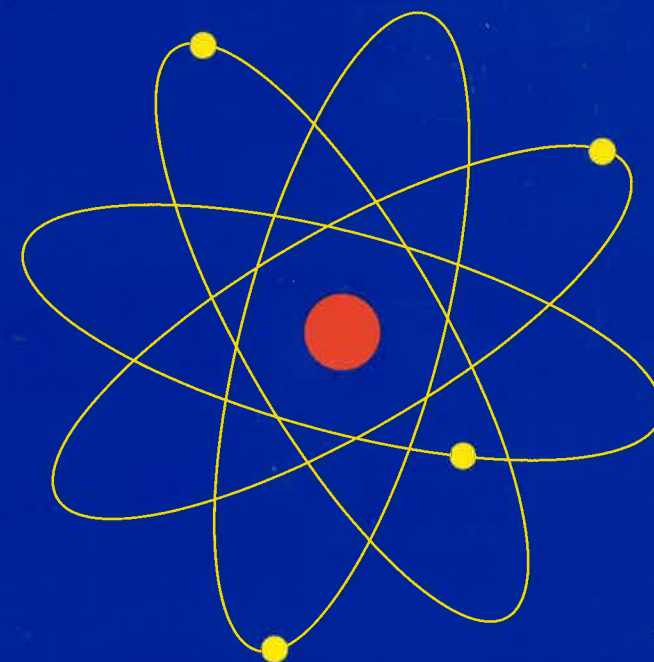


ISSN 0867-4752

4 (48)/2001

*BEZPIECZEŃSTWO  
JĄDROWE  
i  
OCHRONA  
RADIOLOGICZNA*



PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

# BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE i OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 4(48)/2001  
Warszawa

## SPIS TREŚCI

<i>Jacek Kaniewski</i> Nowe rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie materiałów jądrowych podlegających ewidencji .....	3
Międzynarodowa Konferencja Ochrony Radiologicznej Pacjentów w Radiologii Diagnostycznej i Interwencyjnej, Medycynie Nuklearnej oraz Radioterapii .....	9
Memorandum. Sprawozdanie z postępu prac nad przygotowaniem nowych zaleceń: komunikat Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICPR) .....	20
<i>Abel. J. Gonzales</i> Międzynarodowe zasady ograniczania uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska .....	31

Wydawca  
PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

Redakcja: 00-921 Warszawa, ul. Krucza 36  
tel.: 695 98 22, 629 85 93  
fax: 695 98 15  
e-mail: tbia@paa.gov.pl


Przewodniczący Rady Programowej  
Witold ŁADA

Redaktor naczelny  
Tadeusz BIAŁKOWSKI

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 0867-4752

Druk

 Drukarnia Piotra Włodarskiego  
02-646 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 853-50-98

Szanowni Państwo,

W bieżącym numerze Biuletynu Pan Jacek Kaniewski omawia rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie materiałów jądrowych podlegających ewidencji – jeden z aktów wykonawczych do ustawy *Prawo atomowe*, obowiązującej od 1 stycznia 2002 roku. Ustawę i jej akty wykonawcze znajdą Państwo pod adresem internetowym: <<http://www.paa.gov.pl/Ustawa.htm>>

Zgodnie z zapowiedzią zamieszczamy podsumowanie *Międzynarodowej konferencji ochrony radiologicznej pacjentów w radiologii diagnostycznej i interwencyjnej, medycynie nuklearnej oraz radioterapii*, która odbyła się w Madrycie, Hiszpania (marzec 2001). Materiały z tej konferencji są bardzo obszerne i dostępne w bibliotece Państwowej Agencji Atomistyki, Warszawa, ul. Krucza 36.

Kolejną pozycją bieżącego Biuletynu jest tłumaczone z języka angielskiego *Memorandum. Sprawozdanie z postępu prac nad przygotowaniem nowych zaleceń: Komunikat Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej*. Wspomniane memorandum było opublikowane w 2001 r. w czasopiśmie *Journal of Radiological Protection*.

W dniach 14–16 listopada 2001 r. odbyła się w Warszawie międzynarodowa konferencja poświęcona ekologicznym aspektom wytwarzania energii elektrycznej, która była dofinansowana przez PAA. Publikowany w bieżącym numerze referat p.t. *Międzynarodowe zasady ograniczania uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska* był wygłoszony przez przedstawiciela Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu Pana Abela J. Gonzalesa.

Sądzymy, że zamieszczone artykuły będą interesujące dla naszych czytelników. Życzymy zatem owocnej lektury.

Redakcja Biuletynu

## NOWE ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW W SPRAWIE MATERIAŁÓW JĄDROWYCH PODLEGAJĄCYCH EWIDENCJI

Jacek Kaniewski

### 1. WSTĘP

Ewidencję materiałów jądrowych prowadzi się w ramach zabezpieczeń tych materiałów w celu zapobiegania ich przesunięciom z zadeklarowanych zastosowań pokojowych do zastosowań niezgodnych z zadeklarowanymi. Zabezpieczenia oznaczają tutaj zespół środków prawnych i organizacyjnych oraz rozwiązań praktycznych, ustanowionych w ramach międzynarodowych porozumień wynikających z Układu o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej<sup>1</sup>, w zamiarze niedopuszczenia do wykorzystania materiałów jądrowych, stosowanych w pokojowej działalności jądrowej, do wytwarzania broni jądrowej lub innych jądrowych urządzeń wybuchowych, lub do celów nieznanych. Niezależnie od zobowiązań międzynarodowych, prowadzenie ewidencji materiałów jądrowych znajdujących się w kraju, lub gdziekolwiek indziej pod kontrolą polskich osób fizycznych lub prawnych jest niezbędnym elementem porządku wewnętrznego kraju.

### 2. STAN PRAWNY W ZAKRESIE ZABEZPIECZEŃ MATERIAŁÓW JĄDROWYCH W POLSCE

12 czerwca 1969 roku został ratyfikowany przez Polskę Układ o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej (Dz.U z 1970 r. Nr 8, poz.60). Na podstawie artykułu III Układu zostało następnie zawarte Porozumienie między Rządem Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej a Międzynarodową

Agencją Energii Atomowej w sprawie stosowania zabezpieczeń<sup>2</sup> przyjęte uchwałą nr 254/77 Rady Ministrów z dnia 26 września 1972 roku. Weszło ono w życie z dniem 11 października tegoż roku (zgodnie z wymaganiami jego artykułu 25). Zgodnie z wymaganiami artykułu 39 Porozumienia zawarte zostały także tzw. „uzgodnienia pomocnicze” zwane też „porozumieniami uzupełniającymi”<sup>3</sup>. Ponadto 5 maja 2000 roku Polska ratyfikowała tzw. „Protokół dodatkowy” do Porozumienia, przyjmując na siebie dodatkowe zobowiązania w ramach tzw. „wzmocnionych zabezpieczeń”<sup>4</sup>. Zarówno Porozumienie jak i Protokół dodatkowy nie zostały dotąd opublikowane.<sup>5</sup>

Artykuł 7 Porozumienia stwierdza, że „Polska utworzy i będzie utrzymywać system rachunkowości i kontroli całego materiału jądrowego podlegającego zabezpieczeniu w myśl niniejszego Porozumienia”. Artykuły 31 i 32 Porozumienia określają ogólne zasady funkcjonowania takiego systemu, który w działalności i dokumentach MAEA jest określany jako krajowy system rozliczania i kontroli materiałów jądrowych<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> Porozumienie to jest oznaczone symbolem MAEA jako INFCIRC/179.

<sup>3</sup> Termin angielski „Subsidiary Arrangements”

<sup>4</sup> Model Protokołu dodatkowego (ang. Additional Protocol) został przyjęty w maju 1997 przez Radę Zarządzających MAEA stając się istotnym elementem wzmocnionego systemu zabezpieczeń (ang. strengthened safeguards system) wdrażanego w następstwie kryzysu w Zatoce Perskiej w roku 1990. Polska jest jednym z ponad 20 państw, które ratyfikowały Protokół dodatkowy.

<sup>5</sup> Według informacji posiadanej przez autora obydwie dokumenty mają zostać opublikowane w najbliższym czasie.

<sup>6</sup> Termin angielski „State's System of Accounting for and Control of nuclear material” (SSAC).

<sup>1</sup> Układ o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej, ang. „Nonproliferation Treaty” (NPT) został sporządzony w Moskwie, Waszyngtonie i Londynie dnia 1 lipca 1968 r.

Pierwszą pełną regulację prawną w Polsce w obszarze określonym przez Układ o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej stanowiły Ustawa Prawo atomowe z 1986 roku wraz z odpowiednim aktem wykonawczym – Zarządzeniem Prezesa PAA z dnia 20.10.1987 r. w sprawie zasad ewidencji i kontroli materiałów jądrowych. Powyższe dwa akty zostały zastąpione z dniem 1 stycznia 2002 przez nową Ustawę Prawo atomowe z 29 listopada 2000 r. (Dz.U. z 2001 r. Nr 3, poz.18)<sup>4</sup> oraz nowy akt wykonawczy – Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 31 lipca 2001 w sprawie materiałów jądrowych podlegających ewidencji (Dz.U. Nr 87, z 2001 r., poz. 955)<sup>5</sup>.

Reasumując – na obowiązujące obecnie w Polsce prawo w zakresie zabezpieczeń materiałów jądrowych składają się łącznie: Porozumienie między Rządem PRL a MAEA w sprawie stosowania zabezpieczeń, Protokół dodatkowy do Porozumienia, ustawa Prawo atomowe z 29 listopada 2000 r. oraz omawiane w tym artykule Rozporządzenie RM z 31 lipca 2001 r. W dalszej części artykułu dla określenia powyższych aktów używa się odpowiednio słów Porozumienie, Protokół dodatkowy, Ustawa i Rozporządzenie.

### 3 PRZEDMIOT NOWEGO ROZPORZĄDZENIA

Ustęp 1 artykułu 40 Ustawy zobowiązuje kierownika jednostki organizacyjnej do prowadzenia ewidencji materiałów jądrowych określonych w przepisach wydanych na podstawie jej artykułu 42 pkt 1 i 2. Z kolei ustęp 2 artykułu 40 określa, że na system ewidencji materiałów jądrowych składają się:

- 1) wewnątrzzakładowe ewidencje, systemy rachunkowości materiałowej i kontrole materiałów jądrowych, które są prowadzone w jednostkach organizacyjnych wykonujących działalność związaną z materiałami jądrowymi, oraz
- 2) centralna ewidencja oparta na strukturze obszarów ewidencji materiałów jądrowych, zwanych dalej „rejonami bilansu materiałowego”.

W ustępie 3 tegoż artykułu stwierdza się, że centralną ewidencję materiałów jądrowych pro-

wadzi Prezes Agencji we współpracy z właściwymi organizacjami międzynarodowymi.

Z kolei artykuł 42 Ustawy zobowiązuje Radę Ministrów do określenia, w drodze rozporządzenia, materiałów jądrowych podlegających ewidencji, zasad prowadzenia rejonu bilansu materiałowego oraz sposobu prowadzenia wewnątrzzakładowych i centralnej ewidencji materiałów jądrowych, z uwzględnieniem rodzaju dokumentów oraz częstotliwości przeprowadzania kontroli.

Można zauważyć że przedmiot Rozporządzenia jest w Ustawie określony w sposób szczegółowy (dla porównania – przedmiot Zarządzenia Prezesa PAA z 1987 roku był określony ogólnie jako zasady ewidencji i kontroli materiałów jądrowych). W pierwszym paragrafie Rozporządzenia został on uściślony zgodnie z Porozumieniem, co ma istotne znaczenie ze względu na nieprecyzyjną definicję materiałów jądrowych zawartą w Ustawie, jednocześnie jednak dla pełni obrazu określono w jakich sytuacjach i w odniesieniu do jakich materiałów jądrowych wymagania ewidencji nie mają zastosowania.

Do właściwego zrozumienia przedmiotu Rozporządzenia konieczne jest zrozumienie użytych do jego określenia pojęć. Ustawa podaje w art. 3 definicję materiałów jądrowych oraz określa w artykule 40 co rozumie się pod pojęciem rejonu bilansu materiałowego, ale nie tłumaczy pojęcia ewidencja, które jest w niej stosowane zarówno w odniesieniu do materiałów jądrowych, jak też do źródeł promieniotwórczych.

Definicje materiałów jądrowych zawarte zarówno w dotychczasowym, jak i w nowym Prawie atomowym różnią się od definicji zawartej w Porozumieniu. W Prawie atomowym z 1986 roku materiał jądrowy był określony jako „materiał zawierający nuklidy rozszczepialne lub mogące stać się rozszczepialnymi w wyniku reakcji jądrowych, a w szczególności izotopy uranu, plutonu i toru”. Określenie to w sposób niedokładny oddawało sens definicji zawartej w Porozumieniu ale nie stwarzało problemów w praktyce prowadzenia ewidencji materiałów jądrowych w Polsce, ponieważ słowo „rozszczepialne” ro-

zumiane było w znaczeniu technicznym a nie ściśle naukowym i pozwalało na odpowiednie uzupełnienie definicji w zarządzeniu Prezesa PAA.

W zmodyfikowanej definicji zawartej w Ustawie usunięto m.in. słowa „lub mogące stać się rozszczepialnymi w wyniku reakcji jądrowych”<sup>7</sup>, dodano zaś „w ilości, która nie może być pominięta z punktu widzenia ewidencji materiałów jądrowych, w tym paliwo jądrowe”.

Dla porównania – definicja podana w Porozumieniu z MAEA określa w sposób precyzyjny materiał jądrowy jako „każdy wyjściowy lub specjalny materiał rozszczepialny, jak to zostało zdefiniowane w artykule XX Statutu MAEA”<sup>8</sup>. Biorąc pod uwagę, że ewidencję materiałów jądrowych prowadzi się przede wszystkim w związku z zabezpieczeniami międzynarodowymi i zgodnie z ustaleniami Porozumienia, poleca się w przypadku jakiegokolwiek wątpliwości stosowanie w praktyce także zawartej w nim definicji materiałów jądrowych.

Wprowadzenie do definicji „ilości” uzależnia określenie czy mamy do czynienia z materiałami jądrowymi od tego, czy materiały te występują w ilości wymagającej ewidencjonowania. Minimalna ilość wymagająca ewidencjonowania nie mogła jednak zostać określona w Rozporządzeniu. Możliwość wyłączenia spod zabezpieczeń niewielkich

<sup>7</sup> Usunięcie słów „mogące stać się rozszczepialnymi” wyklucza z definicji materiałów jądrowych w rozumieniu technicznym materiały zawierające nuklidy znane jako nierozszczepialne, ale będące materiałami wyjściowymi w rozumieniu artykułu XX Statutu MAEA (patrz następny przypis). Z drugiej strony, w definicji pozostawiono słowa „w szczególności izotopy uranu, plutonu lub toru”, mimo iż na przykład izotopy podlegające zabezpieczeniu pierwiastka toru są, z punktu widzenia ich wykorzystania w jądrowych ładunkach wybuchowych, właśnie takimi nuklidami nierozszczepialnymi, natomiast podstawowy izotop Th-232 jest materiałem wyjściowym do produkcji rozszczepialnego U-233.

<sup>8</sup> W artykule XX Statut MAEA definiuje materiały wyjściowe, specjalne materiały rozszczepialne, oraz uran wzbogacony, pozostawiając możliwość rozszerzenia definicji o inne materiały, a także określenia minimalnej koncentracji materiału, gdyby taką decyzję podjęła Rada Zarządzających MAEA. Rozporządzenie podaje w § 3 ust.1 pierwsze dwie spośród tych definicji, które są zgodne ze Statutem MAEA jednakże bez uwagi o możliwości wspomnianego rozszerzenia.

ilości materiału jądrowego na podstawie artykułów 36 i 37 Porozumienia nie może bowiem oznaczać wyjęcia ich spod ewidencji w kraju, gdyż uniemożliwiłoby to wznowienie wobec nich, w razie potrzeby, stosowania zabezpieczeń zgodnie z art. 38 Porozumienia<sup>9</sup>. Określenie w Rozporządzeniu minimalnej ilości materiałów jądrowych z punktu widzenia ich ewidencji mogłoby ponadto utrudnić wypełnianie artykułu 77 Ustawy w kwestii dotyczącej nielegalnego obrotu tymi materiałami.

Drugim elementem przedmiotu Rozporządzenia są zasady prowadzenia rejonu bilansu materiałowego. Są one zaadresowane bezpośrednio w paragrafie 5 ust. 1 (opartym na definicji rejonu zawartej w Porozumieniu) a ponadto wynikają z dalszych postanowień.

Trzecim elementem przedmiotu Rozporządzenia jest sposób prowadzenia ewidencji materiałów jądrowych, przy czym pojęcie „ewidencja” obejmuje także kontrolę, która jest z nią nieodłącznie związana<sup>10</sup>. Jest to wyraźnie powiedziane w § 4 ust. 1. Sposobowi prowadzenia tak pojętej ewidencji poświęcona jest większa część postanowień Rozporządzenia, które w niewielkim tylko stopniu odbiegają od postanowień uprzednio stosowanego Zarządzenia Prezesa PAA.

Aby Rozporządzenie mogło spełnić wymagania artykułu 42 Ustawy konieczne było jednak przyjęcie innej struktury dokumentu, niż w przypadku wspomnianego zarządzenia.

### 4 STRUKTURA I TREŚĆ ROZPORZĄDZENIA

Treść omawianego aktu wykonawczego jest ujęta w 30 paragrafach przy czym:

§1 formułuje szczegółowo przedmiot rozporządzenia oraz przypadki, w których nie ma ono zastosowania, m.in. bliżej określone w § 17,

<sup>9</sup> Dotyczy to przypadku, gdyby wyłączony uprzednio spod zabezpieczeń materiał miał być później przerabiany lub przechowywany razem z materiałem podlegającym zabezpieczeniu.

<sup>10</sup> W dotychczasowym Zarządzeniu Prezesa PAA stosowano w odniesieniu do materiałów jądrowych pojęcia ewidencji i kontroli jako pojęcia odrębne.

§2 podaje znaczenia zastosowanych pojęć: jądrowy obiekt zabezpieczeń, kilogram efektywnej, kluczowy punkt pomiarowy, materiał nierozliczony, partia materiału jądrowego, punkt węzłowy, rodzaj materiału jądrowego, wzbogacenie oraz zabezpieczenia materiałów jądrowych,

§3 określa materiały jądrowe, które podlegają ewidencji,

§4 określa elementy składowe ewidencji i jej rolę w kontekście zabezpieczeń materiałów jądrowych,

§5 określa m.in. wymagania jakie muszą być spełnione przez rejony bilansu materiałowego w jądrowym obiekcie zabezpieczeń, zasady prowadzenia i okres przechowywania dokumentacji,

§6 określa do czego służy i jak ma być prowadzona centralna ewidencja materiałów jądrowych,

§7 określa do czego służy i co obejmuje wewnątrzzakładowa ewidencja materiałów jądrowych,

§8 określa wymaganie prowadzenia dokumentacji rachunkowości materiałowej oraz dokumentacji ruchowej,

§9 i 10 określają odpowiednio wymagania co do zawartości dokumentacji rachunkowości materiałowej i ruchowej oraz źródła informacji, w oparciu o które są one prowadzone,

§11 określa na czym polega działalność kontrolna prowadzona w ramach ewidencji wewnątrzzakładowej,

§12 dzieli wymagane od jednostek organizacyjnych sprawozdania na sprawozdania rachunkowości materiałowej i specjalne, dzieląc pierwsze z nich na sprawozdania o zmianach w stanie materiałów jądrowych oraz o ich bilansie,

§13 i 14 określają odpowiednio wymaganą zawartość sprawozdań o zmianach w stanie inwentarza materiałów jądrowych i sprawozdań o bilansie tych materiałów,

§15 określa sytuacje, w których wymagane są sprawozdania specjalne, oraz informacje jakie w zależności od sytuacji należy dołączyć do tych sprawozdań,

§16 zobowiązuje jednostkę organizacyjną do przedstawienia na żądanie Prezesa PAA informacji wyjaśniających bądź uzupełniających,

§17 i 18 formułują odpowiednio obowiązki kierownika jednostki organizacyjnej związane z prowadzeniem wewnątrzzakładowej ewidencji

oraz obowiązki kierownika jednostki organizacyjnej prowadzącej działalność w zakresie obrotu materiałami jądrowymi,

§19 do 22 formułują wymagania dotyczące przygotowania informacji projektowo-eksploatacyjnej i projektu organizacji wewnątrzzakładowej ewidencji materiałów jądrowych, oraz zawartości tych dokumentów, a także wymagania odnośnie terminów w jakich dokumenty te winny być kierowane do Prezesa PAA,

§23 określa czynności kontrolne prowadzone w ramach centralnej ewidencji oraz związane z nimi dodatkowe (por. §17 i 18) obowiązki kierownika jednostki organizacyjnej,

§24 określa, że czynności kontrolne wg § 23 przeprowadzane są przez organy dozoru jądrowego w drodze inspekcji zwyczajnych, doraźnych bądź specjalnych,

§25 określa na czym polegają inspekcje zwyczajne i jak często powinny/mogą być one przeprowadzane,

§26 i 27 określają odpowiednio kiedy mogą być przeprowadzane inspekcje doraźne i specjalne,

§28 określa terminy przekazywania do jednostki organizacyjnej i przyjmowania do wiadomości przez jej kierownika protokołów z inspekcji,

§29 zobowiązuje jednostki organizacyjne do dostosowania organizacji i prowadzenia swoich systemów ewidencji do zasad określonych w rozporządzeniu w ciągu miesiąca od jego wejścia w życie,

§30 określa datę wejścia w życie tego rozporządzenia jako 1 stycznia 2002 r.

## **5 RÓŻNICE MIĘDZY ROZPORZĄDZENIEM I DOTYCHCZASOWYM ZARZĄDZENIEM PREZESA PAA**

Jak już wyżej stwierdzono, zmienione zostało zarówno określenie przedmiotu aktu wykonawczego jak też i znaczenie niektórych pojęć zastosowanych w nowym określeniu przedmiotu. W niektórych przypadkach zmieniono również terminologię, np. „zakład przemiany na za-

kład konwersji, składowanie materiałów jądrowych na ich przechowywanie<sup>11</sup>, usunięto definicje niektórych pojęć określonych lub wymienionych w Ustawie (materiał jądrowy, jednostka organizacyjna, rejon bilansu materiałowego), zmieniono (punkt węzłowy, zabezpieczenia) oraz wprowadzono nową definicję (rodzaj materiału jądrowego).

Warto zauważyć, że drugi ustęp czwartego paragrafu Rozporządzenia mówi że sposób prowadzenia ewidencji materiałów jądrowych jest zgodny z wymaganiami międzynarodowego systemu zabezpieczeń stosowanych przez MAEA<sup>12</sup>. Natomiast zrezygnowano z dotychczasowego zapisu zawartego § 5 Zarządzenia Prezesa PAA, który stanowił, że „ewidencja materiałów jądrowych jest zorganizowana w państwowy system ewidencji i kontroli materiałów jądrowych”. Uznano bowiem, że takie sformułowanie sugeruje istnienie formalnego, wyodrębnionego organu państwowego, podczas gdy z punktu widzenia interpretacji artykułu 7 Porozumienia nie ma ono znaczenia. Istnienie odpowiednich aktów prawnych obejmujących sprawy zabezpieczeń, określenie odpowiedzialności właściwego organu państwowego w tym zakresie, oraz praktyczne wdrożenie określonych w Porozumieniu procedur stanowi z punktu widzenia MAEA o faktycznym istnieniu państwowego systemu (SSAC).

Nowością jest zobowiązanie Prezesa PAA do przedstawiania w okresach rocznych zbiorczej informacji o działaniu systemu ewidencji materiałów jądrowych, materiałach jądrowych objętych ewidencją oraz wynikach kontroli przeprowadzanych w jednostkach organizacyjnych (§ 5 ust. 4).

