg KJ), jodku sodu lub magnezu, ewentualnie roztwór Lugola w kroplach,

Sr-89 – doustnie alginian sodu lub wapnia (10 mg na szklankę wody),

Tc-99m – leczenie jest niepotrzebne ze względu na bardzo krótki okres połowicznego rozpadu.

**Zarówno rodzaje użytych środków, jak i ich ilości należy podawać po konsultacji lub zgodnie z zaleceniem lekarza.**

O każdym wypadku radiacyjnym należy powiadamiać odpowiednie władze, zgodnie z zatwierdzonych Schematem Powiadomienia.

**Data** **ZATWIERDZAM**  
Kierownik Zakładu  
Medycyny Nuklearnej

Inspektor Ochrony Radiologicznej  
Zakładu Medycyny Nuklearnej

#### Ad. I. 11. Schemat powiadomienia o awarii i wypadku radiacyjnym

Wzorcowy schemat powiadomienia o awarii i wypadku radiacyjnym przedstawiono w tab. 2.

Powyższe informacje należałoby umieścić w części ogólnej Projektu Ochrony Radiologicznej Zakładu Medycyny Nuklearnej.

### ZASADY BUDOWY PROGRAMU ZAPEWNIENIA JAKOŚCI (PZJ) STANU OCHRONY RADIOLOGICZNEJ ZAKŁADU MEDYCYNY NUKLEARNEJ

Najogólniej istotę PZJ można zdefiniować w 3 punktach:

- ▶ *powiedz, co robisz w zakresie ochrony radiologicznej,*
- ▶ *rób tak jak mówisz,*
- ▶ *udowodnij, że działasz, tak jak mówisz.*

PZJ jest systemem jakości działalności zakładu i musi być *szyty na miarę* rzeczywistych warunków panujących w danej firmie. *Wydumany* za biurkiem, teoretyczny system może, w przypadku *siłowej* próby wdrożenia, zdezorganizować pracę całego zakładu. Jest bezdyskusyjne, że idealny stan ochrony radiologicznej zakładu medycyny nuklearnej najłatwiej można uzyskać poprzez likwidację działalności z izotopami. Działający Program Zapewnienia Jakości nigdy nie jest systemem zamkniętym. Podlega ciągłej modyfikacji. Dobry system jakości musi zawierać systemowe rozwiązania sytuacji rzeczywistych, w których niezbędne jest odstępstwo od przyjętych procedur i instrukcji – każdej działalności zakładu musi przyświecać cel nadrzędny – dobro pacjenta.

Kluczową rolę w Programie Zapewnienia Jakości odgrywa dokumentacja.

Pod pojęciem *dokumentacji* należy rozumieć:

- ▶ procedury określające co, kto, gdzie i kiedy powinien wykonać celem osiągnięcia założonego poziomu ochrony radiologicznej;
- ▶ instrukcje, ze szczególnym uwzględnieniem instrukcji technologiczno-dozymetrycznych określających, jak należy postępować, aby wykonać pracę w sposób zgodny z zasadami sztuki medycznej i bezpieczny dla pacjenta, personelu i środowiska naturalnego,
- ▶ zapisy wyników badań, sprawdzeń, przeglądów itp.

Procedury powinny obejmować wszystkie aspekty działalności zakładu medycyny nuklearnej, bezpośrednio lub pośrednio związane z ochroną radiologiczną, od zamówienia radioizotopu, poprzez ruch osób na terenie zakładu, do sposobu ostatecznej likwidacji pracowni izotopowej i przekwalifikowania jej na teren ogólnodostępny. Jest bardzo ważne, aby autor procedury przed jej praktycznym wdrożeniem konsultował jej zawartość ze wszystkimi, których ona dotyczy. Pozwoli to wykluczyć sytuacje, w których mogą wystąpić obszary działalności zakładu w zakresie ochrony radiologicznej nie objęte systemową odpowiedzialnością konkretnych osób (odpowiada pan X – kierownik laboratorium, a nie bezosobowy kierow-

nik laboratorium) lub odpowiedzialność jest rozłożona na kilka osób, czyli na nikogo.

**Instrukcja technologiczno-dozymetryczna pracy z otwartymi źródłami promieniotwórczymi w pracowni izotopowej** powinna zawierać:

- ▶ opis tematu pracy z podaniem miejsca jej wykonywania,
- ▶ dane dotyczące stosowanych źródeł (rodzaj radionuklidu, rodzaj promieniowania, energia, okres półrozpadu, grupa radio-toksyczności promieniotwórczej, aktywność porcji, stan skupienia substancji, jej nazwa lub skład),
- ▶ omówienie, z punktu widzenia ochrony radiologicznej, przebiegu czynności od momentu pobrania źródła z magazynu,
- ▶ analizę zagrożeń od stosowanych źródeł:
  - określenie wielkości spodziewanych dawek promieniowania jonizującego, na jakie będą narażeni pracownicy,

