

ISSN 2353-9062

4 (106) 2016

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE I OCHRONA RADIOLOGICZNA



PAŃSTWOWA
AGENCJA
ATOMISTYKI

Wydawca:



Redakcja: ul. Krucza 36, 00-522 Warszawa
TEL. 22 695 98 22, 629 85 93
FAX 22 695 98 15
E-MAIL biuletyn@paa.gov.pl
WWW. paa.gov.pl

Maciej JURKOWSKI, Przewodniczący Rady Programowej

Marek WOŹNIAK, Redaktor naczelny

ISSN 2353-9062 (publikacja elektroniczna)

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE I OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 4 (106) 2016
Warszawa

Spis treści

Maciej Jurkowski Zakończenie wywozu wypalonego paliwa jądrowego z Polski w ramach GTRI	7
Piotr Leśny Zmiany w Zintegrowanych Systemach Zarządzania obiektami jądrowymi.	17
Maciej Lemiesz Odpowiedzialność za szkodę jądrową na gruncie prawa międzynarodowego.	23
Paulina Giżowska <i>Nuclear forensics</i> , czyli do czego służy jądrowa ekspertyza kryminalistyczna	30
Mateusz P. Sikora Kogeneracja jądrowa – czy oznacza reaktory wysokotemperaturowe w elektroenergetycznym systemie Polski?	35
Bartosz Skłodowski Rola dozoru jądrowego w systemie bezpieczeństwa państwa – zarys analizy systemowej	45

Szanowni Państwo

Bieżący numer Biuletynu rozpoczyna się wspomnieniem o naszym Koledze, długoletnim inspektorze dozoru jądrowego, panu mgr inż. Bogdanie Więclawie, zmarłym 7 września 2016 roku. Był człowiekiem o szerokiej wiedzy i ogromnym doświadczeniu w dozorze nad przemysłowymi zastosowaniami źródeł promieniotwórczych, mentorem i wychowawcą młodych kadr dozorowych, powszechnie lubianym i szanowanym, pełnym humoru człowiekiem. *Requiescat in pace!*

Również we wrześniu dobiegł końca wieloletni program wywozu z Polski wypalonego paliwa jądrowego o tzw. wysokim wzbogaceniu (HEU), realizowany ze znaczącym wsparciem finansowym i logistycznym USA, w ramach amerykańskiej Inicjatywy Redukcji Zagrożeń Globalnych GTRI. Dokonano mianowicie ostatniego już wywozu tego rodzaju paliwa z NCBJ w Świerku do zakładów Majak w Federacji Rosyjskiej jako kraju producenta tego paliwa. W pierwszym artykule, zamieszczonym w tym numerze, zawarłem informacje o genezie i zakresie tego programu oraz historii zaangażowania różnych instytucji w Polsce w jego realizację.

W drugim artykule pan **Piotr Leśny** opisuje zmiany jakie zaszły w ostatnich latach w wymaganiach prawnych, normach bezpieczeństwa MAEA i standardach systemów zarządzania jakością ISO, dotyczących zintegrowanych systemów zarządzania obiektami jądrowymi. Artykuł stanowi rozwinięcie i uzupełnienie wcześniejszej publikacji autora na ten temat w naszym Biuletynie nr 1(99)2015.

W trzecim artykule pan **Maciej Lemiesz** porusza tematykę, która dawno nie gościła na naszych łamach, omawia mianowicie zagadnienie odpowiedzialności za szkodę jądrową na gruncie prawa międzynarodowego, historię powstawania systemów międzynarodowych opartych na Konwencji paryskiej i wiedeńskiej, oraz zasady odpowiedzialności operatora urzędującego jądrowego przyjęte w tych systemach i niektóre związane z tym problemy.

W kolejnym artykule pani **Paulina Giżowska** powraca do tematyki bezpieczeństwa fizycznego (*security*) omawiając wykorzystanie metod jądrowej analizy kryminalistycznej (*nuclear forensics*) w przeciwdziałaniu nielegalnemu obrotowi materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi.

Interesujący temat pomysłu kontynuacji programu energetyki jądrowej w Polsce z próbą poszerzenia go o reaktory IV-tej generacji pod hasłem kogeneracji jądrowej podjął w swoim artykule pan **Mateusz Sikora**, analizując w nim historię rozwoju technologii reaktorów jądrowych z moderatorem grafitowym chłodzonych gazem, m.in. w kierunku wykorzystania ich jako wysokotemperaturowego źródła ciepła dla procesów przemysłowych.

Numer zamyka artykuł pana **Bartosza Skłodowskiego**, który podejmuje próbę systemowej analizy wpływu dozoru jądrowego na system bezpieczeństwa państwa przy pomocy metod i sposobu wnioskowania charakterystycznego dla nauk społecznych, opierając się na własnych, subiektywnych obserwacjach praktyki działania PAA w niektórych obszarach, przyjętych za istotne dla podjętego tematu.

Życząc owocnej lektury składam również Państwu w imieniu Redakcji i swoim najlepsze życzenia z okazji zbliżających się Świąt Bożego Narodzenia oraz Nowego Roku – radosnego świętowania oraz sukcesów i wszelkiej pomyślności w 2017 roku.

Przewodniczący Rady Programowej
Maciej Jurkowski



Odszedł od nas Bogdan Więclaw



W dniu 7 września 2016 r. zmarł w wieku 75 lat nasz Kolega – Bogdan Więclaw

Bogdan Więclaw, absolwent Politechniki Warszawskiej, od lat związany był z atomistyką. W latach 1962–1970, pracując w Przedsiębiorstwie Poszukiwań Geofizycznych, zajmował się wykorzystaniem źródeł promieniotwórczych do pomiarów w odwiertach geofizycznych. Następnie w latach 1970–1998, jako pracownik Instytutu Badań Jądrowych na Żeraniu, później Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej, w dalszym ciągu zajmował się przemysłowym zastosowaniem źródeł promieniotwórczych, w szczególności metodami znacznikowymi z wykorzystaniem izotopów promieniotwórczych. Z dozorem jądrowym związał się w 1998 r. jako pracownik Państwowej Agencji Atomistyki i inspektor dozoru jądrowego w Departamencie Nadzoru Zastosowań Promieniowania Jonizującego, później Departamencie Ochrony Radiologicznej. Jego wielką zasługą było wypracowywanie dobrych praktyk związanych z nadzorem nad jednostkami organizacyjnymi wykonującymi działalność z urządzeniami rentgenowskimi w momencie przejścia tego nadzoru od inspekcji sanitarnej w 2002 r. Wiedza i nabyte doświadczenie w dziedzinie urządzeń rentgenowskich stawiały Go w rzędzie wysokiej klasy specjalistów w tej dziedzinie.