W odniesieniu do obowiązków kierownika jednostki organizacyjnej wprowadzono w § 17, ust.1 wymaganie by pracownik wyznaczony jako bezpośrednio odpowiedzialny za funkcjonowanie wewnątrzzakładowej ewidencji materiałów

jądrowych posiadał uprawnienia nadane przez Prezesa PAA<sup>13</sup>. Z kolei w paragrafie 29 stanowiącym, że z każdej przeprowadzonej inspekcji sporządzany jest protokół przesyłany do jednostki organizacyjnej w ciągu 30 dni zawarto wymaganie, by protokół ten był sporządzany w dwóch egzemplarzach, z czego jeden winien zostać podpisany przez kierownika jednostki organizacyjnej i zwrócony w ciągu 7 dni od jego otrzymania. Obydwa z tych zapisów mają na celu zapewnienie właściwego wypełniania postanowień Porozumienia i omawianego Rozporządzenia przez jednostki organizacyjne<sup>14</sup>.

Rozporządzenie nie zawiera większości wymagań dotychczasowego Zarządzenia Prezesa PAA, które kierownik jednostki organizacyjnej winien spełnić dla umożliwienia centralnej kontroli, jako że wynikają one z samej istoty i zakresu czynności kontrolnych przedstawionych w paragrafach 23 – 27<sup>15</sup>. Z drugiej strony zobowiązano go do podejmowania działań prowadzących do ograniczenia ilości materiału nierozliczonego do praktycznie osiągalnego minimum (§ 17 ust.1 pkt.6), co nadaje sens wymaganiu sformułowanemu wcześniej by pomiary kontrolne ilości i jakości materiałów jądrowych były prowadzone z dokładnością i precyzją odpowiadającą standardom światowym<sup>16</sup>.

<sup>13</sup> Stanowisko osoby odpowiedzialnej za ewidencję materiałów jądrowych zostało umieszczone na liście stanowisk wymagających uprawnień, zawartej w projekcie odrębnego Rozporządzenia RM przygotowanego na mocy artykułu 12 ust.2 Prawa atomowego.

<sup>14</sup> Patrz także artykułu 123 ust.1 pkt 5 ustawy Prawo atomowe w sprawie przepisów karnych.

<sup>15</sup> Centralna kontrola jest wykonywana zgodnie z § 23 Rozporządzenia przez inspektorów dozoru jądrowego, którzy podlegają ochronie przewidzianej w Kodeksie karnym dla funkcjonariuszy publicznych. Zgodnie zaś z artykułem 67 ust. 1 ustawy Prawo atomowe kierownik kontrolowanej jednostki organizacyjnej jest obowiązany zapewnić warunki niezbędne do przeprowadzenia kontroli.

<sup>16</sup> Standardy te, znane pod nazwą angielską International Target Values (ITV), są uzgadniane co jakiś czas pomiędzy MAEA i innymi wiodącymi organizacjami i stowarzyszeniami międzynarodowymi lub regionalnymi zajmującymi się problemami gospodarki materiałami jądrowymi, zabezpieczeniami oraz standardyzacją (m.in. ISO). Najnowsze standardy ITV 2000 zawarte są w odpowiednim dokumencie MAEA Safeguards Technical Report.

<sup>11</sup> Termin „składowanie” jest stosowany ogólnie w odniesieniu do odpadów radioaktywnych jako odpowiednik angielskiego słowa „disposal”.

<sup>12</sup> W związku z tym zapisem w celu właściwej interpretacji postanowień Ustawy lub Rozporządzenia poleca się sięgać do Porozumienia.

Istotną zmianą w stosunku do poprzednio obowiązującego Zarządzenia Prezesa PAA jest spreycyzowanie jakie środki techniczne mogą być stosowane w związku z czynnościami kontrolnymi w ramach centralnej ewidencji (§23 ust. 2 i 3) oraz określenie, że instalowanie w jednostce organizacyjnej takich środków wymaga zgody Prezesa PAA. Do nowych środków technicznych wymienionych w Rozporządzeniu należą: urządzenia sygnalizujące stan lub sposób działania jądrowego obiektu zabezpieczeń oraz urządzenia służące do przekazywania informacji na odległość, w tym także poza granice państwa. Włączenie tych środków wychodzi naprzeciw wymaganiom wzmocnionych zabezpieczeń oraz w pewnym stopniu przygotowuje grunt do wdrożenia odpowiedniego Rozporządzenia Euratomu z chwilą uzyskania członkostwa Unii Europejskiej.

Zakres możliwych czynności inspekcyjnych poszerzono o dokonywanie wymazów (oprócz pobierania próbek materiałów jądrowych) – paragraf 25 ust.3 odpowiednio pkt.6 i 13. Jest to drugi krok w kierunku wzmocnionych zabezpieczeń.

## 6 UWAGI KOŃCOWE

W nowej Ustawie Prawo atomowe nie uwzględniono faktu ratyfikacji w maju 2000 roku Protokołu dodatkowego, w związku z czym

zabrakło delegacji do określenia procedur wykonawczych pożądaných w związku z wdrożeniem Protokołu w Polsce. W rezultacie tego Rozporządzenie nie obejmuje tych zagadnień.

Rozporządzenie tylko w minimalnym stopniu przygotowuje do członkostwa w Unii Europejskiej, w której obowiązuje w tym zakresie Rozporządzenie Komisji (Euratom) nr 3227/76. Rozporządzenie to stanie się automatycznie obowiązującym w Polsce aktem prawnym z chwilą uzyskania członkostwa UE<sup>17</sup>.

Charakterystyka zobowiązań i zadań wynikających z Protokołu dodatkowego oraz analiza powyższego rozporządzenia Euratomu i niezbędnych do jego wdrożenia w Polsce działań wyprzedzających będą przedmiotem odrębnych publikacji.

<sup>17</sup> Rozporządzenie Komisji (Euratom) nr 3227/76 zostało poddane w 2001 roku rewizji w związku z czym w chwili uzyskania przez Polskę członkostwa Unii Europejskiej może obowiązywać nowe rozporządzenie.

### Notka o autorze

Jacek Kaniewski – mgr inż., radca Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki, wieloletni pracownik Departamentu Zabezpieczeń Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu

# MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PACJENTÓW W RADIOLOGII DIAGNOSTYCZNEJ I INTERWENCYJNEJ, MEDYCYNIE NUKLEARNEJ ORAZ RADIOTERAPII

Międzynarodowa Konferencja Ochrony Radiologicznej Pacjentów w Radiologii Diagnostycznej i Interwencyjnej, Medycynie Nuklearnej oraz Radioterapii odbyła się w Torremolinos (Málaga) w Hiszpanii w dniach 26-30 marca 2001 roku, na zaproszenie rządu Hiszpanii. W konferencji wzięło udział ponad 800 wysokich przedstawicieli i naukowców z 88 państw członkowskich, cztery organizacje współsponsorujące, dwie organizacje współpracujące i sześć międzynarodowych ciał profesjonalnych. Współsponsorami konferencji były: Komisja Europejska, Panamerykańska Organizacja Zdrowia i Światowa Organizacja Zdrowia. Przy zorganizowaniu konferencji współpracowały następujące organizacje międzynarodowe i profesjonalne: Komitet Naukowy ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego (UNSCEAR, *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*), Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICRP, *International Commission on Radiological Protection*), Międzynarodowa Organizacja Fizyki Medycznej (IOMP, *International Organization of Medical Physics*), Międzynarodowe Stowarzyszenie Ochrony Radiologicznej (IRPA, *International Radiation Protection Association*), Międzynarodowe Towarzystwo Onkologii Radiacyjnej (ISRO, *International Society of Radiation Oncology*), Międzynarodowe Towarzystwo Radiografów i Techników Radiologicznych (ISRRT, *International Society of Radiographers and Radiological Technologists*), Międzynarodowe Towarzystwo Radiologiczne (ISR, *International Society of Radiology*) oraz Światowa Federacja Medycyny i Biologii Nuklearnej (WFNMB, *World Federation of Nuclear Medicine and Biology*).

Władze konferencji:

**Przewodniczący:** Celia Villalobos Talero, minister zdrowia i spraw konsumenckich, Hiszpania.

**Wiceprzewodniczący:** Juan M. Kindelán Gómez de Bonilla, prezes Rady Bezpieczeństwa Jądrowego, Hiszpania; Francisco Vallejo Serrano, doradca ds. zdrowia rządu regionalnego Andaluzji; Antonio Diez de los Rios Delgado, rektor uniwersytetu w Maladze, Hiszpania.

**Przewodniczący Komitetu Programowego:** F. Mettler, wydział medycyny uniwersytetu Nowego Meksyku, Stany Zjednoczone Ameryki.

**Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego:** R. Ruiz Cruces, uniwersytet w Maladze, Hiszpania.

**Przewodniczący Hiszpańskiego Komitetu Naukowego:** J. Hernández Armas, Uniwersytet La Laguna, Wyspy Kanaryjskie, Hiszpania.

**Członkowie Komitetu Programowego:** C.E. de Almeida, Universidad do Estado de Rio de Janeiro, Brazylia; J. Cosset, Institut Curie, Francja; M. Magnusson, Islandzki Instytut Ochrony przed Promieniowaniem, Islandia; Y. Sasaki, Państwowy Instytut Nauk Radiologicznych, Japonia; E. Vañó (wiceprzewodniczący), Universidad Complutense de Madrid, Hiszpania; L. Wagner, wydział medyczny uniwersytetu stanu Teksas, USA; P. Ortiz López, Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej; A.J. González, Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej; H. Ostensen, Światowa Organizacja Zdrowia (WHO); C. Borrás, Panamerykańska Organizacja Zdrowia (PAHO); K. Schumer, Komisja Europejska.

**Przewodniczący sesji technicznych i dyskusji okrągłego stołu:** C.G. Standertskjöld-Nordenstam, Szpital Uniwersytecki w Helsinkach, Finlandia; G. Klempfner, Szpital St. Frances Cabrini, Australia; V. Sinitsyn, Centrum Badań Kardiologicznych, Moskiewska Akademia Medyczna, Federacja Rosyjska; J. Konishi, Wydział Medycyny i Szpital Uniwersytetu w Kioto, Japonia; E. Vañó, Universidad Complutense de Madrid, Hiszpania; W. Leitz, Szwedzki Instytut Ochrony

przed Promieniowaniem, Szwecja; P. Corr, Wydział Medycyny Uniwersytetu Natal, Afryka Południowa; C. Pérez, Wydział Medycyny Uniwersytetu Waszyngtońskiego, USA; H. Amaral, Medicina Nuclear, Clinica Alemana, Chile; C. Lavoie, Biuro ds. Ochrony przed Promieniowaniem, Kanada; S. Nazarenko, szpital Centralny w Tallinie, Estonia; G. Drexler, Universidad do Estado de Rio de Janeiro, Brazylia; F. Vargas Marcos, Ministerio de Sanidad y Consumo, Hiszpania; B. Balaban, USA; J. Hendry, Christie Hospital NHS Trust, Wielka Brytania; J.P. Oliva González, Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología, Kuba; M. Verdejo Silva, Dirección General de Salud Ambiental, Meksyk; komisarz N.J. Diaz, US Nuclear Regulatory Commission (amerykański urząd dozoru jądrowego), USA; A. Hefner, Austriacki Ośrodek Badań, Austria; oraz Stolica Apostolska. Zagadnienia omawiane podczas konferencji:

#### Sesje komunikatów

- Aktualne zastosowania promieniowania w medycynie
- Aktualne poziomy dawek promieniowania otrzymywanych przez pacjentów
- Historia zastosowań promieniowania w medycynie oraz nauki płynące ze zdobytych doświadczeń
- Korzyści i zagrożenia radiologiczne związane z narażeniem medycznym
- Klimat międzynarodowy w zakresie dozoru i przepisów

#### Sesje tematyczne

- Ochrona radiologiczna pacjentów w ogólnej radiologii diagnostycznej
- Zagadnienia ochrony radiologicznej dotyczące konkretnych zastosowań radiologii diagnostycznej, np. w mammografii i tomografii komputerowej (ze szczególnym uwzględnieniem wpływu technik cyfrowych)
- Ochrona radiologiczna w radiologii interwencyjnej, włącznie z fluoroskopią wykonywaną nie przez radiologów (zagadnienie to dotyczyło ochrony radiologicznej zarówno pacjentów jak i personelu zajmującego się radiologią interwencyjną)
- Ochrona radiologiczna pacjentów w medycynie nuklearnej

- Opracowanie i stosowanie poziomów wskaźnikowych (poziomów odniesienia) w radiologii i w badaniach medycyny nuklearnej
- Ochrona radiologiczna zarodka i płodu u ciężarnych pacjentek
- Ochrona radiologiczna pacjentów pediatrycznych
- Ochrona radiologiczna pacjentów w radioterapii (włącznie z zapobieganiem narażeniom innym niż przepisane przez lekarza)
- Ochrona radiologiczna pacjentów w badaniach biomedycznych
- Wpływ standaryzacji w projektowaniu i rozwoju medycznego wyposażenia radiologicznego na ochronę radiologiczną pacjentów
- Edukacja, szkolenie i ciągły rozwój profesjonalny w ochronie radiologicznej pacjentów
- Zagadnienia badawczo-rozwojowe w dziedzinie ochrony radiologicznej pacjentów
- Wdrażanie przepisów dotyczących ochrony radiologicznej pacjentów

#### Dyskusje okrągłego stołu

- Oczekiwania rzeczników pacjentów
- Co należy zrobić z grupami wrażliwymi na promieniowanie?
- Ustalenie priorytetów w ochronie radiologicznej pacjentów
- Zagrożenia i korzyści: czy można je oszacować? W jaki sposób?
- Przepisy: Za dużo czy za mało?
- Jak jest akceptowalne (niezawodowe) narażenie osób sprawujących opiekę nad pacjentem?

## STWIERDZENIA, WNIOSKI I ZALECENIA

### Ogólne

1. Praktyka medyczna związana ze stosowaniem promieniowania jonizującego (w dalszym ciągu nazywanego promieniowaniem) daje zdecydowanie największy wkład do narażenia ludzi na promieniowanie pochodzące ze sztucznych źródeł promieniowania; w skali całego świata wkład ten wynosi około 95% dawki całkowitej pochodzącej z takich źródeł. W ciągu roku na całym świecie przeprowadza się obecnie około 2 miliardy diagnostycznych badań rentgenowskich, 32 miliony procedur medycyny nuklear-

nej i 5,5 milionów zabiegów terapii radiacyjnej, przy tendencji rosnącej.

2. Medyczne zastosowania promieniowania oferują ogromne korzyści zdrowotne, i nie ma żadnej wątpliwości co do tego, że w wielu krajach istnieje potrzeba zwiększenia dostępności aparatury radiologicznej i usług radiologicznych. Zagrożenia radiologiczne związane z procedurami radiologicznymi są w typowym przypadku małe (pewne istotne wyjątki omówiono niżej), ale ważne jest takie zarządzanie narażeniem pacjentów, by narażenie to nie przekraczało wielkości niezbędnej dla uzyskania pożądanej informacji diagnostycznej. Jednak skutki narażenia przypadkowego w radioterapii<sup>1</sup> mogą być bardzo poważne, a zatem konieczne jest takie zarządzanie narażeniem, by było ono wystarczająco duże dla uzyskania pożądanych wyników terapeutycznych na obszarze docelowym, ale by zarazem było tak małe jak to rozsądnie osiągalne w odniesieniu do innych narządów i tkanek.
3. Konferencja potwierdziła, że istnieją pewne możliwości takiego zmniejszenia zagrożeń radiologicznych związanych z zastosowaniami promieniowania zarówno w diagnostyce jak i terapii, które nie obniży korzyści medycznych. Uznano, że w procesie tym rolę do odegrania mają wszyscy zajmujący się ochroną zdrowia. Za sprawy zasadniczej wagi w tym zakresie uznano edukację i szkolenie personelu oraz odpowiednie rozwiązania dotyczące zapewnienia jakości; stanowiły one motyw przewijający się podczas wszystkich obrad konferencji, a zatem w omawianych niżej stwierdzeniach szczegółowych z sesji tematycznych zostaną ponownie powtórzone tylko wtedy, kiedy zajdzie konieczność ich szczególnie zaakcentowania.

<sup>1</sup> Narażenie przypadkowe, o którym mowa w Międzynarodowych Podstawowych Normach Ochrony przed Promieniowaniem Jonizującym i Bezpieczeństwa Źródeł Promieniowania, obejmuje „wszelkie postępowanie terapeutyczne, którym objęto albo niewłaściwego pacjenta albo niewłaściwą tkankę, lub w którym zastosowano niewłaściwy środek farmaceutyczny, albo w którym dawka lub frakcjonowanie dawki różni się znacząco od wartości przepisanych przez lekarza, albo może doprowadzić do niepotrzebnych skutków ostrych lub wtórnych.”

## STWIERDZENIA Z SESJI TEMATYCZNYCH

### Ochrona radiologiczna pacjentów w ogólnej radiologii diagnostycznej

4. Uczestnicy konferencji wskazali kilka ważnych sposobów zmniejszenia dawek, jakie otrzymują pacjenci. Sposoby te obejmują zapewnienie, że:

- wywoływanie klisz podlega odpowiedniej kontroli jakości;
- wiązki promieniowania są odpowiednio kolimowane w celu uniknięcia narażenia tkanek innych niż badane, oraz są filtrowane w celu ograniczenia narażenia na promieniowanie o niskiej energii, które z punktu widzenia diagnostyki jest bezwartościowe;
- nie wykonuje się fluoroskopii bez zastosowania wzmocnienia obrazu;
- stosowany potencjał lampy rentgenowskiej (kVp) jest odpowiedni dla konkretnego, przeprowadzanego badania; oraz
- protokoły fluoroskopii są regularnie przeglądane i aktualizowane pod kątem stosowanej techniki i aparatury, ze szczególnym uwzględnieniem czasu trwania fluoroskopii.

Zauważono, że wymiana zestawów do fluoroskopii, w których aktualnie nie wykorzystuje się wzmocnienia obrazu, stanowi znaczący wydatek i wymaga zaplanowania.

### Zagadnienia ochrony radiologicznej dotyczące konkretnych zastosowań radiologii diagnostycznej, np. w mammografii i tomografii komputerowej (ze szczególnym uwzględnieniem wpływu technik cyfrowych)

5. Uczestnicy konferencji zauważyli, że mammografia jest tą procedurą radiologii diagnostycznej, dla której opracowano najkonkretniejsze zalecenia i przepisy, zwłaszcza w odniesieniu do badań przesiewowych, w których narażenie dotyczy bardzo wielu kobiet bez objawów. Zapewnienie jakości powinno być wymogiem zawartym w regulacjach, ale należy zadbać o łatwość zmiany protokołów wraz ze zmianami technologicznymi.

6. Szczególną uwagę należy zwrócić również na mammografię cyfrową. Fakt, że obrazy cyfrowe są stosunkowo łatwe do otrzymania i skasowania, może sprzyjać mniej uważnemu ustawianiu pacjentek do badania, co z kolei może prowadzić do potencjalnego zwiększenia liczby naświetleń powtarzanych. Ponadto, ponieważ mammografia cyfrowa wykorzystuje receptory obrazu o zakresie dynamicznym znacznie większym niż w przypadku kliszy, narażenie pacjentki nie jest ograniczane przez charakterystyki receptora, co w konsekwencji może doprowadzić do użycia dawki większej, niż dawka konieczna dla uzyskania informacji diagnostycznej. Obraz mammografii cyfrowej może być rejestrowany za pomocą dawek znacznie większych, niż dawki jakie byłyby zastosowane w mammografii kliszowej, np. 2-4 razy lub jeszcze większe. W rzeczywistości te większe dawki prowadzą do obrazu o jeszcze lepszej jakości, ponieważ dochodzi do zmniejszenia kwantowych szumów (stwierdzenie to odnosi się do wszystkich radiologicznych obrazów cyfrowych, ale w odniesieniu do mammografii może być szczególnie krytyczne).
7. Tomografia komputerowa (CT) przynosi spore korzyści w diagnozowaniu chorób, ale – w odróżnieniu od większości procedur ogólnej radiologii diagnostycznej – wiąże się ze stosunkowo dużymi dawkami. Techniki nowsze, takie jak CT wielowarstwowa lub fluoroskopia CT, mogą prowadzić do dawek jeszcze większych. Ważne jest, by te potencjalnie bardzo duże dawki były utrzymywane na poziomie minimalnym, na drodze dokonywania starannej oceny protokołów, ścisłych kryteriów kierowania pacjentów na takie badania, stosowania automatycznej kontroli narażenia oraz wyboru techniki skanowania.

**Ochrona radiologiczna w radiologii interwencyjnej, włącznie z fluoroskopią wykonywaną nie przez radiologów (zagadnienie to dotyczyło ochrony radiologicznej zarówno pacjentów jak i personelu zajmującego się radiologią interwencyjną)**

8. Radiologia interwencyjna (IR) jest techniką dającą znaczące korzyści w dziedzinie opieki nad pacjentem, a jej stosowanie szybko ro-

śnie. Wiąże się ona jednak ze stosunkowo dużymi dawkami, a w pewnej liczbie przypadków u pacjentów stwierdzono wystąpienie skutków deterministycznych spowodowanych przez narażenie na promieniowanie. Poza ochroną pacjentów, również ochrona personelu jest zagadnieniem ważnym, wymagającym kompleksowego podejścia i standaryzowanych metod monitorowania narażenia. Częściami ciała, którym w tym względzie należy się szczególna troska, to skóra (pacjenci) oraz soczewki oczu i dłonie (personel interwencyjny). Pomyśleć należy także o dokonujących interwencji nie-radiologach (kardiologach, chirurgach, urologach, itp.), którzy mogą spowodować otrzymanie większych dawek przez pacjentów i przez nich samych. Zatem również ci specjaliści powinni być objęci programami edukacyjnymi i szkoleniowymi.

9. W celu ulepszenia ochrony radiologicznej pacjentów zachodzi potrzeba:
- opracowania standaryzowanych metod wyznaczania dawek, zwłaszcza na skórę pacjenta, podczas radiologii interwencyjnej;
  - zbadania możliwości ustanowienia poziomów wskaźnikowych (poziomów odniesienia)<sup>2</sup>;
  - opracowania kryteriów jakości obrazu;
  - opracowania zaleceń dotyczących przebiegu wiązki i cech dynamicznych IR, takich jak częstotliwość klatki;
  - opracowania materiałów edukacyjnych i szkoleniowych w zakresie ochrony przed promieniowaniem, przeznaczonych dla radiologów i innych specjalistów zajmujących się radiologią interwencyjną;

<sup>2</sup> Określenie „diagnostyczne poziomy odniesienia” jest używane w dyrektywach Unii Europejskiej oraz w dokumentach ICRP i znaczy to samo co określenie „poziomy wskaźnikowe dla narażenia medycznego”, używane w Międzynarodowych Podstawowych Normach Ochrony przed Promieniowaniem Jonizującym i Bezpieczeństwa Źródeł Promieniowania (BSS). Definicja podana w BSS mówi, że jest to „poziom określonej wielkości, powyżej którego należy rozważyć podjęcie działań. W pewnych okolicznościach potrzeba rozważenia podjęcia działań może zająć w sytuacji, gdy określona wielkość znajduje się znacząco poniżej poziomu wskaźnikowego.”

- ustanowienia programów zapewnienia jakości, które obejmują proste sprawdzenia stałości;
- zapewnienia ściślejszej współpracy między radiologami, radiografami i fizykami medycznymi oraz nie będących radiologami, a zajmującymi się radiologią interwencyjną; oraz
- zapewnienia, że zabiegi radiologii interwencyjnej są wykonywane za pomocą aparatury specjalistycznej, a nie aparatury ogólnego przeznaczenia.

10. Uczestnicy konferencji zauważyli, że sposoby stosowania radiologii interwencyjnej bardzo szybko się rozwijają, więc dla dotrzymania kroku temu rozwojowi należy opracować odpowiednie podejścia do spraw bezpieczeństwa radiacyjnego oraz szkolenia personelu.