Tab. 2. Wzorcowy schemat powiadomienia o awarii i wypadku radiacyjnym

SCHEMAT POWIADAMIANIA O AWARII (wzór)	
<b>O każdym przypadku, gdy na skutek błędów działania lub wypadku losowego u pacjenta lub pracownika nastąpiło nieplanowane wchłonięcie izotopu lub napromienienie, należy zawiadomić:</b>	
* kierownika zakładu – .....	
* fizyka – .....	
* IOR – .....	
* lekarza dyżurnego – .....	
<b>O każdym wypadku radiacyjnym należy powiadomić:</b>	
* kierownika zakładu tel.....	
* inspektora ochrony radiologicznej tel.....	
* Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej – Ośrodek Dyspozycyjny Służby Awaryjnej w Warszawie, ul. Konwaliowa 7, tel. (0 22) 811 15 15 (czynny całą dobę)	
* Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego tel.....	
<b>Jeżeli występuje zagrożenie publiczne</b>	
* policję tel. 997	
<b>Jeżeli powstał pożar (lub istnieje groźba jego powstania)</b>	
* Komendę Straży Pożarnej tel. 998	
<b>Data</b>	<b>ZATWIERDZAM</b> Kierownik Zakładu Medycyny Nuklearnej
	Inspektor Ochrony Radiologicznej Zakładu Medycyny Nuklearnej



– określenie spodziewanych wielkości wchłonięć radionuklidów do organizmu pracowników, porównanie ww. wielkości z granicznymi, określonymi w Zarządzeniu Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dnia 31 marca 1988 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego i wskaźników pochodnych określających zagrożenie promieniowaniem jonizującym (M.P. z 1988 r. nr 14, poz. 124),

- ▶ wykaz urządzeń i sprzętu pomocniczego stosowanego w poszczególnych fazach wykonywanej pracy,
- ▶ zakres, częstotliwość, miejsce wykonywania pomiarów dozymetrycznych z podaniem, kto te pomiary wykonuje i jakimi przyrządami,
- ▶ sposób postępowania z odpadami promieniotwórczymi, z omówieniem kolejnych czynności, jakie są wykonywane od momentu powstania odpadów do chwili ich usunięcia z pracowni:
  - określenie spodziewanych wielkości skażeń promieniotwórczych powietrza w miejscu pracy,
  - określenie spodziewanych wielkości stężeń radionuklidów w odpadach stałych i ciekłych, usuwanych z pracowni oraz łącznej miesięcznej aktywności radionuklidów usuwanych z pracowni w odpadach ciekłych,
  - wykazanie, że przyjęty sposób postępowania z odpadami promieniotwórczymi jest zgodny z przepisami Zarządzenia Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dnia 19 maja 1989 r. w sprawie zasad zaliczania odpadów do odpadów promieniotwórczych oraz ich kwalifikowania i ewidencjonowania, a także warunków ich unieszkodliwiania, przechowywania i składowania (M.P. z 1989 r. nr 18, poz. 125),
- ▶ opis sposobu postępowania w razie wypadku radiacyjnego ze stosowanymi źródłami,
- ▶ wykaz niezbędnego zestawu odzieży roboczej i sprzętu ochrony osobistej oraz sposób ich wykorzystania,
- ▶ imię i nazwisko pracownika sprawującego nadzór w zakresie ochrony radiologicznej w czasie trwania prac oraz sposób kontaktowania się z nim,
- ▶ ostrzeżenie: **Nieprzestrzeganie zasad ochrony radiologicznej ustalonych w niniejszej instrukcji może spowodować zagrożenie zdrowia pracowników i zagrożenie otoczenia.**

W przypadku gdy wykonywane prace mają zbliżony charakter, technologiczna instrukcja pracy może być jedna, wspólna dla wszystkich stosowanych źródeł promieniotwórczych. Ponadto tego rodzaju dokument musi być zatwierdzony przez kierownika jednostki organizacyjnej.

**Instrukcja technologiczno-dozymetryczna jest podstawą do sporządzenia prawidłowego bilansu izotopów w zakładzie.**

Program Zapewnienia Jakości jest dokumentem wewnętrznym jednostki organizacyjnej, podlegającym zatwierdzeniu przez kierownika zakładu, jednak w interesie firmy jest uzyskanie akceptacji dozoru jądrowego obowiązującego w zakładzie systemu zapewnienia jakości ochrony radiologicznej.

Program Zapewnienia Jakości stanu ochrony radiologicznej jest dokumentem opisującym sposób postępowania w zakresie istotnych dla ochrony radiologicznej aspektów działalności zakładu. Oczywiście jest on sporządzony zgodnie z procedurą opracowywania PZJ i zawiera wszystkie inne procedury i instrukcje.

Przykładowy punkt PZJ dotyczący **nadzoru nad dokumentacją** opracowany zgodnie z normą ISO 9002 może zawierać treść zamieszczoną poniżej.

### 1. Określenie celu i zakres obowiązywania

Celem tego punktu jest uporządkowanie postępowania przy identyfikowaniu, zbieraniu, rejestrowaniu, archiwizacji i rozdzielaniu dokumentacji. Za dokumentację, w rozumieniu tego punktu, należy uważać dokumenty związane z ochroną radiologiczną. Postanowienia niniejszego rozdziału obowiązują we wszystkich komórkach Zakładu Medycyny Nuklearnej.