Pozostanie w naszej pamięci jako człowiek o niezwykle szerokiej wiedzy i ogromnym doświadczeniu, niezbędnych w pracy inspektora dozoru jądrowego. Nieoceniony w pracach komisji egzaminacyjnych, przyczynił się do podniesienia poziomu wiedzy i kultury bezpieczeństwa całej rzeszy osób uzyskujących uprawnienia inspektora dozoru jądrowego i inspektora ochrony radiologicznej. Do końca uczestniczył w pracach komisji egzaminacyjnych.

Dla nas był przede wszystkim przyjacielem i kolegą, człowiekiem ciepłym, z poczuciem humoru. Jego oddanie pracy dla wielu było wzorem do naśladowania.

Będzie nam Jego brakowało.

Koleżanki i Koledzy z Państwowej Agencji Atomistyki

Zakończenie wywozu wypalonego paliwa jądrowego z Polski w ramach GTRI

Maciej Jurkowski
Państwowa Agencja Atomistyki

Wstęp

W końcu września 2016 r. dokonano ósmej, a zarazem już ostatniej z cyklu w wieloletnim programie, operacji wywozu wypalonego paliwa jądrowego z polskich reaktorów badawczych do Federacji Rosyjskiej, w ramach amerykańskiej inicjatywy o zasięgu globalnym – GTRI (*Global Threat Reduction Initiative*). W inicjatywie tej, wspieranej przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (MAEA), uczestniczyło ponad 20 państw, w tym Polska.

Pierwszy taki wywóz z Polski nastąpił w połowie września 2009 r., a poprzedziło go wiele działań dyplomatycznych, organizacyjnych i technicznych, angażujących szereg polskich organów państwowych i instytucji, w tym Państwową Agencję Atomistyki jako polski urząd dozoru jądrowego. Zakończenie tego procesu jest okazją, by przypomnieć jego genezę i przebieg, tym bardziej że do czasu jego zakończenia szereg informacji związanych z jego przebiegiem objętych było klauzulą niejawności.

Geneza GTRI

Inicjatywa Redukcji Globalnego Zagrożenia (GTRI) to amerykański program rządowy, u którego podłoża legły niewątpliwie m.in. wnioski z ataku na WTC¹ we wrześniu 2001 roku. Program [2] utworzony przez Sekretarza ds. Energii USA Spencera Abrahama został ogłoszony 26 maja 2004 r. na forum Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) w Wiedniu.

Program stanowił realizację idei prezydenta USA G.W. Busha, który w przemówieniu w amerykańskim Narodowym Uniwersytecie Obrony (*National Defense University*) w dniu 11 lutego 2004 r. stwierdził, że „największym ryzy-

kiem dla Stanów Zjednoczonych i dla każdego innego miejsca na Ziemi jest możliwość terrorystycznego ataku jądrowego lub radiologicznego”.

Celem GTRI [1] było zminimalizowanie, tak szybko jak to tylko możliwe, ilości łatwo dostępnych materiałów jądrowych, które mogłyby być użyte w broni jądrowej, jak również ustanowienie mechanizmów, które zapewniłyby, że materiały jądrowe i promieniotwórcze oraz związane z nimi urządzenia, gdziekolwiek na świecie się znajdują, nie będą użyte w niepożądanych celach. Cel powyższy miał być osiągnięty nie tylko przez rozwój istniejących programów kontroli, ochrony fizycznej, zabezpieczenia i odzyskiwania materiałów jądrowych i promieniotwórczych, ale również przez zminimalizowanie i – docelowo – wyeliminowanie wysoko- wzbogaconego uranu z użycia do celów pokojowych i zastąpienie go uranem nisko- wzbogaconym.

By to osiągnąć, Program zakładał następujące działania [1]:

- konwersję rdzenia reaktorów badawczych ze stosujących wysokowzbogacone paliwo HEU (*High-Enriched Uranium*)² na stosujące paliwo niskowzbogacone LEU (*Low-Enriched Uranium*)³,
- zwrot zapasu wysokowzbogaconego świeżego paliwa jądrowego do kraju producenta oraz
- zwrot do kraju producenta wypalonego paliwa jądrowego HEU, stosowanego w czasie dotychczasowej eksploatacji reaktorów badawczych.

Departament USA ds. Energii do realizacji ww. celów wyznaczył Administrację ds. Narodowego Bezpieczeństwa Jądrowego NNSA (*National Nuclear Security Administration*). NNSA utworzyła dla realizacji GTRI odrębną jednostkę – *Office of the Global Threat Reduction*, która podjęła działania w czterech następujących obszarach Programu GTRI [2]:

¹ WTC – wieżowce World Trade Center w Nowym Jorku.

² O wzbogaceniu w uran-235 większym niż 20%.

³ O wzbogaceniu w uran-235 nieprzekraczającym 20%.

- Zwrot rosyjskiego paliwa z reaktorów badawczych, **RRRFR** (*Russian Research Reactor Fuel Return*) – wyeliminowanie zapasów świeżego rosyjskiego paliwa HEU (wysokowzbogaconego) przez pomoc krajom je stosującym w konwersji ich reaktorów badawczych na paliwo LEU (niskowzbogacone).
- Zredukowanie wzbogacenia w reaktorach badawczych i eksperymentalnych, **RERTR** (*Reduced Enrichment for Research Reactors and Test Reactors*) – przystosowanie procesów produkcji radioizotopów do celów medycznych i innego naświetlania w reaktorach badawczych do wykorzystywania wyłącznie paliwa LEU.
- Przyjęcie (przez USA, potem także przez FR⁴) wypalonego paliwa jądrowego z zagranicznych reaktorów badawczych, **FRRSNF** (*Foreign Research Reactor Spent Nuclear Fuel acceptance program*) – wyeliminowanie zapasów wypalonego paliwa jądrowego pochodzącego z USA przez jego zwrot do Stanów; **wkrótce, na podstawie stosownych porozumień między MAEA, USA i Federacją Rosyjską, objęto tym działaniem również zwrot (na koszt USA) do FR wypalonego paliwa jądrowego pochodzącego z ZSRR lub FR, ale jedynie w celu przerobu na wysokoaktywne odpady promieniotwórcze.**
- Program redukcji zagrożenia radiologicznego, **RTR** (*Radiological Threat Reduction program*) – identyfikacja, odzyskanie i zmagazynowanie, z zastosowaniem odpowiednich środków ochrony fizycznej, zamkniętych źródeł i innych substancji promieniotwórczych, które mogą stwarzać ryzyko dla USA i społeczności światowej, jak również zredukowanie zagrożenia stwarzanego przez materiały promieniotwórcze, które mogą być użyte w RDD („*Radiological Dispersive Device*”), czyli w „brudnej bombie”.