**Ochrona radiologiczna pacjentów w medycynie nuklearnej**

11. Medycyna nuklearna, która wiąże się z podawaniem pacjentom substancji promieniotwórczych, jest techniką szeroko stosowaną dla uzyskania informacji diagnostycznych, a także w celach terapeutycznych, z wykorzystaniem środków radiofarmaceutycznych. Coraz częściej stosowane są techniki nowe, takie jak pozytonowa tomografia emisyjna (PET, *positron emission tomography*), dostarczająca nowych informacji diagnostycznych. Dawki związane z takimi technikami są jednak często większe niż dawki pochodzące z technik bardziej konwencjonalnych, wykorzystujących np. technet-99m. Uczestnicy konferencji sformułowali następujące wnioski:
- na poziomie krajowym lub lokalnym należy opracować diagnostyczne poziomy wskaźnikowe (poziomy odniesienia) dotyczące podawanej aktywności, które mają być narzędziem optymalizacji ochrony, lecz które będą stosowane z uwzględnieniem fizycznych rozmiarów pacjenta, ze zwróceniem szczególnej uwagi z jednej strony na dzieci, a z drugiej – na pacjentów z nadwagą;
  - w przypadku kobiet, przed zastosowaniem technik medycyny nuklearnej szczególną uwagę należy zwrócić na to, czy pacjentki są

- w ciąży lub czy karmią piersią, i stosownie do sytuacji dobrać odpowiednią technikę lub udzielić pacjentce odpowiedniej porady;
- kobietom, u których zastosowano środki radiofarmaceutyczne, należy doradzić powstrzymanie się od zajścia w ciążę, w celu ograniczenia dawki dla zarodka;
- należy rozważyć właściwe sposoby informowania pacjentek o sprawach wymienionych w dwóch poprzednich punktach;
- w razie narażenia przypadkowego, zwłaszcza w przypadku dawek terapeutycznych, należy zastosować środki wzmagające wydalanie; oraz
- ze względu na zwiększone narażenie wynikające z badań PET, szczególną uwagę należy zwrócić na optymalizację ochrony.

**Opracowanie i stosowanie poziomów wskaźnikowych (poziomów odniesienia) w radiologii i w badaniach medycyny nuklearnej**

12. Celem wprowadzenia poziomów wskaźnikowych (odniesienia) jest ułatwienie zarządzania narażeniem pacjentów w taki sposób, by dawki promieniowania związane z obrazowaniem medycznym były współmierne do celów klinicznych. Wielkości te mają charakter doradczy i powinny być stosowane w sposób elastyczny. Krótko mówiąc, powinny działać jako poziomy podejmowania dochodzenia i jako takie powinny wchodzić w skład wszelkich rozwiązań dotyczących zapewnienia jakości. Przekroczenie tych poziomów powinno prowadzić do postawienia pytań odnoszących się do aparatury lub stosowanych procedur<sup>3</sup>. Wyrażono pogląd, że wielkości te mogą być stosowane w różny sposób: a) w ocenie rozkładów dawek pacjentów w ogólnych zadaniach klinicznych – w celu zmniejszenia liczby bezzasadnie dużych lub małych wartości w rozkładzie; b) w promowaniu zasad dobrej praktyki w od-

<sup>3</sup> W BSS zawarto również wymóg, by „działania korygujące były podejmowane w sytuacji, gdy dawki lub aktywności spadają znacząco poniżej poziomu wskaźnikowego, a naświetlania nie dostarczają użytecznych informacji diagnostycznych...”



niesieniu do konkretnego zastosowania klinicznego, oraz c) w promowaniu optymalnego wykorzystania medycznego narażenia na promieniowanie – w odniesieniu do konkretnego protokołu klinicznego, przy lepiej zdefiniowanych warunkach klinicznych i technicznych.

13. Uczestnicy konferencji zgodnie uznali, że poziomy wskaźnikowe (odniesienia) powinny być opracowywane na drodze współpracy między władzami odpowiedzialnymi za sprawę zdrowia i ochrony przed promieniowaniem oraz odpowiednimi grupami profesjonalistów; że powinny być wyznaczone na podstawie rozkładów dawek zaobserwowanych w praktyce w odpowiednim regionie lub kraju. Do tej pory koncentrowano się na ustanowieniu górnych wartości poziomów, ale uczestnicy konferencji uznali, że należy określić również wartości dolne, żeby wskazać sytuacje, w jakich nie uzyska się stosownych informacji diagnostycznych.
14. W procedurach złożonych, takich jak radiologia interwencyjna, poziomy wskaźnikowe (odniesienia) mogą być pomocne w zarządzaniu skutkami stochastycznymi, ale z punktu widzenia skutków deterministycznych narażenia na promieniowanie, dawki należy monitorować w sposób ciągły dla stwierdzenia, czy zbliżają się one do dawek progowych.

#### ***Ochrona radiologiczna zarodka i płodu u ciężarnych pacjentek***

15. Uczestnicy konferencji omówili konkretne zagadnienia związane z ochroną zarodka i płodu. Dyskusja obejmowała skutki narażenia na promieniowanie, dawki otrzymywane w związku z praktyką medyczną, niezbędne środki administracyjne dla unikania narażenia niezamierzonego, zarządzanie badaniami medycznymi dotyczącymi ciężarnych pacjentek oraz ewentualną potrzebę poradnictwa po narażeniu na promieniowanie. Zauważono, że czynniki ryzyka dla skutków stochastycznych, takich jak kancerogeneza, są z założenia podobne do takich czynników w okresie wczesnego dzieciństwa. Jednak z narażeniem prenatalnym wiążą się dodat-

kowe skutki zdrowotne – na przykład deformacje i zaburzenia wzrostu – choć są one w dużej mierze ograniczone do konkretnego okresu rozwoju prenatalnego i pojawiają się jedynie powyżej wartości progowej równej 100 mGy lub więcej. W przypadkach predyspozycji genetycznych, które są rzadkie, deformacje można wywołać również w fazie preimplantacyjnej.

16. Dawki otrzymywane przez zarodek i płód w związku z badaniami diagnostycznymi w warunkach normalnych nie przekraczają dawki progowej wynoszącej około 100 mGy. Jednak mogą istnieć pewne wyjątki, na przykład w pewnych rozszerzonych badaniach jamy brzusznej techniką tomografii komputerowej.

#### ***Ochrona radiologiczna pacjentów pediatrycznych***

17. Szczególną uwagę należy zwrócić na niemowlęta i dzieci: po pierwsze dlatego, że ryzyko skutków stochastycznych jest w ich przypadku większe niż dla dorosłych; po drugie ze względu na duży rozrzut wagi, co utrudnia standaryzację procedur; a po trzecie z uwagi na liczbę pediatrycznych procedur diagnostycznych realizowanych każdego roku – obecnie powyżej 250 milionów w skali całego świata. Są to zagadnienia odnoszące się zarówno do uzasadnienia danej procedury jak i optymalizacji ochrony związanej z tą procedurą. Jako szczególne problemy odnotowano: słabą kolimację wiązki, niewystarczające środki unieruchamiania pacjenta, brak zadowalającej kontroli jakości oraz zapotrzebowanie na odnoszące się do konkretnego wieku czynniki naświetlania opracowane na podstawie odpowiednich parametrów anatomicznych, zwłaszcza dla badań CT (tomografii komputerowej). Oszacowano, że przy zachowaniu należytej staranności, dawki otrzymywane przez pacjentów pediatrycznych mogłyby być obniżone o 35-77%, bez szkody dla jakości otrzymywanego obrazu.

18. W celu zapewnienia lepszej opieki pacjentom tej kategorii zaleca się następujące rozwiązania:

- dla pacjentów pediatrycznych należy opracować protokoły, w których kryteria skie-

- rowania na zabieg (uzasadnienie) opierają się na wyraźnych wskazaniach klinicznych;
- w odniesieniu do pacjentów pediatrycznych należy specjalnie przystosować techniki i procedury, co wymaga udoskonalenia zarówno aparatury, jak i szkolenia personelu;
- należy opracować wskazówki dotyczące przygotowania pacjenta, czynniki naświetlania, diagnostyczne poziomy wskaźnikowe (odniesienia) oraz kryteria jakości obrazu.

#### ***Ochrona radiologiczna pacjentów w radioterapii (włącznie z zapobieganiem narażeniom innym niż przepisane przez lekarza)***

19. Radioterapia jest nadzwyczaj ważnym narzędziem w leczeniu nowotworów. Jednak sprawą najwyższej wagi jest ograniczenie narażenia tkanek innych niż tkanka docelowa oraz ograniczenie ryzyka narażenia przypadkowego. W ochronie pacjenta zasadniczą rolę odgrywa zapewnienie jakości, gwarantujące leczenie bezpieczne i skuteczne, włącznie z zapobieganiem przypadkowym narażeniom medycznym. Wprowadzane są nowe techniki, takie jak modulacja natężenia, terapia dynamiczna, sterowana komputerowo terapia akceleratorowa i tomoterapia, które wymagają własnego, dobrze opracowanego zapewnienia jakości, co z kolei wymaga wyasygnowania odpowiednich środków. Ponadto nowe problemy w zakresie ochrony przed promieniowaniem stwarza brachyterapia wewnątrznażywniowa. Podczas sesji poświęconej tym zagadnieniom podkreślono również potrzebę zadbania o ochronę personelu i osób postronnych.

#### ***Ochrona radiologiczna pacjentów w badaniach biomedycznych***

20. Badania biomedyczne, z takim narażeniem ludzi na promieniowanie, które nie stanowi części postępowania diagnostycznego lub leczniczego, wiążą się z koniecznością uwzględnienia ważnych względów etycznych i powinny być podejmowane wyłącznie zgodnie z odpowiednimi normami ustanowionymi przez Światową Radę Medyczną, ICRP, WHO, MAEA oraz Komisję Europejską. Zasadami podstawowymi są:
  - dobrowolność uczestnictwa;

- uzasadnienie narażenia;
- optymalizacja ochrony; oraz
- uprzednia zgoda komisji etyki.

21. Zauważono jednak, że te podstawowe zasady nie zawsze są w pełni przestrzegane. Szczególnie istotne są następujące sprawy:
  - osoba zainteresowana wyraża zgodę świadomie, dysponując odpowiednimi informacjami;
  - zgoda komisji etyki, w której zasiadają członkowie o stosownych kwalifikacjach w zakresie ochrony przed promieniowaniem i zdolni do formułowania inteligentnych ocen;
  - monitorowanie przez komisję etyki, w celu zapewnienia przestrzegania warunków wyrażenia zgody; oraz
  - unikanie stosowania wobec ochotników zachęt finansowych, które mogą wytworzyć sytuację niejasną pod względem etycznym.

#### ***Wpływ standaryzacji w projektowaniu i rozwoju medycznego wyposażenia radiologicznego na ochronę radiologiczną pacjentów***

22. Standaryzacja wyposażenia wiąże się z wytwarzaniem, konserwacją i kontrolą jakości wyposażenia, podczas gdy na lekarzu spoczywa odpowiedzialność za zastosowanie wyposażenia umożliwiającego uzyskanie obrazu o jakości koniecznej dla postawienia diagnozy. Normy dotyczące medycznego wyposażenia radiologicznego powinny odzwierciedlać aktualną wiedzę i od czasu do czasu należy dokonywać ich przeglądu z punktu widzenia zmian zachodzących w technologii i praktyce. Jednak standaryzacja nie powinna zakłócać procesu rozwoju medycznej aparatury radiologicznej. Istnieje szczególna potrzeba ulepszenia standaryzacji cyfrowych systemów radiologicznych w celu uzyskania możliwości łączenia poszczególnych komponentów systemu oraz różnych systemów i modułów obrazowych, tzn. chodzi o standaryzację w odniesieniu do możliwości łączenia systemów archiwizacji obrazów i komunikacji (PACS, *picture archiving and communication systems*) oraz systemów informacji radiologicznej (RIS, *radiological*

information system). Taka standaryzacja powinna obejmować włączenie danych dotyczących dawek do projektowanego wyposażenia. Uczestnicy konferencji zauważyli też, że standaryzacja związana z bezpieczeństwem radiacyjnym i efektywnością wyposażenia nie jest sprawą dotyczącą wyłącznie państw rozwiniętych, ale powinna być stosowalna i weryfikowalna we wszystkich krajach.

### **Edukacja, szkolenie i ustawiczny rozwój profesjonalny w ochronie radiologicznej pacjentów**

23. Za sprawy kluczowe dla skutecznej ochrony radiologicznej pacjentów uznano edukację, szkolenie i ustawiczny rozwój profesjonalny; czynniki te powinny być wbudowane w ogólny system zarządzania jakością w radiologii, medycynie nuklearnej i onkologii radiacyjnej. Programy takie powinny mieć charakter kompleksowy i powinny odwoływać się do swych konkretnych odbiorców, z uwzględnieniem ich specjalizacji – lekarzy (w tym lekarzy ogólnych), technologów, pielęgniarek, specjalistów ds. fizyki medycznej, projektantów wyposażenia, inżynierów konserwujących aparaturę, administratorów i pracowników dozoru. To wymaga opracowania systematycznego podejścia do kształcenia i szkolenia, w którym wyraźnie określa się potrzeby odbiorców [kształcenia i szkolenia] oraz środki zaspokajania tych potrzeb, z zachowaniem celu ogólnego, jakim jest zwalczanie praktyk niewłaściwych. Szkolenie danej osoby powinno być udokumentowane, lecz zwłaszcza w odniesieniu do ustawicznego rozwoju profesjonalnego uznano, iż należy zadbać o efektywność programów oraz o to, by dokumentacja nie stała się celem samym w sobie. Programy edukacyjne i szkoleniowe powinny zachęcać do przyjmowania wyważonego podejścia do korzyści i zagrożeń związanych z radiologią medyczną. Ponadto należy starannie zbadać możliwość wykorzystania technologii informatycznych i nauki na odległość.

24. Edukacja, szkolenie i ustawiczny rozwój profesjonalny powinny być wspierane przez wy-

maganie prawne i administracyjne; powinny otrzymywać niezbędne wsparcie finansowe i moralne na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym.

25. Usilnie zalecono, by organizatorzy konferencji podjęli prace nad ustanowieniem zharmonizowanego podejścia do edukacji, szkolenia i ustawicznego rozwoju profesjonalnego w zakresie ochrony radiologicznej pacjentów. W tym kontekście zalecono również, by opracować stosowne informacje dotyczące ochrony radiologicznej i udostępnić je pacjentom, by łatwiej uzyskiwać ich świadomą zgodę przed zastosowaniem jakiegokolwiek procedury wiążącej się z narażeniem na promieniowanie.

### **Zagadnienia badawczo-rozwojowe w dziedzinie ochrony radiologicznej pacjentów**

26. Zauważono, że zastosowanie promieniowania w medycynie szybko rośnie i że badania naukowe nie nadążają za rozwojem technologicznym. Zatem za sprawę wielkiej wagi uznano przeprowadzenie dalszych badań, wskazując przy tym na następujące obszary:

- ilościowa ocena zagrożeń i korzyści związanych z narażeniem medycznym;
- stosowalność aktualnych metod oceny ryzyka radiologicznego w medycynie;
- infrastruktura dozymetryczna i metody dozymetrii biologicznej;
- wzajemne związki między różnymi wielkościami związanymi z dawką;
- opracowanie kryteriów jakości obrazu;
- opracowanie technik dozymetrycznych dla celów związanych z optymalizacją ochrony;
- ocena technik zmniejszania dawki, takich jak stosowanie zwiększonej filtracji, fluoroskopii impulsowej, filtrów profilu wiązki, mapowania drogi i innych sposobów przetwarzania obrazów cyfrowych;
- opracowanie poziomów wskaźnikowych (odniesienia) obejmujących procedury złożone;
- przegląd metod stosowanych do oceny funkcjonowania aparatury, w szczególności w odniesieniu do nowych technologii w radiologii cyfrowej, z położeniem nacisku na znalezienie odpowiedniego kompromisu

między dawką pacjenta i jakością obrazu (szumy);

- włączenie do projektu wyposażenia systemu rejestrowania i odzyskiwania danych dotyczących dawek pacjentów;
- standaryzacja w odniesieniu do możliwości łączenia systemów archiwizacji obrazu i komunikacji (PACS) i systemów informacji radiologicznej (RIS);
- badania dotyczące zagadnień radiologicznych związanych z brachyterapią wewnątrznaczyniową;
- zalecenia dotyczące trudności w ocenie działania aparatury w państwach na różnych poziomach rozwoju.

### **Wdrażanie przepisów dotyczących ochrony radiologicznej pacjentów**

27. Fundamentalnymi zasadami leżącymi u podstaw przepisów ochrony przed promieniowaniem są uzasadnienie i optymalizacja, które powinny znaleźć odzwierciedlenie w wymaganiach dozorowych. Jednak w celu efektywnego wprowadzenia tych wymagań w życie należy promować ścisłe kontakty między urzędem dozoru i profesjonalistami w dziedzinie medycyny i zawodów paramedycznych, a w ramach wprowadzania w życie przepisów dotyczących ochrony przed promieniowaniem należy zachęcać do wdrażania kultury bezpieczeństwa. Przepisy powinny wymagać ustanowienia programów zapewnienia jakości, ale samych programów i protokołów nie należy zamieszczać w tekście przepisów, żeby umożliwić rozwój technologii.

## **DYSKUSJE OKRĄGŁEGO STOŁU**

### **Oczekiwania rzeczników pacjentów**

28. Pacjenci oczekują, że przed wyrażeniem zgody na procedurę związaną z narażeniem na promieniowanie, zostaną należycie poinformowani o charakterze proponowanej procedury, o korzyściach i zagrożeniach, o alternatywach oraz o obowiązkach personelu medycznego. Wielu pacjentów nie lubi sytuacji, w których są przekazywani od jednego lekarza do innego oraz gdy podczas

procedur diagnostycznych i terapeutycznych izoluje się ich od personelu medycznego. Pacjenci powinni być partnerami w procesie podejmowania decyzji i powinni być reprezentowani w komitetach i innych grupach zajmujących się zagadnieniami polityki zdrowotnej.

### **Co należy zrobić z grupami wrażliwymi na promieniowanie?**

29. Około 0,1 – 1% ludzi to osoby bardzo wrażliwe na promieniowanie. Główne problemy związane z dużą wrażliwością na promieniowanie pojawiają się w radioterapii, a być może pojawią się w procedurach diagnostyki radiologicznej z użyciem dużych dawek, związanych z przedłużoną fluoroskopią. Obecnie dostępne techniki laboratoryjne służące wychwytywaniu takiej wrażliwości są nie dość dokładne i specyficzne, by stanowić wiarygodny test prognostyczny. Jednak pacjenci poddani radioterapii, u których po zabiegu stwierdzono wrażliwość na promieniowanie, powinni być często badani (co najmniej raz w tygodniu), w celu umożliwienia złagodzenia wszelkich poważnych skutków wynikających z narażenia na promieniowanie. Pacjenci chorzy na raka, u których wystąpił określony typ guza i którzy mają przypadki choroby nowotworowej w historii rodziny, mogą być genetycznie predysponowani zarówno do choroby nowotworowej, jak i do wrażliwości na promieniowanie. W przypadku takich pacjentów szczególnie ważne jest poradnictwo genetyczne i sprawdzanie wrażliwości na promieniowanie. W razie potrzeby należy rozważyć alternatywny sposób leczenia lub modyfikację radioterapii.

### **Ustalenie priorytetów w ochronie radiologicznej pacjentów**

30. We wszystkich krajach powinien istnieć ten sam system ochrony przed promieniowaniem, nawet jeśli w poziomie jego wdrożenia występują różnice. Przepisy powinny podkreślać potrzebę istnienia programów zapewnienia jakości i określać ich elementy. Ważna jest również znajomość poziomów wskaźnikowych (odniesienia) oraz sposo-

bów ich stosowania. Ochrona przed promieniowaniem nie może podlegać naciskom rynkowym.

#### **Zagrożenia i korzyści:**

##### ***czy można je oszacować? w jaki sposób?***

31. Korzyści i zagrożenia związane z medycznymi zastosowaniami promieniowania są dla różnych osób bardzo różne, a każde zastosowanie należy oceniać osobno. Korzyści i zagrożenia dla konkretnej osoby trudno jest ocenić w kategoriach ilościowych, więc decyzje dotycząca uzasadnienia muszą być podejmowane na podstawie kwalifikacji i doświadczenia lekarza oraz jego wiedzy o medycznej historii pacjenta.

##### ***Przepisy: za dużo czy za mało?***

32. Przepisy powinny być skonstruowane tak, by prowadziły do korzyści. Przepisy odwołujące się do ryzyka mogą pozytywnie wpływać na stosunek korzyści / zagrożenie. Jednak rola dozoru nie polega na analizowaniu korzyści wynikających z medycznych zastosowań promieniowania; rola ta polega raczej na egzekwowaniu dobrej praktyki. Uznano, że istnieje niebezpieczeństwo wprowadzenia w tej dziedzinie regulacji nadmiernych. W takich okolicznościach motto powinno brzmieć „regulacje mniej liczne lecz lepsze” w tym szczególnym znaczeniu, że dla osiągnięcia niezbędnego standardu bezpieczeństwa regulacje są konieczne lecz niewystarczające. Opracowanie i wdrożenie przepisów postrzegano jako ćwiczenie korporacyjne, obejmujące wszystkich głównych zainteresowanych – przedstawicieli dozoru, lekarzy, fizyków, personel paramedyczny i przedstawicieli stowarzyszeń profesjonalnych.

##### ***Jakie jest akceptowalne (niezawodowe) narażenie osób sprawujących opiekę nad pacjentem?***

33. Zagrożenie dla „pocieszycieli” (opiekunów) jest związane przede wszystkim z emiterami promieniowania gamma stosowanymi w brachyterapii i medycynie nuklearnej, zwłaszcza w środkach radiofarmaceutycznych używanych w terapii. Naraże-

nie pocieszycieli powinno być dobrowolne, a osoby te powinny być poinformowane o zagrożeniach.

#### **ZALECENIA DOTYCZĄCE WSPÓŁPRACY MIĘDZYNARODOWEJ**

34. Właściwe organizacje międzynarodowe powinny promować upowszechnianie i odpowiednie stosowanie podstawowego wyposażenia radiograficznego. W radiografii klatki piersiowej należy zwrócić uwagę na promowanie technik wykorzystujących raczej wysokie niż niskie wartości kVp. Zestawy do fluoroskopii bez wzmacniaczy obrazu powinny być wycofane, należy zmniejszyć wykorzystywanie fotofluorografii w badaniach przesiewowych.

35. Należy promować edukację i szkolenia, których programy powinny się odnosić do zarządzania medycznym narażeniem na promieniowanie. Przyszłe szkolenia, być może z wykorzystaniem wykładów zarejestrowanych na CD-ROM, powinny obejmować szkolenie w dziedzinie wykorzystywania informacji dostępnych przez Internet. Należy preferować wykorzystanie materiałów już istniejących, zamiast opracowywania materiałów nowych.

36. Należy promować programy zapewnienia jakości, kładąc duży nacisk na jakość obrazu, ponieważ ocena dawki powinna być powiązana z oceną informacji diagnostycznej dostarczanej przez obrazy.

37. Odpowiednie organizacje międzynarodowe powinny dopasowywać swoje programy, zalecenia i normy do środków i priorytetów każdego państwa, żeby uniknąć niewłaściwej alokacji środków. Należy opracować spójną filozofię w zakresie elastyczności stosowania regulacji, na przykład w odniesieniu do stosowania poziomów wskaźnikowych (odniesienia).

38. Należy opracować wskazówki dotyczące przekazywania używanej aparatury pomiędzy różnymi krajami.

39. Właściwe organizacje międzynarodowe powinny zachęcać poszczególne państwa do

opracowania własnych poziomów wskaźnikowych (odniesienia).

#### **OGÓLNE ZALECENIE KONFERENCJI W MALADZE**

40. Właściwe organizacje międzynarodowe powinny powołać grupę specjalistów, obejmu-

jącą ekspertów ze stowarzyszeń profesjonalnych i urzędów dozorowych, w celu sformułowania planu działania w zakresie przyszłych prac związanych z ochroną radiologiczną pacjentów, opartego na stwierdzeniach konferencji.