### 2. Kompetencje

Należy określić kompetencje i odpowiedzialność ściśle określonych osób za to, aby właściwe dokumenty znajdowały się na wszystkich stanowiskach pracy oraz by dokumenty nieaktualne były z tych stanowisk wycofywane.

### 3. Zatwierdzanie i rozdzielanie dokumentów

Wszystkie opracowywane dokumenty muszą być podpisane i datowane przez 2 osoby: opracowującego i zatwierdzającego, który sprawdza jednocześnie prawidłowość dokumentu. Każdy dokument musi być jednoznacznie oznakowany w sposób zapewniający identyfikację. Wszystkie dokumenty są adresowane do konkretnych osób lub na konkretne stanowiska pracy. Osoby odpowiedzialne za rozdzielanie dokumentacji są zobowiązane dostarczać dokumenty nowe lub ze zmianami, żądać zwrotu dokumentów nieaktualnych lub oświadczenia o ich zniszczeniu. Szczegółowe wytyczne zatwierdzania i rozdzielania dokumentacji zawarte są w instrukcji wystawiania i obiegu dokumentów.

### 4. Dokumenty podlegające obowiązkowi zwalniania

Dokumenty, które przed zastosowaniem muszą uzyskać zwolnienie (akcept zastosowania), są oznakowane koniczynką. Zwolnienie następuje przez złożenie w odpowiedniej rubryce podpisu pracownika upoważnionego i daty. Dokumenty, na których takiego zwolnienia brak, są nieważne i nie mogą być używane. Wykaz dokumentów podlegających obowiązkowi zwalniania z podaniem osób upoważnionych do zwalniania opracowuje Inspektor Ochrony Radiologicznej.

### 5. Wprowadzanie zmian w dokumentach

Dokumenty podlegające zmianom oznaczane są literami. Kolejność litery w alfabecie odpowiada kolejnej zmianie (dokument oznakowany c zastępuje dokument b). Zmian w dokumentacji może dokonywać pracownik, który dokument zatwierdził bądź jego przełożony.

### 6. Kontrola przestrzegania ustaleń

W ramach audytu wewnętrznego nadzorowane jest przestrzeganie instrukcji postępowania z dokumentacją. Stwierdzone niezgodności w postępowaniu z dokumentacją opisywane są w sprawozdaniu z audytu i usuwane w ramach działań korygujących.

W podobny sposób należy przedstawić sposób postępowania w zakresie:

- ▶ sterowania procesem wykonywania badań i prowadzenia terapii,
- ▶ zapisów dotyczących kontroli i badań,
- ▶ wyposażenia do kontroli, pomiarów i badań,
- ▶ działań korygujących i zapobiegawczych,
- ▶ transportu, przechowywania i pakowania izotopów i odpadów promieniotwórczych,
- ▶ zapisów dotyczących zapewnienia jakości,
- ▶ wewnętrznych audytów jakości,
- ▶ szkolenia (zgodnie z art. 32.4 i 5 ustawy Prawo Atomowe zakład zobowiązany jest do opracowania programu szkolenia, który podlega zatwierdzeniu przez prezesa PAA.)

Szczytem szczęścia byłoby opracowanie procedury gospodarki odpadami promieniotwórczymi zgodnie z normą środowiskową ISO 14 001.

Tak w największym skrócie mógłby wyglądać Program Zapewnienia Jakości Ochrony Radiologicznej Zakładu Medycyny Nuklearnej. Byłoby wielkim błędem, gdyby zakład, który podejmuje się tak ambitnego zadania jak opracowanie PZJ dla potrzeb ochrony radiologicznej personelu, populacji i środowiska, nie poszedł o krok dalej, obejmując systemem jakości również prowadzoną działalność medyczną. Po pierwsze: PZJ działalności zakładu medycyny nuklearnej jest wymagany przez międzynarodowe i unijne przepisy, a po drugie: czy warto tworzyć *Wyspy Szczęścia na Oceanie Rozpaczy?*

### PIŚMIENNICTWO

1. *International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*. Safety series No. 115.
2. Monitor Polski Nr 59, poz. 569.
3. Dziennik Ustaw 1996 Nr 3.
4. Załącznik Nr 1 do Rozporządzenia Prezesa PAA z dnia 28 lipca 1987 r., poz. 215 – tekst ujednolicony, uwzględniający zmiany wprowadzone Zarządzeniem Prezesa PAA z dnia 19 września 1997 r. Monitor Polski Nr 73, poz. 698.
5. Tłumaczenie *Raportu Komitetu Nr 3 Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej*. Probl Med Nucl 1995; 9: 69-96.
6. Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych ADR. Klasa 7. Materiały promieniotwórcze (stan prawny na dzień 1 stycznia 1999 r.). Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie.
7. Dziennik Ustaw Nr 98, poz. 602, Nr 779 i Nr 160, poz. 1086.
8. Monitor Polski 1987, Nr 27, poz. 214.

### ADRES DO KORESPONDENCJI

mgr Jerzy Zandberg  
Państwowa Agencja Atomistyki  
ul. Krucza 36  
00-522 Warszawa