Realizacja programu GTRI uzyskała pełne poparcie Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i państw – stron układu o Nierozprzestrzenianiu Broni Jądrowej NPT. W dniach 18-19 września 2004 r. odbyła się w MAEA

w Wiedniu konferencja międzynarodowa poświęcona programowi GTRI, na której Spencer Abraham przedstawił program 590 przedstawicielom ponad 100 państw członkowskich MAEA. Udział w programie zadeklarowało ponad 20 państw eksploatujących reaktory badawcze z paliwem jądrowym typu HEU.

W następstwie konferencji, ówczesny prezes Państwowej Agencji Atomistyki⁵, działając [2] z upoważnienia premiera RP, wystosował do Dyrektora Generalnego MAEA list, w którym oficjalnie zadeklarował przystąpienie Polski do GTRI. Oznaczało to propozycję objęcia programem GTRI reaktora MARIA, to znaczy przeprowadzenie przez jednostkę eksploatującą ten reaktor (wówczas IEA⁶) stosownych analiz, uzyskanie wymaganych zgód i zezwoleń dozoru jądrowego (PAA) i dokonanie konwersji reaktora z paliwa o wzbogaceniu 36% na paliwo o wzbogaceniu nieco poniżej 20%. Ponadto, odesłanie do Federacji Rosyjskiej⁷ bez zbędnej zwłoki świeżego (niewykorzystanego, nienaświetlonego) paliwa o wzbogaceniu 80% oraz **wywiezienie do Federacji Rosyjskiej wypalonego paliwa jądrowego typu HEU, o pierwotnym wzbogaceniu zarówno 80%, jak i 36%, z całego okresu eksploatacji reaktora.** Temu ostatniemu poświęcony jest głównie niniejszy artykuł.

Zakres działań podjętych w Polsce w czterech obszarach GTRI

FRRSNF (z Federacją Rosyjską jako odbiorcą paliwa i finansowaniem przez USA): Jeszcze w maju 2004 r. zostało zawarte Porozumienie między Rządem Stanów Zjednoczonych i Rządem Federacji Rosyjskiej w sprawie współpracy dotyczącej transferu do Federacji Rosyjskiej wypalonego w polskich reaktorach badawczych paliwa jądrowego HEU. Patronat nad Porozumieniem objęła Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej. **Rząd Stanów Zjednoczonych zobowiązał się do pokrycia całości kosztów związanych z operacją planowania, przygotowania, załadunku, transportu i wywozu wypalonego paliwa z Polski oraz jego odbioru, przerobu i przechowywania powstałych w wyniku przerobu odpadów promieniotwórczych (przez okres nie dłuższy niż 20 lat od daty wwozu wypalonego paliwa na terytorium FR) przez uprawnioną organizację w Federacji Rosyjskiej, wyłączając koszty związane z ewentualnymi cłami, podatkami i ubezpieczeniem.**

Dalszy udział Polski w tym obszarze programu wymagał:

- **zawarcia odpowiednich umów międzyrządowych z USA i FR,**

⁴ Federacja Rosyjska.

⁵ Prof. dr hab.inż. Jerzy Niewodniczański.

⁶ Instytut Energii Atomowej w Świerku.

⁷ Jako kraju producenta paliwa jądrowego stosowanego w reaktorze MARIA.

- **podjęcia decyzji odnośnie do odpadów promieniotwórczych powstałych w wyniku przerobu wypalonego paliwa (ich zwrotu do Polski lub odpłatnego pozostawienia w składowisku na terenie Federacji Rosyjskiej).**

Działania te omówiono w dalszej części artykułu.

RRRFR: W sierpniu 2006 r. wywieziono do Federacji Rosyjskiej niemal wszystkie nienaświetlone zestawy paliwowe (ze świeżym paliwem) typu HEU o wzbogaceniu 80%.

RERTR: W styczniu 2007 r. nastąpiło podpisanie przez Dyrektora Generalnego Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej oraz Rządu USA i Polski (za przyzwoleniem Komisji Europejskiej) „Porozumienia między Rzeczpospolitą Polską, Stanami Zjednoczonymi i Międzynarodową Agencją Energii Atomowej w sprawie dostarczenia niskowzbogaconego paliwa jądrowego”. W roku tym rozstrzygnięto również przetarg na dostawy nowego paliwa LEU dla reaktora MARIA (koszt operacji, w tym koszt znacznej partii nowego paliwa, pokryły częściowo USA i MAEA). Przetarg wygrała firma CERCA należąca do francuskiego koncernu AREVA. Firma CERCA wyprodukowała w 2009 r. dwa elementy paliwowe oznaczane symbolem MC o wzbogaceniu 19,75% w U-235, które umieszczono w rdzeniu reaktora MARIA. Testy zakończyły się w pierwszym kwartale 2011 r., a ich wyniki i kontrole wizualne wypalonych elementów paliwowych w basenie technologicznym potwierdziły dobrą jakość i możliwość zastosowania w reaktorze MARIA. Po uzyskaniu odpowiedniej akceptacji Prezesa PAA, we wrześniu 2012 r. rozpoczęto konwersję rdzenia reaktora na paliwo niskowzbogacone poprzez stopniowe wprowadzanie do rdzenia elementów paliwowych MC i zastępowanie nimi elementów paliwowych MR z uranem wysokowzbogaconym. **We wrześniu 2014 r. zakończono eksploatację paliwa wysokowzbo-**