# MEMORANDUM SPRAWOZDANIE Z POSTĘPU PRAC NAD PRZYGOTOWANIEM NOWYCH ZALECEŃ: KOMUNIKAT MIĘDZYNARODOWEJ KOMISJI OCHRONY RADIOLOGICZNEJ (ICRP)<sup>1</sup>

Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej<sup>2</sup>

ICRP, SE-171 16, Sztokholm, Szwecja

Otrzymano w dniu 2 marca 2001

## STRESZCZENIE

W ciągu stuletniej historii zastosowań promieniowania jonizującego w medycynie i przemyśle zawsze mówiono o potrzebie ochrony ludzi przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na promieniowanie. W okresie tym normy ochrony ewoluowały, odzwierciedlając zarówno naukową wiedzę o biologicznych skutkach narażenia, a także stosowane normy społeczne i etyczne. Obecnie Komisja Główna ICRP rozważa podejście zmienione i prostsze, bazujące na filozofii nastawionej na indywidualnego człowieka, i odzwierciedlające potencjalne odejście Komisji od uprzedniego akcentowania kryteriów odwołujących się do społeczeństwa. Wstępne propozycje upowszechniono za pośrednictwem IRPA, zaś otwarty tekst opublikowano w *Journal of Radiological Protection* w czerwcu 1999 roku. Na podstawie otrzymanych uwag i spostrzeżeń przedstawionych podczas kongresu IRPA-10 w maju 2000 roku, Komisja przystępuje do opracowania kolejnych zaleceń. Niniejszy artykuł opisuje zagadnienia związane z przygotowaniem kolejnych zaleceń i wskazuje proces, zgodnie z którym Komisja ma zamiar postępować. Komisja pragnie, by przez kilka najbliższych lat toczyła się nieprzerwana debata połączona z wielokrotnym rozważaniem pomysłów i koncepcji.

<sup>1</sup> Artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Journal of Radiological Protection* 21 (2001)113-123 (<http://www.iop.org/Journals/JRP>)

<sup>2</sup> Przedstawiony przez przewodniczącego ICRP, Pana Rogera H. Clarke'a.

## 1. TŁO HISTORYCZNE

Roentgen odkrył promienie X w roku 1895, a już w 1896 Grubbé – w pierwszej pracy donoszącej o uszkodzeniach popromiennych skóry dłoni i palców u wczesnych badaczy prowadzących doświadczenia – opisał zapalenie skóry dłoni spowodowane promieniowaniem X. W dniu 12 grudnia 1896 amerykańskie czasopismo *Western Electrician* zamieściło pracę, w której autor Wolfram Fuchs zamieścił pierwsze porady dotyczące ochrony przed promieniowaniem. Brzmiały one tak:

- zadbać, by narażenie na promieniowanie trwało możliwie jak najkrócej;
- zachować odległość od lampy rentgenowskiej równą 12 cali (30 cm); oraz
- pokryć skórę warstwą wazeliny, dodatkową warstwę nałożyć na powierzchnię najbardziej narażoną.

Odkrycie zjawiska promieniotwórczości przez Becquerela, również w roku 1896, a także wydzielenie radu przez małżonków Curie w roku 1898 wkrótce doprowadziło do wykorzystania substancji promieniotwórczych, wraz z promieniami rentgena, do celów leczniczych. W ciągu kolejnych dziesięciu lat opublikowano wiele prac dotyczących uszkodzeń tkanek spowodowanych przez promieniowanie.

W roku 1913 Deutsche Roentgen Gesellschaft ogłosił porady dotyczące ochrony radiologicznej, zaś w roku 1915 brytyjskie stowarzyszenie Roentgen Society wymieniło promieniowanie X w swym komunikacie ostrzegawczym. Do czasu

wybuchu Pierwszej Wojny Światowej przygotowaniem norm bezpieczeństwa zajmowało się kilka państw, ale dopiero w roku 1925 powstał Kongres Radiologii i odbył swe pierwsze posiedzenie dla ustanowienia norm w zakresie ochrony. W roku 1928 Kongres powołał „Międzynarodowy Komitet Ochrony przed Promieniowaniem X i Radem”, który w roku 1950 przekształcił się w obecną Międzynarodową Komisję Ochrony Radiologicznej (ICRP).

We wczesnym okresie zalecenia miały na celu unikanie skutków progowych (*deterministycznych*) i początkowo miały postać jakościową. Podanie ilościowych kryteriów ochrony i zdefiniowanie dawek granicznych wymagało wprowadzenia odpowiedniego systemu pomiarowego czyli dozimetrii. W roku 1934 sformułowano zalecenia, z których wynikało pojęcie bezpiecznego progów (ICRP 1934): „W zadowalających warunkach pracy osoba w normalnym stanie zdrowia toleruje narażenie na promienie X w zakresie do około 0,2 rentgenów na dzień.” Jest to mniej więcej dziesięciokrotność dzisiejszej rocznej dawki granicznej. Koncepcja tolerancji była uznawana przez dwa kolejne dziesięciolecia, więc w zaleceniach z roku 1950 (ICRP 1951) stwierdzono, że „wartość 2 r tygodniowo wydaje się bardzo bliska prawdopodobnemu progowi na wystąpienie niekorzystnych skutków.” To doprowadziło do zaproponowania dawki granicznej równej 0,3 r tygodniowo dla promieniowania o niskiej wartości LET (liniowego przekazu energii). W odniesieniu do neutronów i cząstek alfa stwierdzono, że „próg dla anemii i uszkodzenia kości wydaje się występować przy 1  $\mu$ Ci Ra-226.” W tych zaleceniach z 1950 roku Komisja przedstawiła imponującą listę skutków zdrowotnych, na które należało zwracać uwagę:

- obrażenia powierzchowne;
- ogólne skutki dla organizmu, w szczególności dotyczące krwi i narządów krwiotwórczych, np. powstawanie anemii i białaczki;
- wywoływanie guzów złośliwych;
- inne szkodliwe skutki włącznie z zaćmą (oraz innymi mniej prawdopodobnymi przypadkami)
- skutki genetyczne.

Przez pierwsze 60 lat, jakie minęły od odkrycia promieniowania jonizującego, stanowisko etyczne polegało na unikaniu skutków determini-

stycznych związanych z narażeniem zawodowym, zaś ochrona radiologiczna polegała na zasadzie utrzymywania *dawek indywidualnych* poniżej odpowiednich *progów*. Małe dawki promieniowania uznawano za korzystne, przede wszystkim z uwagi na to, że promieniowanie wykorzystywano do celów medycznych; pojawiło się też mnóstwo promieniotwórczych artykułów powszechnego użytku.

Zmiana tej filozofii nastąpiła pod wpływem nowych informacji biologicznych, które zaczęły się pojawiać w połowie lat 50. Pojawiły się epidemiologiczne dowody na nadwyżkę [w stosunku do przeciętnej] liczby guzów złośliwych u amerykańskich radiologów oraz pierwsze sygnały świadczące o nadwyżce liczby zachorowań na białaczkę wśród osób, które przeżyły wybuchy bomb atomowych w Hiroszynie i Nagasaki. Wcześniej widziano wyłącznie skutki deterministyczne, w których nasilenie skutków rośnie z wielkością dawki, a powyżej pewnej dawki progowej skutki pojawiają się niemal na pewno. A teraz obserwowano *skutki stochastyczne*, w których do dawki proporcjonalne jest prawdopodobieństwo wystąpienia efektu, a nie jego nasilenie.

Odrzucono pojęcie progów. Teraz zadanie polegało na ograniczaniu prawdopodobieństwa wyrażenia szkody, a większość tego, co opracowano później, dotyczyło szacowania tego prawdopodobieństwa oraz podejmowania decyzji, jaki poziom ryzyka jest akceptowalny, lub – co ważniejsze – niemożliwy do zaakceptowania. Zagadnieniem akceptowalności ICRP po raz pierwszy zajęła się w zaleceniach z roku 1955 (ICRP 1955). Stwierdzono, że ponieważ żaden poziom promieniowania przekraczający poziom promieniowania naturalnego nie może być uznany za bezwzględnie bezpieczny, to problem polega na znalezieniu poziomu praktycznego, który w świetle aktualnej wiedzy wiąże się z ryzykiem pomijalnym. Zatem maksymalne dawki dozwolone należy ustalić tak, by związane z nimi ryzyko było małe w porównaniu z innymi zagrożeniami życiowymi. A ponadto: „W świetle niepełnej wiedzy, na której oparto wartości dotyczące ryzyka, w połączeniu ze świadomością, że niektóre skutki są nieodwracalne i kumulatywne ... zdecydowanie zaleca się podejmowanie wszel-

kich starań zmierzających do zmniejszenia narażenia na wszystkie rodzaje promieniowania jonizującego do możliwie najniższego poziomu.”

Następnie doszło do dłuższej debaty nad tym, w jaki sposób odnieść się do akceptowalności zagrożeń. W publikacji nr 1 (ICRP 1959) słowa „możliwie najniższego” zastąpiono słowami „tak niskiego, jak to praktycznie możliwe”, zaś w roku 1966 słowami „tak niskiego, jak to można bez trudu osiągnąć” (ICRP 1966). Komisja użyła tych słów w celu objęcia swymi zaleceniami również względów społecznych i ekonomicznych. Użycie tych sformułowań nie wykluczało innych względów, np. etycznych; Komisja uznała, że są one objęte przymiotnikiem „społeczne”. W publikacji nr 22 (ICRP 1973) określenie „bez trudu” zastąpiono określeniem „rozsądnie”, ponieważ sformułowanie „bez trudu” uznano za zbyt permissywne.

W zaleceniach z roku 1977 (publikacja nr 26) (ICRP 1977) ustanowiono nowy system ograniczenia dawek i w punkcie 12 wprowadzono trzy zasady ochrony:

- podejmowane są tylko takie rodzaje działalności, których wynik netto jest korzystny.
- wszystkie narażenia są utrzymywane na poziomie tak niskim jak to rozsądnie osiągalne (ALARA, *as low as reasonably achievable*), z uwzględnieniem czynników społecznych i ekonomicznych;
- dawki indywidualne nie przekraczają wartości granicznych zalecanych dla odpowiednich warunków przez Komisję.

Zasady te stały się znane jako: *Uzasadnienie działalności, Optymalizacja ochrony* (lub ALARA) i *Indywidualne dawki graniczne*.

W zaleceniach wiele uwagi poświęcono kwestii podstaw do podejmowania decyzji o tym, co jest rozsądnie osiągalne w odniesieniu do zmniejszania dawek. Zasady uzasadnienia i optymalizacji mają na celu osiągnięcie sytuacji, w której korzyści są większe niż szkody, oraz maksymalizację przewagi korzyści nad szkodami w odniesieniu do społeczeństwa jako całości. Zatem spełniają one *etyczną zasadę użyteczności*, zgodnie z którą działania są osądzone na podstawie ich sumarycznych skutków, zwykle na drodze porównywania w kategoriach pieniężnych odpowiednich korzyści (np. statystyczne oszacowanie

wania liczby przypadków uratowania życia) uzyskanych dzięki zastosowaniu konkretnych środków ochronnych, z kosztami netto wprowadzenia tych środków.

Punkt 72 publikacji nr 26 sugeruje, że decyzja o tym, co jest ALARA zależy od odpowiedzi na pytanie: czy dawka kolektywna jest wystarczająco mała, na tyle, że dalsze zmniejszanie dawki nie uzasadnia przyrostu kosztów koniecznych dla osiągnięcia tego zmniejszenia? Następnie punkt 75 zalecał wykorzystanie analizy koszty-korzyści w której zmienną niezależną jest dawka kolektywna oraz zalecał, by jednostce dawki kolektywnej przypisać wartość pieniężną. To klasyczne zastosowanie analizy koszty-korzyści zajmuje się pytaniem: ile to kosztuje i jak wiele istnień będzie uratowane?

W roku 1977 ustanowienie dawek granicznych było sprawą drugorzędą w porównaniu z analizą koszty-korzyści i stosowaniem dawki kolektywnej. Można to zauważyć w sformułowaniach użytych przez ICRP w ustalaniu dawki granicznej dla osób postronnych. W publikacji nr 26 stwierdzono: „Założenie całkowitej wartości ryzyka rzędu  $10^{-2}$  Sv<sup>-1</sup> oznaczałoby ograniczenie dawki całociowej dla pojedynczej osoby postronnej do 1 mSv rocznie. Stwierdzono, że taki poziom bezpieczeństwa zapewnia zalecana przez Komisję dawka graniczna równa 5 mSv na rok w odniesieniu do grup krytycznych, a Komisja zaleca jej dalsze stosowanie.” W podobny sposób dawka graniczna dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie była określana w porównaniu z dawkami średnimi, a zatem ryzyko dla zatrudnionych było porównywane ze średnim ryzykiem w gałęziach przemysłu uznawanych za „bezpieczne”, a nie z maksymalnym ryzykiem akceptowalnym.

W tym okresie zajmowania się ochroną Komisja zajmowała się ryzykiem stochastycznym, w którym prawdopodobieństwo wystąpienia szkody było proporcjonalne do dawki, trzeba było rozwiązać kwestię akceptowalności ryzyka, ponieważ nie istniała wartość progowa, poniżej której ryzyko było równe zero. Tę akceptowalność określano jako coś, co było „tak małe jak to rozsądnie osiągalne” i wykorzystywano etyczne podejście użyteczności. W odniesieniu do pojedynczego człowieka podejście to zapewniało

ochronę niewystarczającą i wymagało zachowanie pojęcia dawki granicznej.

W roku 1989 Komisja przygotowała projekt nowego zestawu zaleceń, który miał być ogłoszony w 1990 roku. Z kilku powodów Komisja postanowiła zrewidować swoje zalecenia. Argumentem najważniejszym było pojawienie się nowych informacji sugerujących większe wartości dla prawdopodobieństwa wystąpienia stochastycznych skutków promieniowania. Dawka graniczna w narażeniu osób postronnych miała zastosowanie wyłącznie w określonych warunkach, ale wiele osób uznawało to ograniczenie za ograniczenie bezwzględne. Bardzo mylące było stosowanie większych dawek w sytuacjach nadzwyczajnych i w odniesieniu do radonu w pomieszczeniach. Komisja usiłowała wyjaśnić te wątpliwości wprowadzając rozróżnienie między *działalnością*, która powoduje powstanie dawki dodatkowej, oraz *interwencją*, która w istniejącej sytuacji zmniejsza dawki. Jednak niejasności nie zostały usunięte. Czynniki pozostałe obejmowały nadmierny formalizm stosowania różniczkowej analizy koszty-korzyści oraz sztywną interpretację dawki kolektywnej. W celu złagodzenia tego formalizmu wydano raport dotyczący konkretnych zagadnień optymalizacji (publikacja nr 55, ICRP 1989), ale – jak się zdaje – nie miało to większego znaczenia.

## 2. SYTUACJA OBECNA

Zalecenia z roku 1990 wydano jako publikację nr 60 (ICRP 1991 a). Przyjęto w nich te same trzy zasady, w tej samej kolejności, ale objaśnienia dotyczące materiału z roku 1977 poszerzono, tworząc „system ochrony radiologicznej”:

- Nie należy podejmować żadnej działalności związanej z narażeniem na promieniowanie, poza przypadkami przynoszącymi osobom narażonym lub społeczeństwu takie korzyści, które wystarczają dla zrównoważenia niekorzystnych skutków promieniowania.
- W odniesieniu do dowolnego konkretnego źródła wykorzystywanego w jakiejś działalności, wielkość dawek indywidualnych, liczba osób narażonych i prawdopodobieństwo wystąpienia narażenia w przypadkach budzących wątpliwość co do celowości narażenia –

wszystkie te wielkości powinny być utrzymywane na poziomie tak niskim jak to rozsądnie osiągalne, z jednoczesnym uwzględnieniem czynników ekonomicznych i społecznych. Procedura taka powinna podlegać *ograniczeniom związanym z ograniczeniem dawek indywidualnych* (limity robocze dawki) lub ograniczeniem ryzyka indywidualnego w przypadku narażenia potencjalnego, w celu ograniczenia nierówności i niesprawiedliwości, które mogłyby być rezultatem wbudowanych w ten proces ocen ekonomicznych i społecznych.

- Narażenie indywidualne wynikające z połączenia wszystkich właściwych rodzajów działalności powinno się odwoływać do dawek granicznych lub – w przypadku narażenia potencjalnego – do jakiegoś sposobu kontrolowania ryzyka. Wielkości te mają na celu zapewnienie, że żaden pojedynczy człowiek nie jest narażony na takie ryzyko związane z promieniowaniem, które uważa się za niemożliwe do zaakceptowania w odniesieniu do tych rodzajów działalności w dowolnych normalnych okolicznościach.

W zaleceniach z roku 1990 Komisja nadała implícite stosowała podejście społeczno-etyczne wykorzystując *kryterium oparte na użyteczności*, mające na celu wyznaczenie optymalnego podziału środków przeznaczonych na optymalizację ochrony na drodze kontrolowania źródła lub kontroli przy źródle. Ze względu na to, że pierwsze dwa wymogi akcentują dawkę kolektywną, kolejność ta oznaczała położenie większego nacisku na ochronę społeczeństwa niż na ochronę indywidualną. Jednak takie rozłożenie akcentów nie musi zapewniać wystarczającej ochrony każdemu człowiekowi. Nie można tego uwzględnić w ramach klasycznej analizy koszty-korzyści, więc Komisja ustanowiła dodatkowe ograniczenie odnoszące się do procesu optymalizacji. Dodatek ten modyfikował zasadę optymalizacji wprowadzając pojęcie limitu (w oryginale: *constraint*). Optymalizacja to proces związany ze źródłem, zaś wielkości graniczne (w oryginale: *limits*) odnoszą się do pojedynczego człowieka w celu zapewnienia ochrony przed wszystkimi źródłami znajdującymi się pod kontrolą. Limit (w oryginale *constraint*) to *kryterium*

odwołujące się do pojedynczego człowieka, odnoszące się do pojedynczego źródła w celu zapewnienia, że ryzyko dla osób najbardziej narażonych nie jest nadmierne, oraz dla ograniczenia niesprawiedliwości często wprowadzanych przez analizę koszty-korzyści.

Definicja dawki granicznej została zmieniona tak, by wskazać, że dalsze narażenie po nieznanym przekroczeniu dawki granicznej doprowadzi do ryzyka dodatkowego, które rozsądnie można określić jako „niemożliwe do zaakceptowania w warunkach normalnych.” W publikacji nr 60 wiele uwagi poświęcono sposobowi określania poziomu nieakceptowalności. Zamieszczono w niej więc kompleksowe załączniki dotyczące wielkości dozymetrycznych, skutków biologicznych i podstaw dla dokonywania ocen istotności efektów biologicznych. Publikacja ta okazała się jednak bardzo złożona i – w niektórych częściach – myląca. Na przykład:

- użytkownicy zaleceń mylili pojęcia uzasadnienia [działalności] i optymalizacji ochrony;
- wymóg optymalizacji prowadził do położenia nadmiernego nacisku na stosowanie różniczkowej analizy koszty-korzyści i dawki kolektywnej, gubiąc w ten sposób nacisk na słowo „rozsądnie” w sformułowaniu „tak niskim jak to rozsądnie osiągalne”;
- stosowanie dawki kolektywnej, zsumowanej dla uwzględnienia w postaci pojedynczej liczby wszystkich poziomów dawki i wszystkich okresów [narażenia], deformowało proces optymalizacji ochrony;
- wielkości dozymetryczne nie były bezpośrednio mierzalne i w odniesieniu do wielkości mierzalnych budziły zaniepokojenie.

Komisja osłabiła powiązania zaleceń z analizą koszty-korzyści i dawką kolektywną, najpierw w publikacji nr 55 (ICRP 1989), a bardziej zdecydowanie – w publikacji nr 77 (ICRP 1997), co w stanowisku etycznym odzwierciedlało całkowite odejście od wartości utylitarnych. Jednak w konkluzji Komisja stwierdziła, że należy uruchomić proces tworzenia nowego zestawu zaleceń, które powinny być gotowe gdzieś koło roku 2005. Od przyjęcia publikacji nr 60 upłyne wówczas 15 lat.

Przewodniczący Komisji Głównej przedstawił Komisji propozycje dotyczące możliwego

uproszczenia systemu ochrony, które zostały zaakceptowane. Zasadnicza zmiana polegała na położeniu nacisku na dawkę indywidualną pochodzącą ze źródła możliwego do kontrolowania („kontrolowalnego”). Zachowano wymogi utrzymywania dawki indywidualnej zarówno poniżej określonego poziomu działania jak i na poziomie tak niskim, jak to rozsądnie praktyczne. Ten drugi wymóg w swej obecnej postaci nie będzie się łączyć z dawką kolektywną. Komisja zaproponowała swojemu przewodniczącemu opublikowanie tych propozycji (Clarke 1999), zaś Międzynarodowemu Stowarzyszeniu Ochrony przed Promieniowaniem (IRPA, *International Radiation Protection Association*) – zorganizowanie wśród towarzystw wchodzących w jego skład dyskusji nad opracowaniem przewodniczącego oraz przedstawienie uwag.

Podczas kongresu IRPA (IRPA-10) w maju 2000 zorganizowano specjalną sesję, podczas której wyrażono poglądy, które można streścić w następujący sposób. Większość towarzystw przedstawiła następujące poglądy:

- właściwie wszystkie towarzystwa z zadowoleniem przyjęły inicjatywę Komisji w sprawie podjęcia debaty;
- przytłaczająca większość była zdania, że konieczne jest zajęcie się zasadą uzasadnienia [działalności];
- większość towarzystw zgadza się na wykozystanie promieniowania naturalnego w procesie ustalania i wyjaśniania norm ochrony;
- zachowanie wartości granicznych uznano za sprawę zasadniczej wagi;
- wyrażono pogląd, że wykorzystanie dawki kolektywnej w odniesieniu do zatrudnionych [w warunkach narażenia na promieniowanie] może mieć pewien sens.

Mniejszość towarzystw opowiadała się za poglądami innymi:

- należy zachować nieograniczoną (nieskończony czas, nieskończona przestrzeń) dawkę kolektywną;
- system nie ma zastosowania do dziedzin medycznych;
- zmiany należy wprowadzić tylko pod warunkiem, że dojdzie do ulepszenia ochrony.

Komisja rozpatrzyła te opinie i – uwzględniając wyrażone poglądy – postanowiła kontynuować

działania zmierzające do sformułowania nowych zaleceń. Komisja pragnie, by w procesie ich opracowywania toczyła się nieprzerwana debata połączona z wielokrotnym rozważaniem pomysłów i koncepcji.

### 3. OPACOWYWANIE KOLEJNYCH ZALECEN

Komisja i jej komitety mają przed sobą jeszcze mnóstwo pracy. W Komisji Głównej wybrano już grupę roboczą do koordynacji programu. Komitety będą przygotowywać propozycje do przedyskutowania w grupie roboczej. Grupa robocza opracuje dokumenty dotyczące licznych zagadnień, które muszą być rozstrzygnięte zanim Komisja sfinalizuje jakiegokolwiek nowe zalecenia. Materiał zawarty w niniejszym komunikacie ma więc jedynie wskazać te obszary, którymi zajmie się grupa robocza.

#### 3.1. SYSTEM OCHRONY

W indywidualnej ochronie przed szkodliwymi skutkami promieniowania jonizującego istotne jest kontrolowanie dawek promieniowania, bez względu na źródło. W większości sytuacji najefektywniejszymi środkami kontroli są środki stosowane wobec źródła promieniowania lub w jego pobliżu. Zatem należy przede wszystkim rozważyć indywidualną dawkę promieniowania pochodzącego ze źródła kontrolowalnego.