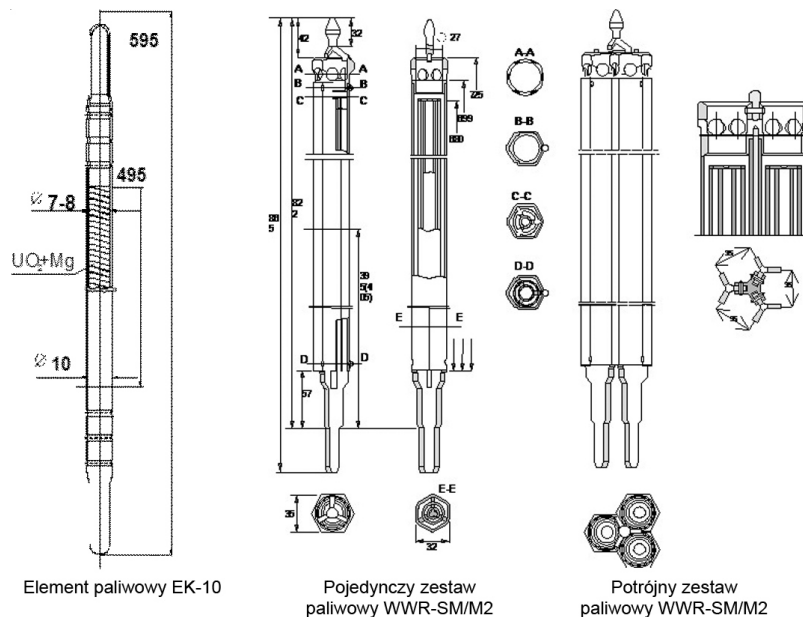
gaconego i oficjalnie konwersję rdzenia na niskowzbogacony. Proces konwersji rdzenia przebiegał bezproblemowo i zgodnie z zaakceptowaną wcześniej przez Prezesa PAA dokumentacją bezpieczeństwa.

RTR: Niezależnie od prac związanych z reaktorem MARIA inspektorzy NNSA w ramach realizacji innych elementów programu GTRI odwiedzili kilkakrotnie Polskę, sprawdzając sposób zabezpieczenia zamkniętych źródeł promieniotwórczych o większej aktywności (stosowanych głównie w medycynie) oraz udzielili pomocy w ich zabezpieczeniu pod względem ochrony fizycznej.

Wypalone paliwo z polskich reaktorów badawczych

Wypalone paliwo jądrowe pojawiło się [4] w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku w 1958 r. w chwili wyładowania z nowo uruchomionego reaktora badawczego EWA pierwszych wypalonych elementów paliwowych. Były nimi elementy paliwowe typu EK-10 (rys. 1). Paliwo EK-10 (LEU – o wzbogaceniu 10% w U-235) było wykorzystywane w reaktorze EWA do końca 1966 roku. W tym okresie reaktor był eksploatowany na mocy 2 MW_t, a następnie 4 MW_t.

Paliwo typu EK-10 nie posiadało atestów, pręty paliwowe nie posiadały oznaczeń. Na podstawie analizy liczby wykorzystanych elementów paliwowych oraz energii wytworzonej w reaktorze w okresie jego eksploatacji z tym typem paliwa, oceniono średnie wypalenie każdego elementu paliwowego na 0,966 MW dni. Paliwo to w liczbie 2595 elementów paliwowych było następnie przechowywane – do września 2012 r. poza budynkiem reaktora EWA – w mokrym przechowalniku w obiekcie nr 19, z tym że w latach 2004–2005 zostało poddane procesowi tzw.



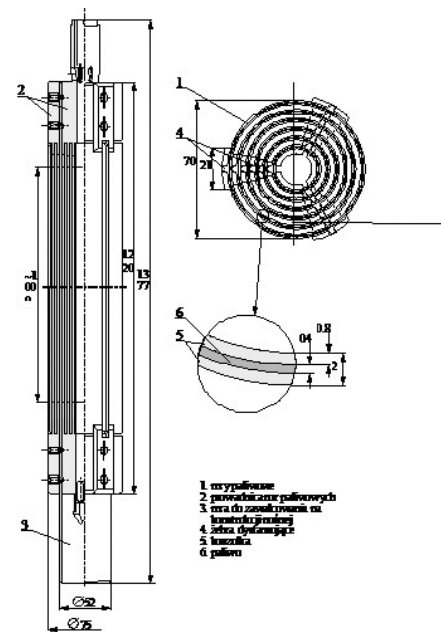
Rys. 1. Konstrukcja elementów/zestawów paliwowych wykorzystywanych w reaktorze EWA.

kapsułowania w komorze gorącej wybudowanej w tym celu w 2003 r. w budynku reaktora EWA. W celu zatrzymania procesu korozji powierzchni tych elementów w środowisku wodnym, umieszczane były one w szczelnych kapsułach wypełnionych helem, a po tym procesie i oznakowaniu ponownie wracały do wypełnionego wodą przechowalnika w obiekcie nr 19 (jednak samo paliwo przechowywane było już bez styczności z wodą, a więc „na sucho”).

Po przebudowie, od 1967 roku, reaktor wykorzystywał paliwo jądrowe typu WWR-SM, a następnie paliwo WWR-M2 (rys. 1). Paliwo WWR-SM (HEU – o wzbogaceniu 36%) było wykorzystywane w reaktorze EWA pracującym na poziomach mocy 6 MW_t, 8 MW_t i 10 MW_t do 1990 r. Od 1989 r. w reaktorze EWA, pracującym wówczas już rutynowo na nominalnej mocy 10 MW_t, zaczęto stosować nowocześniejsze paliwo typu WWR-M2 (także HEU o wzbogaceniu 36%). Paliwo to było wykorzystywane do 1995 r., do momentu wyłączenia reaktora EWA z eksploatacji. Elementy paliwowe WWR-SM i WWR-M2 z eksploatacji reaktora EWA w latach 1967–1995 przechowywane były do końca lutego 2010 r.⁸ w mokrym przechowalniku w obiekcie 19A.

W grudniu 1974 r. został uruchomiony w ówczesnym Instytucie Badań Jądrowych (IBJ) w Świerku reaktor badawczy MARIA. Reaktor ten początkowo (do czerwca 2002 r.) wykorzystywał paliwo jądrowe HEU o wzbogaceniu 80% U-235, w postaci zestawów paliwowych typu MR-6⁹ (rys. 2). W latach 1985–1993 przerwano eksploatację reaktora MARIA w celu dokonania niezbędnych modernizacji zwiększających bezpieczeństwo. Od kwietnia 1999 r. do czerwca 2002 r. przeprowadzono w ciągu 106 kolejnych cykli pracy reaktora konwersję rdzenia reaktora, zmniejszając wzbogacenie paliwa z 80% na 36%. Od kwietnia 1999 r. zaczęto zatem wprowadzać stopniowo do rdzenia reaktora zestawy paliwowe typu MR-6 ze świeżym paliwem HEU o wzbogaceniu 36%, w miejsce usuwanych ze rdzenia wypalonych zestawów MR-6 (i MR-5) o wzbogaceniu pierwotnym 80%.

W rdzeniu reaktora każdy nowy zestaw paliwowy MR był umieszczany w jednym z kanałów technologicznych stanowiących elementy ciśnieniowego obiegu chłodzenia



Rys. 2. Konstrukcja zestawów paliwowych wykorzystywanych w reaktorze MARIA – zestaw paliwowy MR-6.

paliwa w rdzeniu. Po wykorzystaniu w reaktorze wypalony zestaw był wyjmowany z rdzenia reaktora i „schładzany” przez umieszczenie w wodzie w basenie technologicznym przy reaktorze MARIA. Ze względu na postępy korozji najdłużej przechowywanych w ten sposób na mokro wypalonych zestawów paliwowych MR, najstarsze z nich, eksploatowane w latach 1974–2005, zostały zakapsułowane i przeniesione do przechowalnika w obiekcie 19A, gdzie przechowywano je do ich wywozu z Polski w latach 2009–2010. Pozostałe wypalone zestawy paliwowe MR (HEU), pochodzące z eksploatacji reaktora w latach 2006 – 2014, były przechowywane w basenie technologicznym przy reaktorze MARIA do września 2016 r., obok wypalonych zestawów MC (LEU), które wprowadzane były stopniowo do rdzenia od września 2012 r. i po wypaleniu umieszczane i przechowywane w basenie technologicznym reaktora MARIA, gdzie nadal przebywają.

Zestawienie paliwa objętego programem GTRI, pochodzącego z reaktorów MARIA i EWA wg stanu z 2009 r., zawierają odpowiednio tabele 1 i 2 [1].

Tabela 1. Reaktor MARIA – paliwo HEU.

Lp.	Liczba zestawów paliwowych	Typ elementów paliwowych	Wzbogacenie %	Zawartość U [kg] BOL ^{*)}	Zawartość U-235 [kg] BOL	Zawartość Pu-239, [kg] EOL ^{*)}
1	273	MR-6	80	117,97	94,83	0,52
2	15	MR-5	80	5,99	4,81	0,03
3	210	MR-6	36	264,96	95,25	4,47
Razem:	498			388,92	194,89	5,02

^{*)} – *Beginning of Life* (zawartość danego izotopu w świeżym paliwie); *EOL* – *End of Life* (zawartość danego izotopu w wypalonym paliwie).

⁸ Do daty wywozu ostatniego z tych zestawów.

⁹ Zestaw paliwowy MR-6 składał się z 6 koncentrycznych rur paliwowych. Wykorzystano także niewielką ilość paliwa HEU o wzbogaceniu 80% w postaci zestawów paliwowych typu MR-5, z pięcioma koncentrycznymi rurami.

Tabela 2. Reaktor EWA – paliwo HEU.

Lp.	Liczba zestawów paliwowych	Typ elementów paliwowych	Wzbogacenie %	Zawartość U [kg] BOL	Zawartość U-235 [kg] BOL	Zawartość Pu-239 [kg] EOL
1	2004 ^{*)}	WWR	36,2	222,18	80,46	7,86
2	536	WWR	36,1	58,72	21,21	2,06
Razem:	2540			280,90	101,67	9,92

^{**) W przeliczeniu na pojedyncze zestawy paliwowe.}

Tabela 3. Reaktor EWA – paliwo LEU.

Lp.	Liczba elementów paliwowych	Typ elementów paliwowych	Wzbogacenie %	Zawartość U [kg] BOL	Zawartość U-235 [kg] BOL	Zawartość Pu-239 [kg] EOL
1	2595	EK-10	10	211,23	21,12	4,90
Razem:	2595			211,23	21,12	4,90

W tabeli 3 [1] podano dane dotyczące paliwa wypalonego LEU, które zgodnie z otrzymaną ofertą rosyjską można było wywieźć z Polski i pozostawić w Federacji Rosyjskiej na zasadach komercyjnych. Zgodnie z zasadami GTRI koszty jego przygotowania do wywozu, wywozu i przerobu w FR nie podlegały finansowaniu ze środków pochodzących z pomocy USA. W przypadku podjęcia decyzji o wywozie tego paliwa do FR wszystkie ww. operacje, włączając w to także pozostawienie odpadów promieniotwórczych pochodzących z przerobu paliwa EK-10 na terytorium FR, musiałyby być sfinansowane przez stronę polską.

Organizacja wywozu wypalonego paliwa z Polski do Federacji Rosyjskiej

Wywóz wypalonego paliwa z Polski obejmował 3 etapy:

Etap I – do października 2010 r. wywiezienie całości paliwa HEU o wzbogaceniu 36% z reaktora EWA oraz całości paliwa o wzbogaceniu 80% z reaktora MARIA.

Etap II – wywiezienie po wynegocjowaniu i zawarciu stosownej umowy z Federacją Rosyjską całości wypalonego paliwa LEU pochodzącego z początkowego okresu eksploatacji reaktora EWA.

Etap III: wywiezienie w latach 2014–2016 pozostałego paliwa HEU z reaktora MARIA, po pomyślnym przeprowadzeniu i zakończeniu konwersji jego rdzenia na paliwo niskowzbogacone LEU.