Określenia *źródło kontrolowalne* można używać w sytuacjach, gdy albo samo źródło albo związane z nim narażenie mogą być poddane kontroli przy użyciu rozsądnych środków. W sytuacji, gdy istnienie lub natura źródła są kwestią podlegającą wyborowi, wygodniejsze może być określenie takiego źródła terminem *źródło opcjonalne*. Jeśli ani istnienie ani natura źródła nie zależą od naszego wyboru, ale można kontrolować związane z nim drogi narażenia człowieka, to można stosować określenie *źródło nieuniknione*.

Otrzymanie dawki może nastąpić na skutek pracy (narażenie zawodowe), w związku z praktyką medyczną (narażenie medyczne), w środowisku (narażenie publiczne), za sprawą sztucznych izotopów promieniotwórczych lub źródeł naturalnych, takich jak promienie kosmiczne

i znajdujące się w skorupie ziemskiej długoży-ciowe izotopy promieniotwórcze. Dawki mogą być już otrzymane, lub będą otrzymane w przyszłości, w związku z wprowadzeniem nowych źródeł lub w następstwie awarii rzeczywistej lub potencjalnej.

W proponowanym systemie ochrony, w odniesieniu do każdego źródła wcześniej uzasadnionego i kontrolowalnego, w pierwszej kolejności dąży się do ograniczenia dawki indywidualnej za pomocą *ochronnych poziomów działania*. Potrzeba podjęcia działań ochronnych zależy od dawki indywidualnej, ale nie zależy od liczby narażonych osób. Obecnie kryterium to odwołuje się do dawek granicznych, limitów i poziomów działania lub poziomów interwencyjnych. Wzgląd następny wynika z uznania, że nawet przy małych dawkach istnieje prawdopodobieństwo pewnego ryzyka zdrowotnego. Zatem z każdym źródłem kontrolowalnym wiąże się wymóg moralny: podjąć wszelkie rozsądne działania w celu ograniczenia zarówno dawki indywidualnej do wartości poniżej poziomu działania, jak i liczby osób narażonych. Obecnie kryterium tego dostarcza optymalizacja ochrony.

#### 3.2. UZASADNIENIE DZIAŁALNOŚCI

[W tym miejscu w oryginale stwierdza się, że nowe określenie *endeavour* mogłoby być właściwsze od dotychczas stosowanego *practice*, z którym były trudności związane po części z jego antytezą *theory* (teoria). Nie ma to odniesienia do tekstu tłumaczenia, ponieważ określenie *practice* (dosłownie: praktyka) w kontekście ochrony radiologicznej było tłumaczone jako „działalność”. Tego samego terminu użyto teraz w odniesieniu do proponowanego słowa *endeavour* (dosłownie: usiłowanie, staranie).]

Ocena dotycząca tego, czy wprowadzenie lub kontynuowanie działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące jest uzasadnione, jest sprawą ważną, lecz zwykle oceny takiej nie podejmują władze ds. ochrony radiologicznej, chociaż powinny one mieć wpływ na taką decyzję. Odpowiedzialność za decyzje w sprawie uzasadnienia działalności spoczywa zwykle na rządzie państwa lub agendach rządowych.

Narażenie medyczne pacjentów w ogólności powinno podlegać uzasadnieniu, podobnie jak każda inna działalność. W tym przypadku należy jednak wprowadzić uzasadnienie bardziej szczegółowe. Zasadniczym celem narażenia medycznego jest wyrządzenie więcej dobra niż zła z punktu widzenia pacjenta, zaś dopiero w drugiej kolejności uwzględnia się szkody radiacyjne związane z narażeniem personelu radiologicznego lub innych pacjentów. Pod warunkiem dysponowania niezbędnymi środkami, odpowiedzialność za uzasadnienie zastosowania konkretnej procedury spoczywa na właściwym personelu medycznym.

Obecne zalecenia Komisji dotyczące uzasadnienia wymagają, by dana działalność spowodowała więcej dobrego niż złego. Procedura ta oznacza ilościowe zrównoważenie kosztów i korzyści, lecz w praktyce decyzje co do sposobu postępowania są podejmowane przez rządy, lekarzy czy poszczególnych ludzi w sposób, w którym kryteria ilościowe wcale nie dominują. Powszechniejsze jest podejście jakościowe, które zwykle jest też właściwsze. Mimo to rygorystyczna interpretacja obecnego systemu często polegała na żądaniu dokonania oceny całkowitej dawki kolektywnej związanej z daną działalnością, z uwzględnieniem wszystkich poziomów dawki, wszystkich lokalizacji i w nieograniczonym czasie.

Tablica 1. Przedziały niepokoju związanego z indywidualnymi dawkami efektywnymi w ciągu roku

Przedział niepokoju	Opis	Poziom dawki
Przedział 6	Poważny	> 100 x normalny
Przedział 5	Wysoki	> 10 x normalny
Przedział 4	Normalny	1-10 mSv (wartość typowa dla promieniowania naturalnego)
Przedział 3	Niski	>0,1 x normalny
Przedział 2	Trywialny	> 0,01 x normalny
Przedział 1	Pomijalny	< 0,01 x normalny

Następne zalecenia będą mieć zastosowanie wyłącznie do sytuacji, w których podatne na kontrolę jest albo źródło (na drodze jego eliminacji lub modyfikacji) albo drogi narażenia powodującego powstanie dawki indywidualnej, albo

jedno i drugie. Ponadto obecne propozycje dotyczące nowego systemu ochrony wychodzą od uzasadnienia działalności. Stosowanie systemu ochrony do źródeł opcjonalnych uznaje się za niewłaściwe do czasu określenia uzasadnienia w kategoriach ogólnych. Przyszłe zalecenia w proponowanej obecnie formie będą więc mieć zastosowanie wyłącznie do uzasadnionych źródeł opcjonalnych oraz źródeł nieuniknionych.

### 3.3. OCHRONNE POZIOMY DZIAŁANIA

Punktem wyjścia dla proponowanego systemu ochrony jest uogólniona struktura dawek indywidualnych w połączeniu z zalecanymi ochronnymi poziomami działania. Istnieją takie poziomy dawek indywidualnych, powyżej których proponuje się wymóg podjęcia wszelkich możliwych działań w celu zmniejszenia dawek. Poziomy te zależą od rodzaju podejmowanego działania oraz typu osoby narażonej. W związku z tym zachodzi konieczność określenia pewnej liczby takich poziomów. Ochronne poziomy działania będą wybierane przy założeniu, że działanie jest – lub będzie – skuteczne.

W kwestii stosowania ochronnych poziomów działania wygodnym punktem wyjścia jest klasyfikacja poziomów dawki indywidualnej. Komisja zaproponowała skalę wskazującą odpowiedni poziom niepokoju (Clarke 1999). Chodziło o określenie szerokich podstaw dla definiowania przedziałów niepokoju. Należy unikać sztywnego wyznaczania takich przedziałów, unikając zarazem niejednoznaczności. W tablicy 1 podano podobną klasyfikację z podziałem na przedziały, z których każdy opatrzone określeniem opisowym oraz wskazano poziom dawki w porównaniu z promieniowaniem naturalnym.

Działaniem najefektywniejszym będzie działanie podjęte na etapie projektowania nowej działalności. Jednak na podstawie zdobytego doświadczenia może się okazać, że projektowe środki ostrożności są niewystarczające, lub może dojść do awarii. Istniejące zabezpieczenia czasami wymagają udoskonalenia. Jeśli źródło nie jest źródłem opcjonalnym, to może zająć potrzeba podjęcia dodatkowych działań ochronnych odnoszących się do środowiskowych dróg narażenia lub do poszczególnych osób; działania te

uprzednio nazywano interwencją. Dla źródeł opcjonalnych i źródeł nieuniknionych działania ochronne będą różne.

Przedziały niepokoju zasugerowane w tablicy 1 stanowią wskazówki dotyczące zakresów poziomów działania odnoszących się do powszechnie stosowanych rodzajów działań ochronnych oraz typów osób narażonych. Szeroko określone zasady znajdują się być może w kolejnych zaleceniach. Szczegółowe wskazówki prawdopodobnie znajdują się w specjalistycznych publikacjach Komisji.

Wielkość ochronnych poziomów działania oraz metody ich stosowania Komisja będzie musiała określić na dalszym etapie prac związanych z przygotowaniem nowych zaleceń. Tymczasem w tablicy 2 wykorzystano przedziały niepokoju zamieszczone w tablicy 1 do podania wskazówek dotyczących szerokiego zakresu działań koniecznych dla osiągnięcia odpowiednich ochronnych poziomów działania. Przy narażeniu poniżej poziomu działania wystąpi konieczny lecz mniej restrykcyjny wymóg podjęcia wszelkich rozsądnych kroków w celu dalszego zmniejszenia dawek. Jest to część procesu utrzymywa-

nia narażenia na poziomie tak niskim jak to rozsądnie praktyczne (ALARP, *as low as reasonably practicable*).

### 3.4. OPTIMALIZACJA OCHRONY

Proces podejmowania wszelkich rozsądnych działań w celu zmniejszenia narażenia na promieniowanie prawdopodobnie nadal będzie nazywany optymalizacją ochrony. Wstępne propozycje (Clarke 1999) sugerowały, że optymalizacja ochrony, taka jak się ją obecnie zwykle rozumie, powinna być zastąpiona innym wymogiem, dla zapewnienia że dawki pozostałe po zastosowaniu ochronnych poziomów działania będą nadal „tak małe jak to rozsądnie praktyczne” (ALARP). Wymóg ten będzie miał zastosowanie zarówno do pojedynczych osób jak i do grup.

Jedną z procedur oceniania, czy dawki są tak małe jak to rozsądnie praktyczne, wiązałyby się ze wzajemnym porównaniem pewnej liczby możliwych planów ochrony. Celem takiego porównania byłby wybór takiego planu, przy którym przejście do planu znajdującego się w hierarchii restrykcyjności o jeden szczebel wyżej, prowadziłoby do

Tablica 2. Typowe działania ochronne dla źródeł opcjonalnych i nieuniknionych

Poziom niepokoju	Rodzaj narażenia	Typowe działania ochronne dla źródeł opcjonalnych	Typowe działania ochronne dla źródeł nieuniknionych
Przedział 6 (poważny)	Publiczne	Usunąć lub znacznie osłabić źródło	Przemieszczenie lub tymczasowa ewakuacja osób
	Medyczne	Uzasadnić narażenie (z wyłączeniem terapii)	Ocenić konsekwencje, w razie potrzeby zastosować leczenie
	Zawodowe	Usunąć lub znacznie osłabić źródło	Ocenić konsekwencje, w razie potrzeby zastosować leczenie
Przedział 5 (wysoki)	Publiczne	Osłabić źródło	Schronić się w pomieszczeniach zamkniętych. Podać stabilny jod
	Medyczne (diagnoza)	Ponownie rozważyć procedurę diagnostyczną	Ocenić implikacje
	Zawodowe	Zmniejszyć dawkę	Zmniejszyć dawkę
Przedział 4 (normalny)	Publiczne	Zmniejszyć dawkę	Zmniejszyć dawkę
	Medyczne (diagnoza)	Ponownie rozważyć procedurę diagnostyczną	Brak działań ochronnych
	Zawodowe	Ponownie rozważyć procedurę roboczą	Brak działań ochronnych
Przedział 3 (niski)	Publiczne	Zmniejszyć dawkę	Brak działań ochronnych
	Medyczne (diagnoza)	Brak działań ochronnych	Brak działań ochronnych
	Zawodowe	Brak działań ochronnych	Brak działań ochronnych
Przedział 2 (trywialny)	Publiczne	Brak działań ochronnych	Brak działań ochronnych
	Medyczne (diagnoza)	Brak działań ochronnych	Brak działań ochronnych
	Zawodowe	Brak działań ochronnych	Brak działań ochronnych
Przedział 1 (pomijalny)	Wszelkie narażenie	Nie uwzględniać w systemie ochrony ICRP	Nie uwzględniać w systemie ochrony ICRP

poprawy niewystarczającej do zrównoważenia wzrostu środków niezbędnych do dokonania takiego przejścia. Wówczas można będzie powiedzieć, że plan „bieżący” prowadzi do narażenia tak małego, jak to rozsądnie praktyczne. Ponieważ wymóg ten stosowałby się zarówno do pojedynczych osób jak i do grup, o wyborze decydowałaby raczej taka ocena niż dawka kolektywna.

Poza ochroną indywidualną zachodzi dodatkowa potrzeba ochrony grup ludzi, z uwzględnieniem zmian zarówno poziomu dawki jak i liczby osób, których narażenie dotyczy. Wielkością, której zastosowanie wydaje się oczywiste, jest iloczyn liczebności grupy narażonej i średniej dawki w grupie. W odniesieniu do tego iloczynu określenie dawka kolektywna okazało się nieodpowiednie, ponieważ termin ten jest powszechnie używany dla iloczynu całej populacji świata i nieskończonego czasu. Komisja rozważa określenie *dawka grupowa*, w którym definicja grupy narażonej jest ograniczona do osób otrzymujących dawki z określonego zakresu i przez określony czas. Stosowanie dawki grupowej byłoby szczególnie pożyteczne w przypadku, gdy grupę stanowi ogół zatrudnionych. Wówczas można by ją nazwać *dawką pracowniczą* (w oryginale *workforce*, dosłownie: siła robocza).

Wymóg, by wszystkie dawki były tak małe jak to rozsądnie praktyczne, powinien również uwzględniać możliwość niesprawiedliwego rozkładu dawek indywidualnych. Niesprawiedliwość tę będzie ograniczać stosowanie ochronnych poziomów działania, lecz do określenia optymalnej ochrony nadal będzie potrzebne sformalizowane stosowanie *poziomów odniesienia*. Wielkości te były już stosowane do diagnostycznych procedur medycznych w dyrektywie w sprawie ochrony pacjentów Wspólnoty Europejskiej/Euratom, a także jako poziomy wskaźnikowe w podstawowych normach bezpieczeństwa (BSS, *Basic Safety Standards*) MAEA.

## 4. ZAGADNIENIA INNE

### 4.1. SKUTKI ZDROWOTNE

W zaleceniach z roku 1990 (ICRP 1991a) Komisja zamieściła następujący tekst: „Prawdopodobieństwo powstania nowotworu spowodowanego przez promieniowanie na ogół rośnie wraz ze zwiększaniem dawki, prawdopodobnie bez wartości progowej, w sposób, który jest z grubsza proporcjonalny do dawki, przynajmniej dla dawek znajdujących się znacznie poniżej progu występowania skutków deterministycznych. Stopień zagrożenia związany z takim nowotworem nie zależy od dawki. Efekt tego typu nazywany jest efektem ‘stochastycznym’ co oznacza ‘o naturze losowej lub statystycznej.’ W razie uszkodzenia komórki, której funkcją jest przekazywanie informacji genetycznej następnym pokoleniom, wszelkie związane z tym skutki, które mogą być bardzo różnego rodzaju i o różnym stopniu nasilenia, ujawniają się u potomstwa osoby narażonej. Taki rodzaj efektu stochastycznego nazywamy skutkiem ‘dziedzicznym.’”

Na tych właśnie poglądach opiera się system ochrony z zaleceń z roku 1990 oraz system sugerowany w niniejszym artykule. Komisja zainicjowała kompleksowy przegląd informacji biologicznych i epidemiologicznych. Jeśli doprowadzi on do istotnej zmiany w tych poglądach, to Komisja będzie musiała ocenić, czy będzie można zachować system sugerowany obecnie, który ma być efektywny i rozważny. Wprowadzenie progu dla skutków stochastycznych lub poważne odstępstwo od liniowości nie dałyby się pogodzić ze stosowaniem średniej dawki pochłoniętej i niezależnym ocenianiem skutków poszczególnych źródeł. Doszłoby do zmiany całego fundamentu pojęciowego ochrony radiologicznej. Na razie żadnej takiej zmiany pojęciowej się nie rozpatruje.

### 4.2. WIELKOŚCI DOZYMTRYCZNE

Istnieją pewne trwałe różnice poglądów w sprawie podanych przez Komisję definicji wielkości dozymetrycznych. Komisja ma nadzieję, że rozbieżności te uda się usunąć w następnych zaleceniach. Źródło konfliktu sprowadza się do różnicy w stawianych celach. Metrologi słusznie dążyli do podania takiej definicji „dawki”, która jednoznacznie określa dawkę w ośrodku pochłaniającym, bez wprowadzania do samej definicji informacji o rodzaju promieniowania lub rozmiarach, kształcie i składzie ośrodka.

Tak określony cel doprowadził do zdefiniowania wielkości „dawka pochłonięta w punkcie.” Bez względu na sytuację związaną z narażeniem, dawkę pochłoniętą można – w zasadzie – wyznaczyć wykorzystując wyłącznie informacje dotyczące punktu. Jednak w kontekście ochrony cel jest inny. Wielkość dozymetryczna powinna być dość dobrze skorelowana z prawdopodobieństwem i powagą wynikających z niej skutków zdrowotnych. Jest oczywiste, że taki cel nie może być nigdy w pełni osiągnięty i zawsze trzeba będzie się zadowalać związkami dość prymitywnymi. Dawka pochłonięta w punkcie stanowi dobry punkt wyjścia, lecz jest mało prawdopodobne, by do osiągnięcia celów ochrony wystarczyła informacja dotycząca punktu. W kontekście ochrony Komisja stosuje *średnią dawkę w tkance*, czasami z czynnikami wagowymi dla różnych typów promieniowania i dla różnych tkanek. Wielkość średniej dawki w tkance zależy od typu promieniowania oraz od kształtu, wielkości, składu i położenia tkanki. Żadna z tych informacji nie wchodzi w skład definicji, więc zawsze należy określić – wprost lub przez implikację – szczegóły dotyczące stosowanych modeli. W następnych zaleceniach konieczne trzeba będzie wyjaśnić różnicę między wielkościami, które można określić w punkcie oraz wielkościami, które są uśredniane w tkance.

Czynniki wagowe dla promieniowania i tkanki są wyznaczane na podstawie danych biologicznych, ale każda wartość liczbową dotyczy szerokiego zakresu sytuacji. Wartości tych nie można brać bezpośrednio z danych doświadczalnych, uzyskanych w ramach konkretnych badań. Obecnie używane zestawy wartości nie odzwierciedlają tego uogólnienia i są znacznie bardziej złożone, niż by to można było uzasadnić. Rozważy się podanie w przyszłych zaleceniach prostszych zestawów czynników wagowych. Cele, jakim służą czynniki wagowe, najprawdopodobniej się nie zmieniają, a być może uda się zdefiniować dawkę równoważną i dawkę efektywną w sposób, który nie pociągnie za sobą zmian ilościowych na tyle dużych, by były znaczące w ochronie radiologicznej. W każdym razie powinno być możliwe rozdzielenie wielkości mierzalnych, podlegających konwencjonalnej metrologii, od wielkości używanych w ochronie,

które można wyznaczyć na podstawie wielkości mierzalnych przy użyciu współczynników konwersji wybranych przez ICRP.

### 4.3. ZASTOSOWANIA MEDYCZNE

W publikacji nr 73, „Ochrona radiologiczna i bezpieczeństwo w medycynie” (ICRP 1996), Komisja wskazywała te cechy praktyki medycznej, które wpływają na podejście do ochrony radiologicznej. Podany niżej fragment pochodzi z publikacji nr 73:

Praktyka medyczna ma kilka cech wymagających nieco innego podejścia do ochrony radiologicznej, niż w przypadku innych rodzajów działalności. Po pierwsze, narażenie pacjentów ma charakter umyślny. Wyjąwszy radioterapię, celem jest nie tyle dostarczenie dawki promieniowania, co raczej wykorzystanie promieniowania do uzyskania informacji diagnostycznych lub do prowadzenia radiologii interwencyjnej. Mimo to dawka jest podawana w sposób celowy i umyślny i nie może być nieograniczenie zmniejszana bez szkody dla zamierzonego wyniku. Po drugie, pacjent potrzebuje specjalnego związku z personelem medycznym i pielęgniarskim. Z tego powodu system ochrony personelu przed źródłem (np. osłony) musi być zaprojektowany tak, by minimalizować wszelkie poczucie izolacji doświadczane przez pacjenta. Jest to szczególnie ważne w medycynie nuklearnej i brachyterapii, gdzie źródło znajduje się wewnątrz ciała pacjenta. Po trzecie, celem radioterapii jest zmniejszenie tkanki docelowej. Nie da się uniknąć pewnego deterministycznego uszkodzenia tkanek sąsiednich oraz pewnego ryzyka skutków stochastycznych w odległych tkankach nie-docelowych. Wreszcie, szpitale i zakłady radiologiczne muszą być w rozsądnym zakresie dostępne dla osób postronnych, których narażenie jest znacznie trudniej kontrolować niż w przypadku zakładów przemysłowych.

Badania biomedyczne obejmują narażenie ochotników, dla których z tego narażenia nie muszą wynikać jakiegokolwiek korzyści. Związane z tym problemy omawiano w publikacji nr 62,



„Ochrona radiologiczna w badaniach biomedycznych” (ICRP 1991 b). Komisja ma zamiar zachować to podejście w swych następnych zaleceniach.

## 5. WNIOSKI

Sprawy omawiane w niniejszym artykule sygnalizują, w jaki sposób będzie można opracować następne zalecenia bazujące na filozofii nakierowanej na pojedynczego człowieka z wykorzystaniem koncepcji kontrolowalności źródeł. W odniesieniu do każdego uprzednio uzasadnionego źródła kontrolowalnego proponowany system ochrony będzie przede wszystkim dążyć do zmniejszenia dawek indywidualnych za pomocą ochronnych poziomów działania. Pozostaje jeszcze wymóg dodatkowy, by zrobić wszystko co możliwe, żeby narażenie związane ze źródłem było tak małe, jak to rozsądnie praktyczne (ALARP). A zatem główna zmiana w porównaniu z publikacją nr 60 będzie polegać na takim przedstawieniu kolejności zasad ochrony, które optymalizację stawia za indywidualnym działaniem ochronnym. Jest to podejście sygnalizowane już w publikacji nr 60 przez nałożenie ograniczeń na optymalizację ochrony.

Komisję i jej komitety czeka jeszcze wiele pracy. Komisja Główna już powołała grupę roboczą do koordynacji programu, a komitety zostaną poproszone o przygotowanie dokumentów przedstawiających stanowiska wobec wielu zagadnień, które muszą zostać rozstrzygnięte zanim Komisja wyda jakiegokolwiek nowe zalecenia.

## LITERATURA

- Clarke R 1999, Control of low-level radiation exposure: time for a change? (Kontrolowanie niewielkiego narażenia na promieniowanie: czas na zmianę?), *J. Radiol. Prot.* **19** 107-15
- ICRP 1934 International recommendations for X-ray and radium protection (Międzynarodowe zalecenia w sprawie ochrony przed promieniowaniem X i radem), *Br. J. Radiol.* **7** 1-5
- ICRP 1951 International recommendations on radiological protection (Międzynarodowe zalecenia w sprawie ochrony radiologicznej), *Br. J. Radiol.* **24** 46-53.

ICRP 1955 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej), *Br. J. Radiol. (supl. 6)*

ICRP 1959 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej) (*Publikacja nr 1*) Oksford: Pergamon.

ICRP 1966 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej) (*Publikacja nr 9*) Oksford: Pergamon.

ICRP 1973 Implications of Commission Recommendations that Doses be Kept as Low as Reasonably Achievable Protection (Implikacje zaleceń Komisji by dawki były tak małe, jak to można bez trudu osiągnąć) (*Publikacja nr 22*) Oksford: Pergamon.

ICRP 1977 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej) (*Publikacja nr 26 Ann. ICRP 1* (3).

ICRP 1989 Optimisation and Decision-Making in Radiological Protection (Optymalizacja i podejmowanie decyzji w ochronie radiologicznej) (*Publikacja nr 55 Ann. ICRP 20* (1).

ICRP 1991a Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej) (*Publikacja nr 60 Ann. ICRP 21* (1-3).

ICRP 1991b Radiological Protection in Biomedical Research (Ochrona radiologiczna w badaniach biomedycznych) (*Publikacja nr 62 Ann. ICRP 22* (3).