W celu przygotowania i realizacji etapu I programu w dniu 14 listopada 2007 r. Prezes Rady Ministrów RP wydał Zarządzenie Nr 132 w sprawie powołania Międzyresortowego Zespołu do spraw Koordynacji Zadań Związanych z Realizacją przez Rzeczpospolitą Polską „Międzynarodowego Programu Zwrotu Paliwa z Reakto-

rów Badawczych dostarczonego przez Rosję”. W skład Zespołu weszli:

- przewodniczący Zespołu – Prezes Państwowej Agencji Atomistyki
- członkowie – upoważnieni do podejmowania decyzji przedstawiciele wyznaczeni przez:
 - ministra właściwego do spraw finansów publicznych,
 - ministra właściwego do spraw gospodarki,
 - ministra właściwego do spraw zagranicznych,
 - ministra właściwego do spraw transportu,
 - ministra właściwego do spraw Skarbu Państwa;
- sekretarz – osoba wskazana przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki¹⁰.

Zespół został utworzony na okres wykonywania zadań określonych z Zarządzeniu, nie dłuższy jednak niż do dnia 31 marca 2011 r.

Zadania zespołu obejmowały:

1. Przygotowanie odpowiedzi na wystąpienia strony amerykańskiej, dotyczące pomocy amerykańskiego rządu przy wywozie wypalonego paliwa jądrowego do Rosji.
2. Szczegółowe określenie spraw i zadań związanych z wywozem wypalonego paliwa jądrowego, które muszą być rozstrzygnięte lub wykonane przed rozpoczęciem przygotowania projektów umów z Rosją i ew. krajem tranzytu oraz opracowanie harmonogramu zadań ze wskazaniem osób odpowiedzialnych za ich realizację.
3. Realizację zadań i opracowanie projektów umów, o których mowa wyżej.
4. Monitorowanie realizacji wywozu wypalonego paliwa jądrowego do Rosji.

Zadania Zespołu zostały zrealizowane. Zidentyfikowano zagadnienia formalno-prawne oraz techniczne konieczne do realizacji wywozu z polski wypalonego paliwa jądrowego. Ustalono harmonogram prac i monitorowano ich realizację. Rozwiązano zagadnienia dotyczące podatku od wartości dodanej (VAT) oraz ceł. W całym procesie wywo-

¹⁰Sekretarzem Zespołu został ówczesny Dyrektor Generalny PAA, mgr inż. Janusz Włodarski – późniejszy Prezes PAA w latach 2011–2016.

zu wypalonego paliwa jądrowego z polskich reaktorów badawczych do Federacji Rosyjskiej strona polska nie poniosła żadnych kosztów związanych z podatkiem VAT lub opłatami celnymi.

Zawarcie umów międzyrządowych z USA i Federacją Rosyjską

W czerwcu 2007 r. Ambasada Stanów Zjednoczonych w Warszawie przekazała Ministrowi Skarbu Państwa RP (poprzez Ministerstwo Spraw Zagranicznych RP) propozycję zawarcia umowy międzyrządowej – w formie wymiany not dyplomatycznych – w sprawie pomocy dotyczącej wywozu wypalonego paliwa jądrowego z polskich reaktorów badawczych do Federacji Rosyjskiej. W załączeniu do noty przekazano projekt umowy wdrażającej.

W wyniku prac opisanego wyżej Zespołu ds. Koordynacji, obok wymiany not dyplomatycznych umożliwiających uruchomienie programu wywozu po stronie amerykańskiej, doprowadzono do podpisania z Amerykanami umowy na szczeblu odpowiednich ministerstw Polski (Ministerstwo Gospodarki) i USA (US DoE)¹¹, tworzącej ramy do zawarcia umowy wdrożeniowej między instytucjami obu krajów bezpośrednio odpowiadającymi za realizację wywozu, tj. Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) po stronie polskiej i NNSA (*National Nuclear Security Administration*) po stronie amerykańskiej. Umowa ramowa zawierała m.in. następujące postanowienia:

- Stany Zjednoczone mogą udzielić pomocy przy wywozie wypalonego paliwa do Federacji Rosyjskiej w zależności od dostępnych środków;
- wszelkie ewentualne podatki, cła lub inne opłaty nałożone na pomoc Stanów Zjednoczonych będą poniesione przez Rząd Rzeczypospolitej Polskiej;
- przy wywozie paliwa ma zastosowanie Konwencja wiedeńska o odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową, sporządzona w Wiedniu dnia 12 września 1997 r.;
- Departament Energii USA może udzielić bezpłatnej pomocy Ministerstwu Gospodarki RP w celu wywiezienia wypalonego paliwa do Federacji Rosyjskiej, np. pomoc techniczną, usługi inżynierii bezpieczeństwa, planowanie i wspieranie zarządzania projektem wywozu wypalonego paliwa, usługi związane z zakupem zaopatrzenia, wyborem podwykonawców, zarządzanie kontraktami i projektami oraz nadzór techniczny i administracyjny nad podwykonawcami.

Przeprowadzono również negocjacje ze stroną rosyjską dotyczące kosztów realizacji programu w dwóch wariantach:

pozostawienia odpadów po przerobie wywiezionego do FR wypalonego paliwa na jej terenie bądź też odbiór tych odpadów przez Polskę po 20 latach ich przechowywania na terenie FR. Umowy międzynarodowe przygotował i wynegocjował Minister Gospodarki. Prace Ministra Gospodarki zakończyły się we wrześniu 2009 r. podpisaniem trzech następujących umów międzynarodowych:

1. Umowa między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Federacji Rosyjskiej dotycząca współpracy przy wwozie do Federacji Rosyjskiej napromieniowanego paliwa jądrowego z reaktora doświadczalnego, sporządzona w Sopocie w dniu 1 września 2009 r.
2. Porozumienie osiągnięte w drodze wymiany not między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Stanów Zjednoczonych Ameryki z dnia 8 września 2009 r. dotyczące współpracy przy przekazywaniu na terytorium Federacji Rosyjskiej paliwa jądrowego, które zostało dostarczone przez Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich lub Federację Rosyjską i jest przechowywane na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.
3. Umowa między Ministrem Gospodarki Rzeczypospolitej Polskiej a Departamentem Energii Stanów Zjednoczonych Ameryki dotycząca współpracy w dziedzinie przeciwdziałania rozprzestrzenianiu materiałów i technologii jądrowych, sporządzona w Warszawie dnia 11 września 2009 r.