ICRP 1996 Radiological Protection and Safety in Medicine (Ochrona radiologiczna i bezpieczeństwo w medycynie) (*Publikacja nr 73 Ann. ICRP 26* (2).

ICRP 1997 Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste (Polityka ochrony radiologicznej w odniesieniu do składowania odpadów promieniotwórczych) (*Publikacja nr 77 Ann. ICRP 27* (supl.).

Tłumaczyła: Wanda Stępień-Rudzka

# MIĘDZYNARODOWE ZASADY OGRANICZANIA UWOLNIENIA SUBSTANCJI PROMIENIOTWÓRCZYCH DO ŚRODOWISKA

Abel J. Gonzales

Dyrektor Wydziału Bezpieczeństwa Promieniowania i Odpadów  
Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej  
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100  
(A-1400) Wiedeń, Austria

## WSTĘP

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie właśnie ustanawianych międzynarodowych zasad kontrolowania odprowadzania materiałów promieniotwórczych do środowiska. Celem tych zasad, które są opracowywane pod egidą Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA), jest zapewnienie zdrowia publicznego i bezpieczeństwa, przy uwzględnieniu m. in. uwolnień substancji promieniotwórczych do których już doszło i do których nieuchronnie dojdzie w przyszłości. Cel ten można osiągnąć ograniczając przyszłe ilości usuwanych substancji oraz zajmując się skutkami tych usunięć, do których już doszło.

## MIĘDZYNARODOWA AGENCJA ENERGII ATOMOWEJ – MAEA

MAEA jest niezależną organizacją międzynarodową, należącą do rodziny Narodów Zjednoczonych (ONZ). Obecnie do MAEA należy ponad 130 państw członkowskich i liczba ta nadal rośnie. Agencją rządzi Konferencja Generalna wszystkich państw członkowskich oraz Rada Gubernatorów. Dyrektor Generalny stoi na czele swojego Sekretariatu. Własne stwierdzenia i wnioski MAEA przekazuje Radzie Bezpieczeństwa ONZ. Roczny budżet Agencji to ponad ćwierć miliarda dolarów, a jej profesjonalny personel administracyjny liczy kilka tysięcy osób.

### Podstawowe filary MAEA

MAEA opiera się zasadniczo na trzech filarach związanych z jej obowiązkami:

- *zabezpieczenia* (w oryg. *safeguards*) lub weryfikacja pokojowych zastosowań i bezpieczeństwa materiałów jądrowych – przypuszczalnie najlepiej znany rodzaj działalności MAEA – to filar, dzięki któremu MAEA uzyskała przydomek „wiedeńskiego strażnika nuklearnego”;
- *technologia* lub ułatwianie transferu wielkiego zasobu wiedzy, jaki przez lata zgromadzone w dziedzinie pokojowych zastosowań energii jądrowej i jej produktów ubocznych (tzn. promieniowania jonizującego i materiałów promieniotwórczych) to następny dobrze znany filar MAEA; oraz
- *bezpieczeństwo* lub globalna promocja ochrony przed promieniowaniem i bezpieczeństwa jądrowego, to być może najmniej znana funkcja MAEA, lecz z punktu widzenia niniejszego artykułu jest to z pewnością najważniejszy filar MAEA.

### Funkcje MAEA związane z bezpieczeństwem

Od czasu swego powstania w roku 1957, MAEA pełniła dwie funkcje bezpieczeństwa, które – na zaskakująco wczesnym etapie – jej założyciele przewidzieli i włączyli do statutu MAEA. Są to:

- **ustanawianie norm bezpieczeństwa** dla ochrony zdrowia przez szkodliwymi skutkami promieniowania, oraz
- **działania na rzecz stosowania tych norm** na wniosek państwa wyrażającego takie życzenie. Spośród organizacji międzynarodowych należących do rodziny ONZ, MAEA jest jedyną,

która ma tak konkretne funkcje statutowe w dziedzinie bezpieczeństwa radiacyjnego.

Ponadto Agencji, od czasu jej powstania, państwa członkowskie nadały również funkcję *de facto*, mianowicie:

- ułatwianie stanowienia i obsługa konwencji oraz innych zobowiązań międzynarodowych związanych z bezpieczeństwem radiacyjnym.

### Wydział Bezpieczeństwa Promieniowania i Odpadów MAEA

W ramach MAEA, Wydział Bezpieczeństwa Promieniowania i Odpadów, którym autor ma zaszczyt kierować, wypełnia obowiązki MAEA w dziedzinach ochrony przed narażeniem na promieniowanie i bezpieczeństwa w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi. Jeden z najważniejszych programów wydziału dotyczy bezpieczeństwa odpadów, które mogą być usuwane do środowiska (tak zwane „uwolnienia” promieniotwórcze). Inny dotyczy bezpieczeństwa pozostałości promieniotwórczych, jakie mogą być obecne w środowisku życia człowieka na skutek uwolnień w przeszłości, z których część miała charakter dość niekontrolowany.

Ostatnio wydział zaangażował się w opracowanie ewoluujących międzynarodowych zasad bezpieczeństwa radiacyjnego, które, między innymi, obejmują bezpieczeństwo zarówno uwolnień jak i pozostałości.

## MIĘDZYNARODOWE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA RADIACYJNEGO

W latach 90. realizacja funkcji MAEA w zakresie bezpieczeństwa radiacyjnego przyczyniła się do powstania czegoś, co można by nazwać międzynarodowymi zasadami bezpieczeństwa radiacyjnego *de facto*. Trzy kluczowe elementy tych zasad to:

- prawnie obowiązujące międzynarodowe zobowiązania (lub konwencje) pomiędzy państwami;
- globalnie uzgodnione międzynarodowe normy bezpieczeństwa radiacyjnego, włącznie z normami bezpieczeństwa odnoszącymi się bezpośrednio do uwolnień i pozostałości; oraz

- międzynarodowe ustalenia dotyczące ułatwień w stosowaniu tych norm.

### Konwencje międzynarodowe

Pod egidą MAEA przyjęto w ostatnich latach cztery ważne konwencje międzynarodowe, ściśle związane z bezpieczeństwem uwolnień i pozostałości:

- konwencja w sprawie wczesnego powiadamiania o awarii jądrowej (konwencja „o powiadamianiu”);
- konwencja w sprawie pomocy w przypadku awarii jądrowej lub nadzwyczajnej sytuacji radiologicznej (konwencja „o pomocy”);
- konwencja bezpieczeństwa jądrowego; oraz
- wspólna konwencja bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem jądrowym i bezpieczeństwa w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi (tak zwana „konwencja wspólna”).

Konwencje o powiadamianiu i o pomocy nakładają na strony konwencji jednoznaczne zobowiązania, zarówno generalnie w odniesieniu do bezpieczeństwa radiacyjnego jak i w szczególności w zakresie kontrolowania uwolnień. W skrócie, konwencja o powiadamianiu zobowiązuje państwa będące stronami konwencji do powiadamiania o każdym uwolnieniu o znaczeniu transgranicznym, zaś konwencja o pomocy stwarza mechanizm udzielania pomocy państwom stronom konwencji dotkniętym skutkami uwolnienia przypadkowego. Obydwie konwencje są zarządzane przez MAEA za pośrednictwem doraźnego Ośrodka Reagowania w Sytuacjach Nadzwyczajnych, znajdującego się w siedzibie głównej Agencji w Wiedniu.

Konwencje bezpieczeństwa jądrowego i konwencja wspólna tworzą raczej zachęty niż szczegółowe zobowiązania kontraktowe. Jednak obie te konwencje *implicite* ustanawiają pewne wspólne cele w zakresie zapewniania bezpieczeństwa uwolnień i pozostałości. Konwencje te ustalają konkretne zobowiązania umawiających się stron w zakresie osiągnięcia ich celów. Wywiązywanie się państwa strony konwencji ze swych zobowiązań jest monitorowane w ramach międzynarodowego procesu przeglądu i oceny przez pozostałe umawiające się strony. Co trzy lata każda z umawiających się stron musi przygoto-

wać raport w sprawie działań podjętych dla wywiązania się ze zobowiązań wynikających z konwencji, a każdy taki raport narodowy jest udostępniany wszystkim umawiającym się stronom dla dokonania przeglądu i oceny. Ten trzyletni cykl kończy Spotkanie Przeglądowe, podczas którego po kolei omawia się każdy raport narodowy, a pozostałe umawiające się strony zgłaszają uwagi i pytania dotyczące tego raportu.

### Normy międzynarodowe

Z czasem MAEA opracowała zbiór ponad 200 norm bezpieczeństwa, czasem wspólnie z innymi organizacjami międzynarodowymi wchodzącymi w skład systemu ONZ. Normy te stanowią hierarchiczną rodziną dokumentów, skonstruowaną w następujący sposób:

- *podstawy* (w oryg. *fundamentals*), na samym szczycie zbioru, to podstawowe dokumenty dotyczące polityki w tej dziedzinie, przeznaczone dla decydentów;
- *wymagania* (w oryg. *requirements*), lub normy „właściwe”, to dokumenty zawierające wymagania obowiązkowe (sformułowane za pomocą zdań oznaczających bezwzględną konieczność), stanowiące kręgosłup techniczny zbioru; oraz
- *wskazówki* (w oryg. *guides*), u podstawy piramidy, to dokumenty wskazujące, w jaki sposób wdrażać wymagania (zawierają zdania typu „należy”, „powinien”).

Normy bezpieczeństwa MAEA są ustanawiane na drodze wyrafinowanego i sformalizowanego procesu ich przygotowania, z pełnym udziałem specjalistów i przedstawicieli rządów, przez ważną komisję i cztery pomocnicze komitety techniczne, odpowiednio: do spraw promieniowania, odpadów, transportu i bezpieczeństwa jądrowego.

### Międzynarodowe podstawy bezpieczeństwa radiacyjnego

W odniesieniu do ochrony ludności przed promieniowaniem pochodzącym z uwolnień promieniotwórczych, najważniejszymi dokumentami międzynarodowymi są Podstawy Ochrony przed Promieniowaniem i Bezpieczeństwa Źródeł Promieniowania (wspierane wspólnie przez sześć właściwych organizacji międzynaro-

dowych: FAO, MAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO i WHO)<sup>1</sup> oraz Podstawy Postępowania z Odpadami Promieniotwórczymi. Oba te dokumenty, ustanowione przez Radę Gubernatorów MAEA, stanowią międzynarodowe podstawy dla kontrolowania uwolnień materiałów promieniotwórczych do środowiska.

### Podstawowe Międzynarodowe Wymagania Bezpieczeństwa Radiacyjnego

Międzynarodowymi normami zawierającymi podstawowe wymagania w zakresie kontrolowania uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska, są Międzynarodowe Podstawowe Normy Ochrony przed Promieniowaniem Jonizującym i Bezpieczeństwa Źródeł Promieniowania (tzw. BSS, skrót od angielskiego Basic Safety Standards). Jest to dokument uzupełniający dokumenty serii Podstaw. We wprowadzeniu do BSS naszkicowano podstawowe podejście rodziny Narodów Zjednoczonych do zagadnień ochrony przed promieniowaniem. BSS wspiera liczna grupa dokumentów należących do Wskazówek.

Dokument BSS stanowi kulminację trwających kilkadziesiąt lat starań zmierzających do międzynarodowej harmonizacji norm ochrony przed promieniowaniem i norm bezpieczeństwa. Po tym bezprecedensowym międzynarodowym działaniu na rzecz sporządzenia projektu norm oraz ich przeglądu i oceny, normy BSS uzyskały poparcie Komitetu Technicznego, podczas posiedzenia tego ciała w grudniu 1993 roku, w siedzibie MAEA w Wiedniu. W tym posiedzeniu Komitetu Technicznego uczestniczyło 127 specjalistów z 52 państw i 11 organizacji. Rada Gubernatorów MAEA zatwierdziła normy BSS podczas swego 847 posiedzenia, które odbyło się

<sup>1</sup> FAO (Food and Agriculture Organization) – Organizacja ds. Wyżywienia i Rolnictwa, ILO (International Labour Organization) – Międzynarodowa Organizacja Pracy, OECD/NEA (Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Co-operation and Development) – Agencja Energii Jądrowej Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju, PAHO (Pan American Health Organization) – Ogólnoamerykańska Organizacja Zdrowia, WHO (World Health Organization) – Światowa Organizacja Zdrowia

12 września 1994 roku. W dniu 28 września 1994 w imieniu PAHO poparcia BSS udzieliła XIV Panamerykańska Konferencja Sanitarna, po rekomendacji 113 posiedzenia Komitetu Wykonawczego PAHO z dnia 28 czerwca 1994. Dyrektor Generalny FAO potwierdził swoją techniczną aprobatę dla BSS w dniu 14 listopada 1994. WHO zakończyła proces przyjmowania norm BSS w dniu 25 stycznia 1995, kiedy Rada Wykonawcza na swej 95 sesji przyjęła raport Dyrektora Generalnego w tej sprawie. Ciało Zarządzające ILO zatwierdziło publikację norm podczas swego posiedzenia w dniu 17 listopada 1994. Komitet Sterujący OECD/NEA zatwierdził normy BSS podczas posiedzenia w dniu 2 maja 1995. To zakończyło proces autoryzacji wspólnej publikacji wydawanej przez wszystkie organizacje sponsorujące. Normy BSS zostały wydane przez MAEA w ramach Serii Bezpieczeństwa, w językach: arabskim, chińskim, angielskim, francuskim, rosyjskim i hiszpańskim<sup>2</sup>.

Normy BSS wprowadzają dużą liczbę wzajemnie powiązanych wymagań, mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony przed promieniowaniem. Większość tych wymagań ma charakter jakościowy, jednak normy BSS wprowadzają również wiele zobowiązań ilościowych, wyrażonych jako ograniczenia dawek promieniowania, jakie mogą otrzymać ludzie. Zakres tych ograniczeń jest ogromny, obejmuje ponad cztery rzędy wielkości: od dawek uznawanych za tak małe, że nie wymagają kontroli dozowej, lub raczej powinny być wyłączone z przepisów, do dawek tak wielkich, że interwencja (wprowadzenie środków ochronnych) staje się niemal obowiązkowa.

Te wymagania ilościowe opisano w *Systemie Ochrony przed Promieniowaniem*, który w skrócie omówię dalej. Wymagania te opierają się na ocenach szkodliwych skutków zdrowotnych, które można przypisać promieniowaniu jonizującemu, podanych przez Komitet Naukowy Organizacji Narodów Zjednoczonych ds. Skutków

Promieniowania Atomowego (UNSCEAR), będący ciałem Zgromadzenia Ogólnego, a także na zaleceniach Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP), pozarządowej profesjonalnej organizacji, która od czasu swego powstania w roku 1928 udziela porad w zakresie ochrony przed promieniowaniem.

**Działalności i interwencje.** Ustanowiony przez BSS System Ochrony Radiologicznej opiera się na pojęciach **działalności i interwencji**. Określenie **działalność** jest używane do opisu podlegających regulacjom działań człowieka związanych z materiałami promieniotwórczymi, które – jak się oczekuje – zwiększą całkowite narażenie ludzi na promieniowanie. Określenie **interwencja** jest używane do opisu procesu, na drodze którego narażenie na działanie źródeł promieniowania już istniejących – *de facto* – w środowisku życiowym człowieka może podlegać działaniom ochronnym, których celem jest zmniejszenie całkowitego narażenia ludzi na promieniowanie.

**Cele:** BSS mają na celu:

- zapobieganie pojawianiu się deterministycznych skutków promieniowania, takich jak ostry syndrom popromienny i inne klinicznie wykrywalne choroby wywołane przez promieniowanie;
- ograniczanie prawdopodobieństwa pojawienia się skutków stochastycznych, takich jak nowotwory i inne szkodliwe skutki opóźnione, wykrywane jedynie dzięki statystycznym badaniom epidemiologicznym na dużych populacjach.

W odniesieniu do dowolnej działalności uzasadnionej, to znaczy uzasadnionej działalności powodującej narażenie ludzi na promieniowanie, cele te są osiągnięte za pośrednictwem wymagań dotyczących ochrony osób narażonych oraz wymagań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa źródła narażenia. Zatem dla dowolnej osoby narażonej ryzyko jest ograniczone, bez względu na to gdzie lub kiedy narażenie tej osoby się urzeczywistni, dzięki utrzymywaniu dawek indywidualnych poniżej pewnych określonych dawek granicznych. Dowolne źródło narażenia jest utrzymywane w stanie bezpiecznym dzięki, między innymi: a) ograniczeniu zarówno dawek, które na pewno zostaną otrzymane z tego źródła,

jak i prawdopodobieństwa otrzymania dawek promieniowania związanego z narażeniami (potencjalnymi), które mogą wystąpić, lecz których wystąpienie nie jest pewne; b) utrzymywaniu dawek, prawdopodobieństwa otrzymania dawki oraz liczby osób narażonych na poziomie tak małym, jak to jest rozsądnie osiągalne w istniejących okolicznościach; oraz c) zastosowaniu do źródła pewnej liczby wymagań administracyjnych, technicznych i związanych z zarządzaniem, które mają zapewnić bezpieczeństwo tego źródła.

W przypadku wszelkiej interwencji uzasadnionej, to znaczy w przypadku uzasadnionych działań zmierzających do ograniczenia dawek spowodowanych istniejącą sytuacją, taką jak wysokie tło promieniowania w jakiejś lokalizacji, cel ten jest osiągany w następujący sposób: w każdym możliwych do przewidzenia okolicznościach utrzymywać dawki indywidualne na poziomie poniżej progów występowania skutków deterministycznych; wszystkie dawki, których można uniknąć dzięki interwencji, utrzymywać na poziomie tak niskim, jak to jest rozsądnie osiągalne w istniejących okolicznościach.

**Zakres:** BSS stosują się wyłącznie do ludzi. Uważa się, że normy ochrony wystarczające w tej sytuacji zapewnią również to, że żaden inny gatunek nie zostanie zagrożony jako populacja, nawet jeśli pojedyncze egzemplarze tych gatunków mogą potencjalnie doznać szkody. Ponadto normy BSS są ograniczone do ochrony przed narażeniem na promieniowanie jonizujące, mianowicie promienie gamma i X oraz cząstki alfa, beta i inne, które mogą powodować jonizację. Zatem BSS nie mają zastosowania do promieniowania niejonizującego, takiego jak światło lub mikrofały, ani też nie odnoszą się do kontroli innych, nieradiologicznych aspektów dotyczących zdrowia i bezpieczeństwa.

Wiele przypadków narażenia na promieniowanie jest *możliwe do kontroli* („kontrolowalne”), tzn. narażenia takie można ograniczać dzięki zastosowaniu środków projektowych lub operacyjnych. Jednak istnieją narażenia, które są albo *niekontrolowalne* (np. narażenie na promieniowanie naturalnych izotopów promieniotwórczych, odgrywających jakąś rolę w metabolizmie organizmu ludzkiego) albo *nie poddające się*

*kontroli*, np. narażenie na promieniowanie kosmiczne. Takie narażenia generalnie są *nie uwzględniane* w przepisach dotyczących ochrony radiologicznej. Narażenia wyraźnie nie uwzględnione w zakresie BSS to narażenia spowodowane przez naturalnie promieniotwórczy potas, stanowiący normalny składnik ciała, narażenie na promienie kosmiczne na poziomie gruntu oraz inne narażenia na promieniowanie naturalnych substancji promieniotwórczych, które nie zostały zmodyfikowane na skutek działań człowieka.

**Działalności:** BSS odnoszą się do działalności wykorzystujących promieniowanie lub substancje promieniotwórcze do celów medycznych, przemysłowych, rolniczych, edukacyjnych, szkoleniowych lub badawczo-naukowych; działalności takie jak wytwarzanie energii w energetyce jądrowej, obejmujące wszelkie działania wchodzące w skład jądrowego cyklu paliwowego, które wiążą się lub mogą się wiązać z narażeniem na promieniowanie lub działanie substancji promieniotwórczych. W ramach jakiegokolwiek działalności, BSS stosują się do każdego źródła promieniowania wykorzystywanego w tej działalności, zarówno naturalnego jak i sztucznego, włączając w to: substancje promieniotwórcze i urządzenia zawierające substancje promieniotwórcze lub wytwarzające promieniowanie, takie jak produkty powszechnego użytku, źródła zamknięte, źródła otwarte i generatory promieniowania; instalacje i obiekty zawierające substancje promieniotwórcze lub urządzenia wytwarzające promieniowanie, takie jak instalacje do naświetlania, kopalnie i zakłady przerobu rud promieniotwórczych, instalacje do przetwarzania substancji promieniotwórczych oraz obiekty związane z postępowaniem z odpadami promieniotwórczymi. (Jeśli jakaś instalacja może uwalniać do środowiska substancje promieniotwórcze lub emitować promieniowanie, to jako całość jest traktowana jak źródło, a BSS stosują się do każdego indywidualnego źródła znajdującego się w obrębie tej instalacji oraz do samej instalacji jako całości.)

**Wyłączenie i zwolnienie:** Działalności oraz źródła w ramach działalności mogą być wyłączone spod wymagań BSS, jeżeli spełniają ustanowione kryteria wyłączenia. Kryteria wyłączenia

<sup>2</sup> Państwowa Agencja Atomistyki wydała ich tłumaczenie w jęz. polskim: *Międzynarodowe podstawowe normy ochrony przed promieniowaniem jonizującym i bezpieczeństwa źródeł promieniowania*, Państwowa Agencja Atomistyki, Warszawa, 1997.

zapewniają, że ryzyko indywidualne związane ze źródłem wyłączonym jest znikomo małe i że kolektywny skutek radiologiczny nie wymaga uwzględnienia w kontroli dozorowej. Ponadto źródło wyłączone musi być samo z siebie bezpieczne. Kryteria wyłączenia są formułowane również w kategoriach poziomów wyłączenia, tzn. takich poziomów promieniotwórczości, lub stężenia promieniotwórczości, poniżej których wyłączenie jest niemal automatyczne. Materiały i obiekty z działalności i źródeł już objętych wymaganiami BSS mogą zostać zwolnione z tych wymogów pod warunkiem spełniania poziomów zwolnienia, które nie mogą przekraczać określonych kryteriów wyłączenia.

**Interwencje:** Sytuacje związane z interwencją, do jakich stosują się BSS, obejmują wszelkie sytuacje faktyczne powodujące takie narażenie ludzi, które może być w uzasadniony sposób zmniejszone dzięki zastosowaniu działań interwencyjnych. Obejmują one: a) sytuacje nadzwyczajne, takie jak wynikające ze skażenia środowiska w następstwie awarii; b) sytuacje chroniczne, takie jak narażenie na naturalne źródła promieniowania (np. radon w pomieszczeniach) i pozostałości promieniotwórcze będące skutkiem uprzednich zdarzeń i działalności (np. chroniczne skażenie środowiska na skutek dawnej działalności).

**Narażenia:** BSS mają zastosowanie do wszelkiego narażenia wynikającego z: a) dowolnej działalności lub źródła (włącznie z narażeniem normalnym (tzn. takim, które jest pewne), potencjalnym (tzn. takim, które może wystąpić lub nie), zawodowym (tzn. narażenie pracowników), narażeniem medycznym (tzn. przede wszystkim narażenie pacjentów), publicznym (tzn. pozostałe typy narażenia)); oraz b) wszelkiej sytuacji interwencyjnej, związanej z: narażeniem wyjątkowym, włącznie z narażeniem wymagającym szybkiej interwencji oraz innym narażeniem czasowym spowodowanym przez sytuację, w jakich uruchomiono plan lub procedury postępowania w sytuacjach nadzwyczajnych; oraz narażeniem chronicznym, obejmującym narażenie na oddziaływanie naturalnych źródeł promieniowania, narażenie związane z promieniotwórczymi pozostałościami po wcześniejszych zdarzeniach oraz narażenie wynikające ze skażeń promieniotwórczych spowodowanych

przez działalności i źródła, które z jakichkolwiek przyczyn pozostawały poza kontrolą dozorową.