Umowy wymienione wyżej w pozycjach 1 i 3 podpisała Pełnomocnik Rządu ds. Polskiej Energetyki Jądrowej, Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Gospodarki – Hanna Trojanowska (moment podpisania pierwszej z nich pokazano na fot. 1 i 2.¹²

Ze strony Rządu FR umowę podpisał Dyrektor Generalny Federalnej Agencji Energii Atomowej „Rosatom”. Odnośnie do problemu dotyczącego dalszego (po 20 latach od daty wywozu paliwa z Polski) postępowania z odpadami promieniotwórczymi powstałymi w wyniku przerobu paliwa, na podstawie przeprowadzonej analizy [4], Zespół zajął stanowisko następujące:

- **powyższe odpady promieniotwórcze powinny pozostać na terytorium Federacji Rosyjskiej;**
- **paliwo niskowzbożone¹³ powinno zostać wywiezione do Federacji Rosyjskiej w celu jego przerobu, a powstałe w tym procesie odpady promieniotwórcze powinny pozostać na terytorium FR.**

Wyżej wymieniona **umowa z Federacją Rosyjską przewidywała przechowywanie technologiczne wypalonego paliwa jądrowego, następnie jego przerób oraz pozostawienie na terenie Federacji Rosyjskiej odpadów promieniotwórczych powstałych w wyniku jego przerobu.**

¹¹United States Department of Energy.

¹²(Źródło: strona internetowa Ministerstwa Gospodarki, ostatnia aktualizacja 2009-09-02:

<http://www.mg.gov.pl/Wiadomosci/Strona+glowna/Wypalone+paliwo+jadrowe+wroci+do+Rosji.htm>)

¹³ZUOP posiadał w tym czasie 2595 wypalonych elementów paliwowych typu LEU (pochodzących z polskiego reaktora badawczego EWA) – wywóz tego paliwa nie był objęty programem GTRI. Realizacja takiego wywozu wiązała się z koniecznością pokrycia przez Polskę kosztów takiego procesu.



Fot. 1



Fot. 2

Realizacja zagadnień technicznych

Realizację zagadnień technicznych związanych z przygotowaniem załadunku wypalonego paliwa jądrowego, załadunkiem tego paliwa oraz jego transportem do miejsca przejęcia przez stronę rosyjską powierzono Zakładowi Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych¹⁴. Wskazany w umowie partnerem ZUOP po stronie rosyjskiej było Federalne Centrum Bezpieczeństwa Jądrowego i Radiacyjnego (FCBJiR)¹⁵.

W ZUOP PP powstał szczegółowy harmonogram przygotowań do transportu wypalonego paliwa, pochodzącego zarówno z reaktora EWA, jak i z nadal pracującego reaktora MARIA. Głównym celem było osiągnięcie gotowości do wywozu paliwa typu WWR we wrześniu 2009 r., a paliwa typu MR w końcu 2009 r. (z przyczyn leżących poza granicami Polski wywóz paliwa typu MR rozpoczęto w końcu lutego 2010 r.). W ramach przygotowań technicznych – w całości finansowanych przez stronę amerykańską – w ZUOP PP i w Instytucie Energii Atomowej POLATOM (IEA POLATOM) zrealizowano szereg przedsięwzięć:

- ZUOP PP zawarł niezbędne umowy techniczne z instytucjami rosyjskimi, nadzorując cykl przygotowania pakietu dokumentów, warunkujących wydanie przez rząd Federacji Rosyjskiej Dekretu, zezwalającego na import wypalonego paliwa z Polski. (Podobny proces decyzyjny dotyczył również pozostałych krajów uczestniczących w Programie GTRI).
- ZUOP PP zawarł umowy techniczne z organizacjami transportowymi (w tym z rosyjskim armatorem statku do morskiego przewozu paliwa do portu w Rosji), obejmujące przygotowanie techniczne środków transportu, uzyskanie niezbędnych licencji i zezwoleń transportowych w Polsce i w Federacji Rosyjskiej oraz realizację transportu wypalonego paliwa jądrowego.

- ZUOP PP i IEA POLATOM przygotowały zestaw dokumentów koniecznych do uzyskania niezbędnych certyfikatów i pozwoleń, warunkujących możliwość przeprowadzenia operacji wywozu paliwa, wymaganych m.in. przez PAA (dozór jądrowy), takich jak Raporty Bezpieczeństwa, Programy Zapewnienia Jakości oraz Technologie Załadunków¹⁶;
- ZUOP PP uzyskał również zezwolenie Ministra Gospodarki na eksport wypalonego paliwa jądrowego (towar podwójnego zastosowania), co wymagało koordynacji przygotowania właściwych dokumentów przez instytucje rosyjskie.
- ZUOP PP uzyskał od Prezesa PAA uznanie świadectwa pojemników służących do przewozu wypalonego paliwa (posiadających certyfikaty wydane w Republice Czeskiej i w Federacji Rosyjskiej).
- ZUOP PP organizował przyjmowanie wizyt inspektorów MAEA i EURATOM (w zakresie kontroli zabezpieczeń materiałów jądrowych) oraz notyfikował wywóz poza teren Unii Europejskiej u Dyrektora Generalnego ds. Transportu i Energii (DG-TREN) i w Europejskiej Agencji Zaopatrzenia (ESA)¹⁷ odpowiedzialnej za obrót materiałami jądrowymi na terenie Unii Europejskiej.
- ZUOP PP koordynował przygotowania w zakresie ochrony fizycznej transportu z paliwem we wszystkich fazach, poczynając od załadunku paliwa do pojemników w obiektach jądrowych w Świerku, po przekazanie paliwa stronie rosyjskiej.

Przygotowania w reaktorze EWA (ZUOP)

Opracowano dokumentację bezpieczeństwa i technologii załadunku pojemników.

Uzyskano certyfikaty urzędów związanych z załadunkiem paliwa i odpowiednie zezwolenia.

¹⁴Głównym Koordynatorem projektu ze strony ZUOP, w szczególności odpowiedzialnym za przygotowanie i dopilnowanie realizacji zagadnień technicznych związanych z wywozem, był **mgr inż. Bożydar Snopek**.

¹⁵Skrót angielski FCNRS.