**Źródła naturalne:** Zgodnie z BSS, narażenie na promieniowanie ze źródeł naturalnych jest normalnie uznawane za sytuację narażenia chronicznego i podlegającą wymaganiom dotyczącym interwencji. Wyjątkami są działania związane ze źródłami naturalnymi, które powodują wzrost narażenia publicznego na skutek, na przykład, usuwania do środowiska naturalnych substancji promieniotwórczych oraz pewne przypadki narażenia zawodowego na promieniowanie radonu, które podlegają wymaganiom dotyczącym działalności, jeśli interwencja nie jest w stanie zmniejszyć takiego narażenia do poziomu poniżej poziomów działania podanych w BSS.

**Zobowiązania:** BSS ustanawiają ogólne zobowiązania w odniesieniu zarówno do działalności jak i do interwencji. O ile narażenie nie jest narażeniem nieuwzględnianym, BSS ustalają następujące zobowiązania:

- każda działalność jest przyjmowana, wprowadzana, prowadzona, zawieszana lub przerwana, a każde źródło w ramach działalności jest odpowiednio wydobywane, kruszone, przetwarzane, projektowane, wytwarzane, konstruowane, montowane, pozyskiwane, importowane, eksportowane, sprzedawane, wypożyczane, wynajmowane, otrzymywane, lokalizowane, umiejscawiane, zamawiane, posiadane, używane, eksploatowane, konserwowane, reperowane, przekazywane, likwidowane, transportowane, przechowywane lub składowane, włącznie z zgodzie z wymaganiami BSS, chyba że ta działalność lub źródło są wyłączone z wymagań BSS; oraz
- we wszystkich uzasadnionych przypadkach, narażenia istniejące de facto są redukowane na drodze interwencji, przez podejmowanie działań zapobiegawczych lub ochronnych, zgodnie z wymaganiami BSS.

Ponadto BSS stanowią, że dowolne źródło zawierające substancję promieniotwórczą jest transportowane zgodnie z postanowieniami *Regulacji w sprawie bezpiecznego transportu materiałów promieniotwórczych* MAEA oraz wszelkich właściwych konwencji.

**Wymagania:** W celu wypełnienia powyższych zobowiązań, BSS ustanawiają wymagania

podstawowe w zakresie bezpieczeństwa i ochrony. Wymagania te muszą być spełnione we wszystkich działaniach związanych z narażeniem na promieniowanie, a siła z jaką są egzekwowane wynika ze statutowych zapisów dotyczących organizacji sponsorujących. Wymagania te nie zobowiązują poszczególnych państw do uzgodnienia z nimi obowiązującego w nich prawa, ani nie mają zastępować zapisów obowiązujących krajowych ustaw, przepisów lub norm. Mają one raczej służyć jako wskazówki praktyczne dla publicznych władz i służb, pracodawców i pracowników, specjalistycznych organów ds. ochrony przed promieniowaniem oraz komitetów ds. bezpieczeństwa i zdrowia, ponieważ ustalają podstawowe zasady i wskazują rozmaite aspekty, które należy uwzględnić w efektywnym programie ochrony przed promieniowaniem. Wymagania te nie mają również być stosowane w niezmienionej formie we wszystkich państwach i regionach, ale powinny być odpowiednio interpretowane tak, by uwzględniać lokalne sytuacje, środki techniczne i skalę obiektów – czynniki, które określają możliwości stosowania tych wymagań. Ponieważ BSS obejmują szeroki zakres działalności i źródeł, wiele wymagań sformułowano w sposób ogólny tak, by każde wymaganie mogło być spełnione w różny sposób, w zależności od rodzaju działalności i źródła, lub interwencji, oraz od charakteru operacji i potencjalnych możliwości narażenia.

**Wymagania dla działalności:** BSS zawierają następujące wymagania dotyczące działalności:

- wymagania administracyjne (powiadomienie o zamiarze prowadzenia działalności; rejestracja lub licencjonowanie źródeł; odpowiedzialność osób rejestrujących i posiadaczy zezwolenia; oraz wyłączenie i zwalnianie źródeł);
- wymagania w zakresie ochrony przed promieniowaniem (uzasadnianie działalności; indywidualne dawki graniczne; optymalizacja ochrony i bezpieczeństwa; limity robocze dawek dla źródeł; poziomy wskaźnikowe w narażeniu medycznym);
- wymagania techniczne (bezpieczeństwo; obrona w głąb; dobre praktyki inżynierskie);
- wymagania w zakresie zarządzania (kultura bezpieczeństwa; zapewnienie jakości; czynnik ludzki; wykwalifikowani eksperci);

- weryfikacja (oceny bezpieczeństwa; spełnianie wymogów; dokumentacja);
- wymagania w zakresie interwencji – dla interwencji BSS ustanawiają następujące wymagania administracyjne i dotyczące ochrony przed promieniowaniem:
- wymagania administracyjne (zakresy odpowiedzialności organizacji prowadzących działania interwencyjne, osób rejestrujących i posiadaczy zezwoleń; powiadamianie o sytuacjach wymagających podjęcia działań ochronnych);
- wymagania dotyczące ochrony przed promieniowaniem (uzasadnienie interwencji; optymalizacja interwencji i poziomy działania).

**Konkretne wymagania dotyczące narażenia:** BSS wprowadzają ponadto następujące konkretne wymagania dla różnych typów narażenia:

- Dla narażenia zawodowego: zakresy odpowiedzialności pracodawców, osób rejestrujących, posiadaczy zezwoleń, pracowników; warunki pracy (rekompensaty specjalne; warunki pracy dla osób młodych); wymagania dotyczące klasyfikacji terenów; przepisy lokalne i nadzór; osobiste wyposażenie ochronne; współpraca między pracodawcami, osobami rejestrującymi i posiadaczami zezwoleń; monitoring indywidualny i ocena narażenia; monitoring miejsca pracy; nadzór zdrowotny; dokumentacja; ograniczenie dawek w okolicznościach specjalnych.
- Dla narażenia medycznego: zakresy odpowiedzialności; uzasadnienie narażenia medycznego; optymalizacja ochrony w narażeniu medycznym; poziomy wskaźnikowe; limity robocze dawek; aktywność maksymalna u wypisywanych ze szpitala pacjentów poddawanych terapii; badanie sytuacji przypadkowego narażenia medycznego; dokumentacja.
- Dla narażenia publicznego: zakresy odpowiedzialności; kontrola odwiedzających; źródła napromieniowania zewnętrznego; skażenie promieniotwórcze w pomieszczeniach zamkniętych; odpady promieniotwórcze; usuwanie substancji promieniotwórczych do środowiska; promieniowanie i monitoring środowiska; artykuły powszechnego użytku.

- Dla narażenia potencjalnego – bezpieczeństwo źródeł: zakresy odpowiedzialności, ocena bezpieczeństwa; wymagania dotyczące projektowania; wymagania dotyczące eksploatacji; zapewnienie jakości.
- Dla sytuacji narażenia wyjątkowego: zakresy odpowiedzialności; plany postępowania w sytuacjach nadzwyczajnych; interwencja w sytuacjach narażenia wyjątkowego; ocena i monitoring po awariach; zaprzestanie interwencji po awarii; ochrona pracowników podejmujących działania interwencyjne.
- Dla sytuacji narażenia chronicznego: zakresy odpowiedzialności; plany działań zapobiegawczych; poziomy działania dla sytuacji narażenia chronicznego.

#### Wskazówki dotyczące ograniczania uwolnień materiałów promieniotwórczych do środowiska

MAEA ma długą tradycję opracowywania konkretnych wskazówek dotyczących ograniczania uwolnień materiałów promieniotwórczych do środowiska.

Monitoring środowiska jest ważnym składnikiem systemu weryfikacji służącym do wykazania, że kontrolowanie uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska w normalnych warunkach pracy odbywa się zgodnie z zamierzeniami. Jest on również wykorzystywany do dostarczania we właściwym czasie informacji w związku z podejmowaniem decyzji o wszelkich działaniach, jakie mogą być podejmowane dla ochrony ludności w przypadku większego uwolnienia przypadkowego. MAEA i WHO powołały grupę ekspertów, którzy dla swych państw członkowskich stworzyli zbiór wskazówek dotyczących celów i kształtu programów ochrony środowiska w kontekście skażeń promieniotwórczych; w roku 1975 MAEA wydała w ramach serii bezpieczeństwa publikację nr 41, „Cele i kształt programów monitoringu środowiska pod kątem skażeń promieniotwórczych”.

W roku 1978 MAEA wydała publikację nr 45 w serii bezpieczeństwa, „Zasady wprowadzania ograniczeń dla uwolnień materiałów promieniotwórczych do środowiska”, opisującą kompleksowe podejście do wyznaczania limitów dla uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska. Już

wówczas polityka MAEA była zgodna z tym, co wtedy nazywano *systemem ograniczania dawek* zalecanym przez ICRP. System ten stanowił, że nie należy przekraczać indywidualnych dawek granicznych oraz że dawki powinny być utrzymywane na poziomie na tyle niższym od tych limitów, na ile jest to rozsądnie osiągalne przy uwzględnieniu czynników społecznych i ekonomicznych.

Publikacje te, podające podstawowe koncepcje i zasady do wykorzystania przez władze poszczególnych krajów dla ustanowienia limitów planowych uwolnień materiałów promieniotwórczych na podstawie pełnego systemu ograniczenia dawek, w roku 2000 zostały zastąpione przez publikację MAEA nr WS-G-2.3 z serii norm bezpieczeństwa: „Kontrola dozoru uwolnień promieniotwórczych do środowiska”. Publikacja nr WS-G-2.3 opisuje jak stosować podstawowe wymogi bezpieczeństwa dla odpadów, promieniowania oraz do kontrolowania uwolnień izotopów promieniotwórczych do środowiska w związku z normalnym funkcjonowaniem działalności i źródeł. Dokument dostarcza urzędowi dozoru uporządkowane podejście do kwestii ograniczania zagrożenia osób oraz do optymalizacji ochrony związanej z takim funkcjonowaniem działalności i źródeł; podejście to może być przystosowane do takiej infrastruktury prawnej i dozoru, w jakiej urząd działa. Dokument zawiera również wskazówki dotyczące odpowiedzialności osób rejestrujących i posiadaczy zezwoleń, którzy prowadzą działalność związaną z uwolnieniami substancji promieniotwórczych.

W roku 1986 MAEA w ramach serii bezpieczeństwa wydała publikację nr 77, „Wskazówki bezpieczeństwa w zakresie zasad ograniczania uwolnień ścieków promieniotwórczych do środowiska”. Publikacja ta zajmuje się kwestią ograniczania uwolnień ścieków promieniotwórczych do środowiska podczas normalnej, kontrolowanej eksploatacji obiektów jądrowych. Dokument nie zajmuje się uwolnieniami do których dochodzi podczas awarii, gdzie jedyną możliwością jest ograniczanie narażenia na drodze interwencji. W praktyce konieczne jest dokonanie wyboru między uwolnieniem materiałów promieniotwórczych bezpośrednio z obiektu, ich przechowywaniem, przerobem i unieszkodliwieniem w jakiś inny sposób, lub jakąś kombinacją tych możliwości.

Publikacja nr 57 (1982) MAEA w serii bezpieczeństwa, *Ogólne modele i parametry dla oceny środowiskowego transferu izotopów promieniotwórczych z uwolnień rutynowych – narażenie grup krytycznych*, jest adresowana do państwowych urzędów dozoru oraz do personelu technicznego i administracyjnego odpowiedzialnego za prowadzenie analiz skutków ekologicznych, w szczególności ogólnych ocen dawek otrzymywanych przez osoby najbardziej narażone na skutek rutynowych uwolnień ścieków promieniotwórczych do atmosfery i środowiska wodnego. Przedstawione modele są proste w stosowaniu i powinny być używane w odniesieniu do obiektu jądrowego przed eksploatacją, dla dokonania oceny dawek lokalnych pochodzących z uwolnień planowanych. Modele uwzględniają narażenie na najważniejszych drogach, jakich można się spodziewać; wartości parametrów transferowych są podane dla szerokiego zakresu pierwiastków posiadających izotopy promieniotwórcze, które powinny być uwzględniane w rutynowych uwolnieniach ścieków do środowiska.

Publikacja nr 19 w serii raportów bezpieczeństwa, *Modele ogólne do stosowania podczas oceny skutków usuwania substancji promieniotwórczych do środowiska*, przedstawia proste metody obliczania dawek pochodzących od substancji promieniotwórczych usuwanych do środowiska i umożliwia porównanie odpowiednich limitów, zgodnie z kryteriami ograniczenia dawek, określonymi przez urząd dozoru. Dokument jest adresowany do państwowych urzędów dozoru oraz do personelu technicznego i administracyjnego odpowiedzialnego za prowadzenie analiz skutków ekologicznych. Ma również wspierać opublikowane niedawno przez MAEA „Wskazówki bezpieczeństwa w zakresie dozoru kontrolnego usuwania substancji promieniotwórczych do środowiska”. Rozwija i zastępuje porady wcześniejsze, opublikowane w dokumencie nr 57 MAEA z serii bezpieczeństwa.

BSS i te dokumenty zawierające wskazówki określają międzynarodową politykę ochrony w zakresie substancji promieniotwórczych usuwanych do środowiska. Uwolnienia materiałów promieniotwórczych związane z działalnościami są regulowane a priori przez wyprzedzające

stosowanie Systemu Ochrony Radiologicznej, zanim jakaś działalność zostanie wprowadzona. Z drugiej strony, w przypadku gdyby doszło do usunięcia substancji promieniotwórczej i skażenia środowiska, konieczne byłoby podjęcie działania drogą interwencji.

## KONTROLOWANIE SUBSTANCJI USUWANYCH W RAMACH DZIAŁALNOŚCI

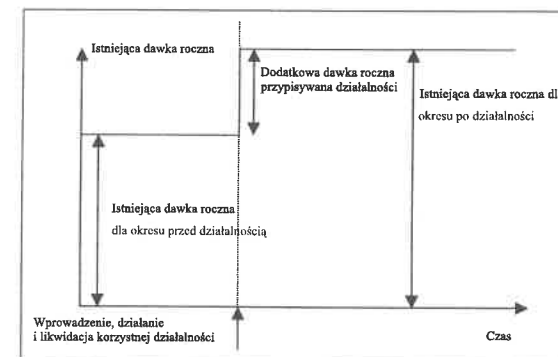
Zasady Systemu Ochrony Radiologicznej dla działalności są następujące:

- uzasadnienie działalności;
- optymalizacja ochrony radiologicznej w odniesieniu do każdego źródła wykorzystywanego w działalności;
- ograniczenie dawek indywidualnych związanych z działalnością.

Zasady te są stosowane z wyprzedzeniem, na etapie planowania każdej działalności. Stosują się do projektowania, eksploatacji i likwidowania działalności i związanych z nią źródeł.

Przed wprowadzeniem jakiejś działalności obecne jest już pewne tło dawki istniejącej; po eksploatacji i likwidacji działalności przypisana jej dawka dodatkowa zostanie dodana do dawki istniejącej (*patrz rys. 1*). Zasady Systemu Ochrony Radiologicznej stosują się do kontrolowania dodatkowej dawki przypisywanej działalności, a nie do istniejącej dawki rocznej. Ograniczenie dawek promieniowania jest wyrażane w odniesieniu do roku, zwykle w milisiwertach (mSv) na rok.

Pod pewnymi warunkami źródła wykorzystywane w działalności uzasadnionej mogą być wyłączone



Rys.1 Schematyczne przedstawienie istniejącej dawki rocznej przed i po działalności

czone spod przepisów dozorowych, o ile indywidualne dawki roczne przypisywane danemu źródłu są mniejsze niż około 0,01 mSv w ciągu roku.

### Uzasadnienie działalności

Uzasadnienie działalności wymaga dokonania oceny, która może mieć charakter subiektywny, np. zastosowanie powinno powodować więcej korzyści niż szkody, z uwzględnieniem potencjalnych szkodliwych skutków przypisywanego działania narażenia na promieniowanie. Wszystkie czynniki istotne dla tej oceny są rozpatrywane przed podjęciem działalności. Należy uwzględnić czynniki związane z substancjami promieniotwórczymi, które zgodnie z oczekiwaniami będą usuwane do środowiska, oraz czynniki odnoszące się do pozostałości promieniotwórczych, które mogą pozostać w środowisku życiowym człowieka na skutek takiego usuwania. Czynniki te będą obejmować przewidywane dawki promieniowania, zarówno indywidualne jak i kolektywne, które można przypisać substancjom usuwanym i pozostałościom.

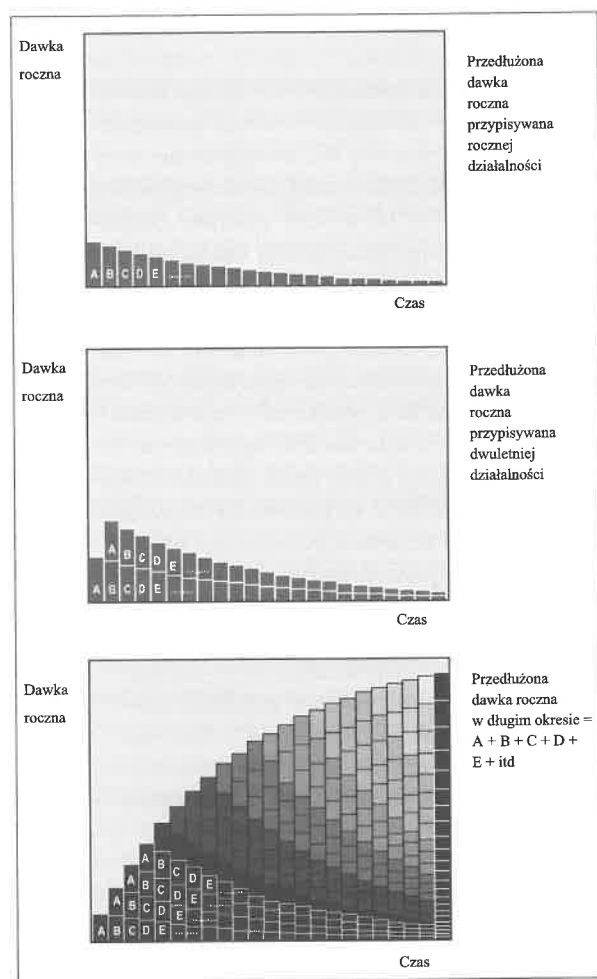
### Optymalizacja ochrony

Optymalizacja ochrony wymaga by dla każdego źródła w ramach uzasadnionej działalności dokonać wyboru *najlepszej* opcji ochrony radiologicznej. Opcję *najlepszą* definiuje się uwzględniając istniejące okoliczności społeczne i ekonomiczne. Optymalna opcja ochrony zapewnia, że działalność będzie prowadzić do dawek „tak małych jak to rozsądnie osiągalne” (lub „ALARA”), z uwzględnieniem czynników ekonomicznych i społecznych. W kontekście substancji usuwanych oznacza to, że określenie ALARA odnosi się do ilości materiałów promieniotwórczych.

W procesie optymalizacji należy uwzględnić wszystkie istotne czynniki. Proces ten może mieć charakter intuicyjny lub formalnie ilościowy. Optymalizację ilościową można przeprowadzić korzystając z technik optymalizacji zalecanych przez ICRP i przyjętych we wskazówkach MAEA. Technika powszechnie stosowaną jest tak zwana *różnicowa analiza kosztów i korzyści*.

### Ograniczenie dawki indywidualnej

Stosowanie zasad uzasadnienia i optymalizacji w praktyce może doprowadzić do przypadków indywidualnej niesprawiedliwości, które mogą być istotne kiedy np. w grę wchodzi narażenia długotrwałe. (Są to narażenia związane z długożyciowymi izotopami promieniotwórczymi, które mogą obejmować długie okresy.) Przyczyną niesprawiedliwości jest możliwy szeroki rozkład geograficzny narażeń długotrwałych, co może dotknąć ludzi, którym dana działalność nie przynosi bezpośrednich korzyści. Może ona być spowodowana również przez rozciągnięty rozkład czasowy narażenia długotrwałego, które może mieć wpływ na przyszłe pokolenia. Niesprawiedliwość międzypokoleniowa jest poję-



Rys.2 Narastanie narażenia długotrwałego na skutek dalszego funkcjonowania pewnej działalności

ciem mniej uchwytym niż niesprawiedliwość dotycząca różnych osób w jakimś jednym okresie. Jednak oba pojęcia są ważne w kontekście zasad etycznych, na jakich powinno się opierać ograniczanie usuwania materiałów promieniotwórczych do środowiska.

W celu ograniczania niesprawiedliwości i uwzględnienia narażenia pochodzącego z wielu źródeł wprowadza się surowe ograniczenia na dawki indywidualne. Zatem spodziewane narażenie poszczególnych osób związane z pojedynczym źródłem, oraz prognozowane narażenia indywidualne zsumowane w czasie i pochodzące ze wszystkich działalności objętych dozorem, są ograniczone ilościowo.

Proces narastania narażenia przedstawiono na rysunku 2. Pierwszy diagram pokazuje ewolucję dawki promieniowania spowodowanej przez uwolnienie długożyciowego izotopu promieniotwórczego (z czasem połowicznego rozpadu wynoszącym około 10 lat), po roku funkcjonowania jakiejś działalności. Diagram drugi przedstawia rozkład dawek po drugim roku funkcjonowania. Diagram trzeci przedstawia sytuację równowagi, przy założeniu dalszego funkcjonowania tej działalności.

Ograniczenia nakładane na dawkę indywidualną w związku z pojedynczym źródłem promieniowania nazywamy limitami roboczymi dawki. Ograniczenia narażenia nakładane w związku ze wszystkimi działalnościami nazywamy dawkami granicznymi. W praktyce przełożą się one na ograniczenia dotyczące ilości materiałów promieniotwórczych, jakie mogą być uwolnione do środowiska.

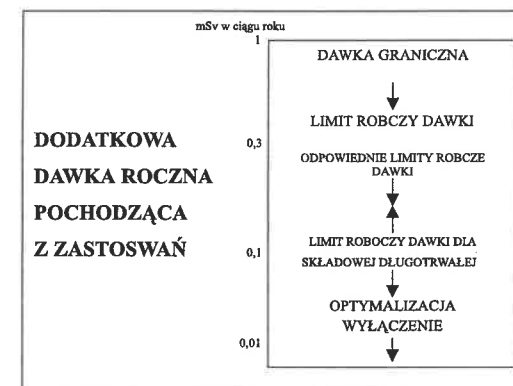
**Limit roboczy dawki:** w zaleceniach międzynarodowych postanowiono, że maksymalna (wykorzystywana w optymalizacji ochrony radiologicznej w odniesieniu do pojedynczego źródła) wartość limitu dawki powinna być mniejsza niż 1 mSv na rok, oraz że właściwa jest wartość wynosząca nie więcej niż około 0,3 mSv rocznie. Należy podkreślić, że trzeba rozpatrzyć takie sytuacje narażenia, w których może wystąpić kombinacja narażeń pochodzących z różnych źródeł lub narastanie narażenia długotrwałego w czasie. W takich sytuacjach, dla zapewnienia zgodności z ustanowionymi limitami roboczymi dawki, zaleca się sprawdzenie, czy stosowane są właściwe metody oceny dawek. Ocena powinna uwzględ-

nić wszelkie rozsądnie wyobrażalne połączenia narażeń i ich narastanie. Jeśli w jakiejś sytuacji taka weryfikacja zgodności nie jest możliwa, to kierując się przezornością należy ograniczyć długość składową dawki indywidualnej pochodzącej ze źródła – limitem roboczym dawki rzędu 0,1 mSv w dowolnym roku użytkowania źródła.

**Dawki graniczne:** w odniesieniu do dawek granicznych ogólnie obowiązująca norma międzynarodowa stanowi, że suma narażeń pochodzących ze wszystkich działalności objętych dozorem powinna być ograniczona do dawki granicznej, równej 1 mSv na rok. Podkreśla się również, że odpowiednie władze krajowe oraz, w razie potrzeby, odpowiednie organizacje międzynarodowe, powinny rozważyć sytuacje, w których może dojść do narastania długotrwałych składowych narażeń przypisywanego wszystkim działalnościami objętym dozorem, na skutek akumulacji pozostałości promieniotwórczych związanych z działalnościami nadal funkcjonującymi. Należy zapobiegać sytuacjom, w których zsumowana roczna dodatkowa dawka indywidualna przypisywana wszystkim bieżącym i przewidywanym w przyszłości działalnościami, przekracza dawkę graniczną równą 1 mSv w ciągu roku.

Na rysunku 3 przedstawiono międzynarodowe zalecenia ilościowe dotyczące ograniczania dawek, włącznie z limitami roboczymi dawki i dawkami granicznymi dla działalności. Na rysunku przedstawiono również obszar dawek, w którym stosuje się optymalizację, a także poziomy wyłączenia.

Reasumując, międzynarodowa praktyka kontroli uwolnień materiałów promieniotwórczych



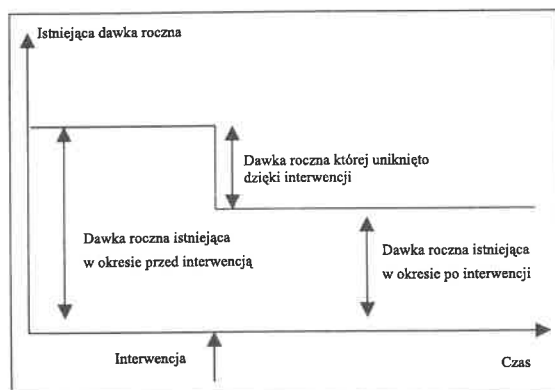
Rys.3 Zalecane wartości liczbowe dla limitów roboczych dawki i dawek granicznych dla działalności

czych do środowiska opiera się na wcześniejszej ocenie ilości substancji promieniotwórczych jakie zostaną uwolnione, potencjalnych dróg narażenia ludzi i możliwych dawek, a następnie na określeniu, czy działalność z której spodziewane są uwolnienia jest uzasadniona, czy środki kontroli są optymalne i czy w żadnym przypadku dawki indywidualne nie przekroczą odpowiednich limitów roboczych dawki i dawek granicznych.

## OCHRONA PRZED POZOSTAŁOŚCIAMI PO UWOLNIENIACH

Usuwanie materiałów promieniotwórczych do środowiska może mieć charakter niekontrolowany lub przypadkowy, a w rezultacie w środowisku życiowym człowieka mogą się znajdować znaczące ilości pozostałości promieniotwórczych. W takich przypadkach nadal istnieje możliwość interwencji z zastosowaniem środków ochronnych wobec narażonych. Takie niepożądane sytuacje zdarzały się w przeszłości na skutek awarii, takich jak awaria w elektrowni jądrowej w Czarnobylu w byłym Związku Radzieckim, lub za sprawą nieregulowanych uwolnień o charakterze militarnym (np. pozostałości promieniotwórcze odziedziczone po okresie zimnej wojny).

Zasady Systemu Ochrony Radiologicznej dla interwencji to: uzasadnienie interwencji oraz optymalizacja działań ochronnych. Zasady te powinny być stosowane do wszelkich sytuacji narażenia *de facto*, które dotyczą sytuacji możliwych do kontrolowania przy istniejącym narażeniu,



Rys.4 Schematyczne przedstawienie istniejącej dawki rocznej przed i po interwencji

np. kiedy istniejąca dawka roczna jest obecna i dzięki interwencji można jej częściowo uniknąć (patrz rysunek 4).

Jest oczywiste, że zasady dotyczące interwencji nie stosują się do wyprzedzającego kontrolowania usuwania substancji promieniotwórczych, ale raczej do pozostałości, jakie mogą się znaleźć w środowisku życiowym człowieka na skutek usuwania substancji promieniotwórczych odbywającego się poza kontrolą.

### Uzasadnienie interwencji

Uzasadnienie interwencji w sytuacjach istniejącego narażenia powinno być oceniane na drodze *procesu wspomagania decyzji*, który wymaga pozytywnego zrównoważenia wszystkich istotnych atrybutów związanych z ochroną radiologiczną. Atrybuty te obejmują dawki roczne, których można uniknąć dzięki interwencji, zarówno indywidualne jak i kolektywne, oczekiwane zmniejszenie niepokoju społecznego spowodowanego daną sytuacją, uspokojenie uzyskane dzięki interwencji, oraz społeczne koszty, szkody i zakłócenia, jakie mogą być skutkiem wdrożenia działań ochronnych. Wyniki otrzymane w takim procesie wspomagania decyzji powinny być wykorzystane jako dane wejściowe dla procesu podejmowania decyzji, który może obejmować jeszcze inne aspekty i może dotyczyć właściwych stron zainteresowanych.

### Optymalizacja działań ochronnych

Optymalizację działań ochronnych można przeprowadzić zgodnie z ogólnym podejściem do optymalizacji ochrony zalecanej w działalności. Optymalną postać, skalę i czas trwania działań ochronnych należy wybrać spośród możliwych interwencji uzasadnionych. W niektórych sytuacjach narażenia długotrwałego jedynym możliwym wynikiem procesu optymalizacji może być ograniczenie korzystania ze środowiska życiowego człowieka.

### Poziomy odniesienia

Oczekuje się, że władze państwowe (oraz, w razie potrzeby, odpowiednie organizacje międzynarodowe) z wyprzedzeniem ustalą określone poziomy odniesienia (np. poziomy interwencji, poziomy działania i poziomy

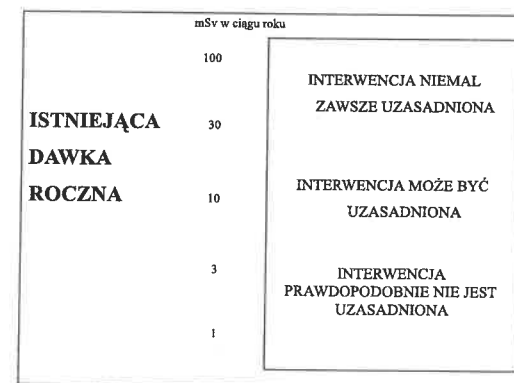
wyłączenia z interwencji) dla szczególnych sytuacji narażenia długotrwałego, które mogą być podatne na interwencje. Wielkości te można wygodnie wyrazić w kategoriach dawek możliwych do uniknięcia, tzn. dawek, których zgodnie z oczekiwaniami można uniknąć dzięki interwencji, lub w kategoriach odpowiednich wielkości pomocniczych. Podejmowanie we właściwym czasie decyzji dotyczących interwencji oraz efektywne wykorzystanie środków może być ułatwione przez użycie wcześniej ustalonych poziomów odniesienia. Jednak ich niewłaściwe użycie może doprowadzić do niezgodności z zasadami uzasadnienia i optymalizacji.

ICRP zaleca również by do interwencji stosować *ogólne* poziomy odniesienia. Poziomy te są wygodnie wyrażone za pomocą istniejącej dawki rocznej. Są one szczególnie przydatne podczas rozważania interwencji w pewnych sytuacjach, takich jak narażenie na pozostałości promieniotwórcze, będące spadkiem po uwolnieniach z dalekiej przeszłości (np. uwolnienia z prób z bronią jądrową). Jednak używając ogólnych poziomów odniesienia należy postępować z zachowaniem jak największej ostrożności. Jeśli pewne możliwe do kontrolowania składowe istniejącej dawki rocznej wyraźnie dominują, to użycie ogólnych poziomów odniesienia nie powinno zapobiegać podjęciu działań ochronnych zmierzających do zmniejszenia tych dominujących składowych. Takie działania można uruchomić albo na podstawie konkretnych poziomów odniesienia, albo na podstawie indywidualnych decyzji wynikających z wymogów Systemu Ochrony Radiologicznej dla interwencji. Stosowanie ogólnych poziomów odniesienia nie powinno też zachęcać do „handlu” działaniami ochronnymi pomiędzy różnymi składowymi istniejącej dawki rocznej. Niski poziom istniejącej dawki rocznej niekoniecznie oznacza, że nie należy podejmować działań ochronnych dotyczących któregoś z jej składników. I na odwrót, wysoki poziom istniejącej dawki rocznej niekoniecznie oznacza potrzebę podjęcia interwencji.

Przy tych zastrzeżeniach ICRP uznaje, że istniejąca dawka roczna niższa niż około 10 mSv może być stosowana jako ogólny poziom odniesienia, poniżej którego interwencja prawdopo-

dobnie nie będzie uzasadniona w pewnych sytuacjach narażenia długotrwałego. Poniżej tego poziomu działania ochronne zmierzające do zmniejszenia dominującego składnika istniejącej dawki rocznej mogą wchodzić w grę i mogą być uzasadnione. W takich przypadkach poziomy działania odnoszące się do konkretnych składników można ustalić na podstawie odpowiednich ułamków zalecanych ogólnych poziomów odniesienia. Może się zdarzyć, że powyżej poziomu poniżej którego interwencja prawdopodobnie nie jest uzasadniona, interwencja będzie konieczna i powinna być uzasadniona na podstawie decyzji jednostkowej. Sytuacje, w których dla dawki rocznej (równoważnej) zachodzi możliwość przekroczenia wartości progowych dla skutków deterministycznych w odpowiednich narządach, powinny wymagać interwencji. Wzrost istniejącej dawki rocznej do wartości dochodzących do 100 mSv niemal zawsze uzasadnia interwencję; taka istniejąca dawka roczna może być wykorzystywana jako ogólny poziom odniesienia dla wprowadzenia działań ochronnych w każdych wyobrażalnych okolicznościach.

Rysunek 5 przedstawia zalecane ogólne poziomy odniesienia.

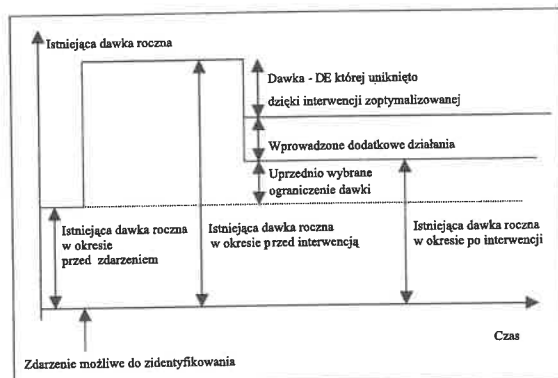


Rys.5 Zalecane ogólne poziomy odniesienia wyrażone w kategoriach istniejącej dawki rocznej

### Dawne pozostałości promieniotwórcze

W sytuacjach spowodowanych obecnością pozostałości promieniotwórczych w środowisku życiowym człowieka, które są skutkiem przeszłych awarii i innych uwolnień nieregulowanych, postępowanie z narażeniem jest trudne. Jak już wspomniano, w odniesieniu do działalności

objętych dozorem, zalecane limity robocze dawki i dawki graniczne są stosowane wyprzedzająco do narażeń, które – jak się oczekuje – pozostaną po zaprzestaniu działalności, np. na terenie likwidowanego obiektu. Z drugiej strony, w odniesieniu do promieniotwórczych pozostałości po innych dawnych działaniach człowieka i zdarzeniach, które nie podlegały takiej kontroli dozorowej, potrzeba wprowadzenia działań ochronnych, ich postać, skala i czas trwania, powinny być określone na zasadzie indywidualnej. Należy to robić raczej zgodnie z zalecanymi zasadami uzasadnienia interwencji i optymalizacji działań ochronnych, niż za pomocą uprzednio wybieranych ograniczeń dawki indywidualnej. (W razie potrzeby, jako wskazówkę, można wy-



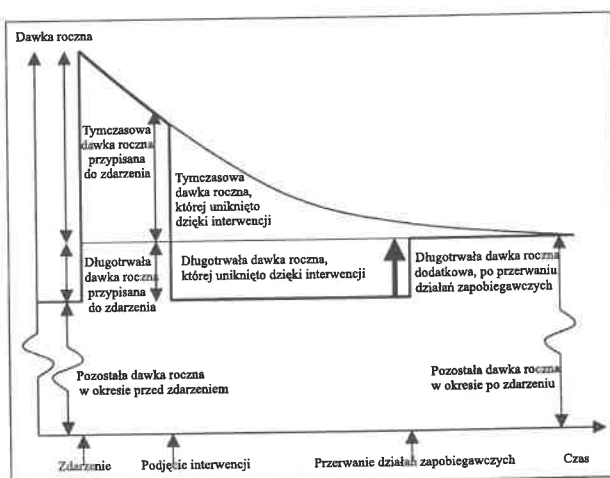
Rys.6 Dodatkowe (oprócz optymalnych) działania ochronne w przypadku zdarzeń możliwych do zidentyfikowania

korzystać zalecane ogólne poziomy odniesienia.) Jednak w tych przypadkach, gdy można wskazać przyczyny sytuacji oraz gdy osoby odpowiedzialne za powstanie pozostałości mogą być retrospektywnie pociągnięte do odpowiedzialności za wprowadzane działania ochronne, właściwe może być wprowadzenie konkretnych ograniczeń w odniesieniu do dawek indywidualnych przypisywanych tym pozostałościom oraz ograniczenie wynikających stąd dawek do wartości niższych niż wartości wynikające z procesu optymalizacji (patrz rys. 6). W tym celu od osób odpowiedzialnych za powstanie sytuacji można zażądać wprowadzenia dodatkowych

działań ochronnych. Jednak takie konkretne ograniczenia dawki mogą mieć wartość większą niż limity robocze dawki i dawki graniczne używane w przypadku działalności. Pozostałości, które uznano za nie wymagające podjęcia działań ochronnych, nie powinny podlegać dalszym ograniczeniom.

### Awarie

Prawdopodobieństwo wystąpienia awarii jądrowej, takiej jak awaria w Czarnobylu, jest małe. Jednak kiedy to takiej awarii dochodzi, może też dojść do uwolnienia dużych ilości materiałów promieniotwórczych do środowiska, co powoduje powstanie unikalnego układu sytuacji możliwego narażenia. W takich przypadkach konieczne może być wprowadzenie działań ochronnych które powodują zakłócenia, takich jak ewakuacja lub inne ograniczenia „normalnych” warunków życia (patrz rysunek 7, na którym przedstawiono ewolucję dawki działań ochronnych). W końcu, powrót do „normalności” może spowodować przerwanie takich działań na pewnym etapie, pomimo dalszego utrzymywania się szczątkowego narażenia długotrwałego. Najprostszą podstawą dla uzasadnienia przerwania interwencji prowadzonej w następstwie awarii jest potwierdzenie, że narażenie zmniejszyło się do wartości odpowiadających poziomom działania, które



Rys.7 Ewolucja dawki rocznej w przypadku awarii, po której nastąpiła interwencja

spowodowałyby interwencję. Jeśli takie zmniejszenie narażenia nie jest możliwe, to podstaw dla przerwania interwencji mógłby dostarczyć ogólny poziom odniesienia odpowiadający istniejącej dawce rocznej, poniżej której interwencja prawdopodobnie nie jest uzasadniona. Jednak przerwanie działań ochronnych prowadzonych przez wiele lat może być trudne; narażona ludność może nie akceptować tej decyzji i nad korzyściami wynikającymi z przerwania działań interwencyjnych może przeważać presja społeczna. W takich przypadkach sprawą zasadniczej wagi jest udział zainteresowanych stron w procesie podejmowania decyzji. Po przerwaniu interwencji pozostała istniejąca dawka roczna nie powinna wpływać na normalne warunki życia na tym terenie (włącznie z decyzjami dotyczącymi wprowadzania nowych działalności), nawet jeśli taka dawka jest większa niż dawka występująca na tym terenie przed awarią.

### Towary powszechnego użytku

Potencjalnym skutkiem uwolnienia materiałów promieniotwórczych do środowiska jest obecność długożyciowych izotopów promieniotwórczych w towarach powszechnego użytku. Jeśli izotopy promieniotwórcze można powiązać z jakimś zastosowaniem, to ich poziom w towarach użytkowych może być kontrolowany za pośrednictwem zasad Systemu Ochrony Radiologicznej dla działalności. W innych przypadkach poziomy te powinny konceptualnie podlegać działaniom interwencyjnym. Jednak, głównie za sprawą globalizacji rynków, poziomy wyłączenia spod interwencji dla izotopów promieniotwórczych w towarach nie mogą być ustalane na zasadzie indywidualnej, ale muszą podlegać standaryzacji. Jest mało prawdopodobne, by towary kilku rodzajów stanowiły jednocześnie źródło dużego narażenia długotrwałego dla jakiegokolwiek pojedynczej osoby. Na podstawie tego założenia ICRP zaleca, by maksymalny ogólny poziom wyłączenia spod interwencji wynosił około 1 mSv w odniesieniu do indywidualnej dawki rocznej oczekiwanej w związku z dominującym typem towaru, takim jak pewne materiały budowlane, które w pewnych okolicznościach mogą być przyczyną znaczącego narażenia długotrwałego. Na podstawie tego zalecenia

oraz porozumienia międzynarodowego stanowiącego, że źródła powodujące dawkę roczną równą 0,01 mSv mogą być wyłączone spod kontroli dozorowej, właściwe organizacje międzynarodowe wyznaczają poziomy wyłączenia towarów spod interwencji odnoszące się do konkretnych izotopów promieniotwórczych. Niedawna uchwała Konferencji Generalnej MAEA zawiera wniosek by do roku 2002 ustanowić dla towarów (zwłaszcza żywności i drewna) międzynarodowo uzgodnione poziomy wyłączenia spod interwencji.

ICRP podkreśla, że poziomy wyłączenia spod interwencji nie mogą być wykorzystywane, ani bezpośrednio ani pośrednio, do osłabiania ograniczeń nakładanych na aktywności izotopów promieniotwórczych, które mogą być uwolnione w ramach działalności; nie powinny być wykorzystywane do zwalniania recyklingu materiałów pochodzących z likwidacji działalności (w takich sytuacjach należy raczej stosować kryteria wyłączenia dla działalności).

Ze szczególnie trudną sytuacją mamy do czynienia w przypadku towarów wytwarzanych na obszarze dotkniętym skutkami uwolnienia materiałów promieniotwórczych na skutek awarii i zawierających substancje promieniotwórcze związane z awarią. Jeśli odpowiednie poziomy aktywności przekraczają takie poziomy w towarach pochodzących z sąsiednich obszarów, to mogą się pojawić problemy związane z akceptacją rynkową – zwłaszcza przy transgranicznym ruchu towarów. Jeśli na terenie dotkniętym skutkami awarii dawki roczne są akceptowalne dzięki zoptymalizowanej strategii interwencyjnej, to sytuacja na obszarze poza tym terenem też powinna być akceptowalna, ponieważ wszędzie poza tym terenem dawki indywidualne związane z użytkowaniem towarów wyprodukowanych na terenie nie dotkniętym skutkami awarii zwykle nie przekroczą takich dawek na terenie dotkniętym skutkami awarii. Jeśli ograniczenia dotyczące towarów produkowanych na obszarze dotkniętym skutkami awarii nie zostały zniesione, to nie należy wznowiać produkcji towarów objętych restrykcjami. I na odwrót, jeśli ograniczenia zostały zniesione, to produkcję można wznowić. W razie proponowanego zwiększenia produkcji, należy przeprowadzić odpowiednie



uzasadnienie. W okolicznościach gdy ograniczenia zostały zniesione w ramach decyzji o powrocie do „normalnego” życia, zagadnienie wznowienia i potencjalnego wzrostu produkcji na obszarze dotkniętym skutkami awarii powinny być rozpatrzone w ramach tej decyzji i nie powinny wymagać dalszych rozważań.

Komisja Codex Alimentarius WHO / FAO przyjęła ogólne poziomy wyłączenia spod interwencji dla izotopów promieniotwórczych w żywności w następstwie awarii. Poziomy te zostały wbudowane do międzynarodowych norm ochrony radiologicznej. U osób spożywających taką żywność doprowadziłyby do dawek indywidualnych rzędu kilku milisiwertów rocznie.

#### **Odprowadzanie do środowiska gorących cząstek: narażenie potencjalne**

W szczególnych okolicznościach, zwłaszcza podczas awarii pewnego typu, uwolnienia substancji promieniotwórczych do środowiska mogą zawierać tak zwane „gorące cząstki”, tzn. nieduże cząstki materiału, z których każda zawiera duże stężenie materiału promieniotwórczego. Może to doprowadzić do powstawania w środowisku życiowym człowieka pozostałości promieniotwórczych, które na ogół są bardzo rozproszone i stwarzają sytuacje narażenia potencjalnego. Są to sytuacje, w których istnieje możliwość, ale nie pewność, narażenia faktycznego. W takich sytuacjach ICRP zaleca wyznaczanie poziomów działania na podstawie bezwarunkowego prawdopodobieństwa powstania u ludzi śmiertelnych zdrowotnych skutków stochastycznych, które można przypisać sytuacji związanej z narażeniem. Takie prawdopodobieństwo należy oceniać łącząc następujące prawdopodobieństwa: prawdopodobieństwo narażenia na działanie gorących cząstek; prawdopodobieństwo wniknięcia gorącej cząstki do organizmu na skutek takiego narażenia; prawdopodobieństwo otrzymania dawki na skutek takiego wniknięcia; oraz prawdopodobieństwo wystąpienia skutku stochastycznego spowodowanego przez tę dawkę (prawdopodobieństwa te powinny być całkowane po całym zakresie sytuacji i możliwych dawek). Podczas wyznaczania takich poziomów działania należy również uwzględnić możliwość

wystąpienia zlokalizowanych skutków deterministycznych spowodowanych wniknięciem gorących cząstek do organizmu.

#### **DZIAŁANIA NA RZECZ STOSOWANIA NORM**

Główna funkcja MAEA polega na tym, by na wniosek każdego państwa udzielać pomocy w stosowaniu norm bezpieczeństwa MAEA, włącznie ze stosowaniem wskazówek dotyczących kontrolowania procesów odprowadzania substancji promieniotwórczych do środowiska.

Funkcję tę, stanowiącą znaczną część działalności MAEA w zakresie ochrony przed promieniowaniem, MAEA wykonuje za pośrednictwem pięciu wymienionych niżej mechanizmów:

- udzielanie państwom członkowskim bezpośredniej pomocy ułatwiającej im dostosowanie się do norm;
- popieranie wymiany informacji dotyczących odpowiednich zagadnień w zakresie ochrony;
- popieranie działań w zakresie edukacji i szkolenia;
- wspieranie działalności badawczej i rozwojowej, zwłaszcza dotyczącej nie rozwiązanych lub kontrowersyjnych zagadnień w zakresie stosowania norm; oraz
- świadczenie usług związanych ze specjalistycznymi przeglądami i ocenami, których ostatecznym celem jest sprawdzenie właściwego przestrzegania norm i zaleceń międzynarodowych.

#### **PERSPEKTYWY**

Trzecie tysiąclecie będzie świadkiem ekspansji globalnej współpracy w dziedzinie ochrony przed promieniowaniem i bezpieczeństwa radiacyjnego, a zatem i międzynarodowej harmonizacji norm ochrony przed promieniowaniem i bezpieczeństwa radiacyjnego. Umożliwi to jednorodne wzmocnienie międzynarodowych środków umożliwiających kontrolowanie uwolnień promieniotwórczych na całym świecie. Mechanizmem umożliwiającym osiągnięcie tego celu są międzynarodowe zasady bezpieczeństwa radiacyjnego, które *de facto* są

ustanawiane pod egidą MAEA. Oprócz już istniejących konwencji międzynarodowych i zbioru międzynarodowych norm oraz międzynarodowych ustaleń dotyczących stosowania tych norm, do tych zasad zostaną wkrótce dołączone nowe elementy, gdy tylko państwa wyrażą na to zgodę. Pierwszym etapem będzie wprowadzenie dalszych dokumentów o cha-

rakterze prawnie obowiązującym oraz wprowadzenie wzmocnionych norm. Ostatecznym celem społeczności międzynarodowej powinno być wprowadzenie obowiązkowych ocen sprawdzających i potwierdzających przestrzeganie postanowień tych dokumentów.

*Tłumaczyła Wanda Stępień-Rudzka*

**NOTATKI**