¹⁶Opisanie roli PAA jako dozoru jądrowego w procesie przygotowania i realizacji wywozu nie jest przedmiotem niniejszego artykułu i zasługuje na odrębne opracowanie.

¹⁷European Supply Agency.

Zbudowano i uzyskano licencję na pojemnik do lokalnego transportu wypalonego paliwa (między obiektami ZUOP PP).

Poprawiono nośność stropu w hali reaktora EWA i uźwieg suwnicy, niezbędnej do operacji z ciężkimi pojemnikami transportowymi w tym obiekcie.

Zaprojektowano, wykonano i zmontowano całość wyposażenia basenu do załadunku pojemników transportowych.

Zbudowano stanowisko do dekontaminacji skażonych pojemników transportowych.

Zainstalowano urządzenie HEPA (*High Efficiency Particulate Air filter*) do filtracji powietrza z systemu wentylacji basenu przeładunkowego.

Zainstalowano system promienników, umożliwiających pracę ludzi i urządzeń (wymaganie właściciela pojemników – Instytut Badań Jądrowych, Řež) w czasie zimowego wywozu paliwa (luty 2010 r.).

Zlecono instalację systemu monitoringu telewizyjnego, systemu dozymetrycznego i montaż systemu ochrony fizycznej obiektu reaktora EWA.

Przeprowadzono szkolenie personelu, przeprowadzono załadunek makiety paliwa (*dry run experiment*) i uzyskano niezbędną akceptację umiejętności (certyfikat) ze strony właściciela pojemników.

Z udziałem specjalistów ze strony odbiorcy (PO-Mayak) przeprowadzono inspekcję wypalonego paliwa i uzyskano kwalifikację paliwa, jako spełniającego rosyjskie wymagania importowe.

Przygotowania w reaktorze MARIA (IEA POLATOM)

Opracowano dokumentację bezpieczeństwa i technologii załadunku pojemników.

Zaprojektowano i wykonano powiększony luk transportowy w komorze demontażowej reaktora MARIA, umożliwiający wprowadzenie pojemnika transportowego do wnętrza luku w celu zapewnienia możliwości suchego załadunku paliwa.

Zaprojektowano zestaw narzędzi i dostosowano istniejące wyposażenie komory demontażowej do pomiarów, przecinania końcówek paliwa MR i jego załadunku do pojemnika transportowego.

Zaprojektowano i wykonano szereg urządzeń do operacji związanych z transportem paliwa między basenem technologicznym i komorą demontażową oraz urządzenia do obsługi separatora paliwa w komorze.

Zaprojektowano i wykonano wózek szynowy do transportu pojemników w obiekcie reaktora oraz specjalne stanowisko do ich obsługi technicznej.

Poprawiono stan okablowania i układu sterowania dźwignów (suwnic) w reaktorze Maria, używanych do operacji z pojemnikami transportowymi.

Poprawiono jakość oświetlenia wewnątrz komory demontażowej, zainstalowano nowe kamery telewizyjne i nowy system dozymetryczny.

Przygotowanie placu spedycyjnego

Oczyszczono obszar przeznaczony na plac spedycyjny, wykonano nawierzchnię placu i dostosowano drogi dojazdowe.

Wykonano ogrodzenie, bramę wjazdową, układ zasilania elektrycznego i automatycznego oświetlenia zmierzchowego.

Wszystkie prace i urządzenia zbudowane w ramach przygotowań technicznych zostały wykonane i w całości sfinansowane przez stronę amerykańską równolegle z przygotowaniem w zakresie zagadnień formalno-prawnych (tak by pierwszy wywóz mógł być przeprowadzony we wrześniu 2009 r., natychmiast po formalnym podpisaniu umów międzyrządowych).

Do października 2010 r. odbyło się 5 wywozów wypalonego paliwa do Federacji Rosyjskiej: 12 września 2009 r., 27 lutego 2010 r., 8 maja 2010 r., 24 lipca 2010 r., oraz 25 września 2010 r. Wywieziono najstarsze paliwo o najwyższym pierwotnym wzbogaceniu – z reaktora EWA całość paliwa HEU o wzbogaceniu 36% (536 pojedynczych i 668 potrójnych zestawów paliwowych), z reaktora MARIA całość paliwa o wzbogaceniu 80% (288 zestawów paliwowych) i część paliwa (36 zestawów) o wzbogaceniu 36% – łącznie 1524 zestawy paliwowe zawierające 137,6 kg uranu-235 oraz 11,2 kg plutonu.

W październiku 2010 r. Prezes PAA opracował, a następnie przekazał Prezesowi Rady Ministrów, zgodnie z wymogami Zarządzenia Nr 132 Prezesa Rady Ministrów RP z 14 listopada 2007 r., *Sprawozdanie z realizacji zadań Międzyresortowego Zespołu do spraw Koordynacji Zadań Związanych z Realizacją przez Rzeczpospolitą Polską „Międzynarodowego Programu Zwrotu Paliwa z Reaktorów Badawczych dostarczonego przez Rosję”*¹⁸. Zgodnie ze wspomnianym wyżej Zarządzeniem Nr 132 mandat Zespołu wygaś w końcu marca 2011 r.

Wywóz paliwa niskowzbogaconego EK-10

Zrealizowane w latach 2009–2010 transporty wypalonego paliwa HEU do Federacji Rosyjskiej nie doprowadziły jeszcze do całkowitego wywozu tego paliwa z Polski. W tamtym czasie dopiero prowadzono testy w reaktorze pierwszych dwóch zespołów paliwowych MC z paliwem LEU o wzbogaceniu 19,8%, dostarczonych przez francuskie zakłady CERCA i proces konwersji rdzenia reaktora MARIA na paliwo niskowzbogacone dopiero się rozpoczęła. Paliwo HEU miało być wykorzystywane w nim

¹⁸Sprawozdanie to było przedmiotem artykułu opublikowanego w naszym Biuletynie w 2010 r.

Tabela 4. Wywozy wypalonego paliwa z polskich reaktorów badawczych w latach 2009–2016¹⁹.

Rok	Wywóz	Data	Paliwo	Pojemnik	Liczba pojemników	Liczba zespołów	U [kg]	U-235 [kg]	Pu [kg]	
2009	I	12.09.	WWR	VPVR/M	16	856	153,95	43,95	6,78	
			WWR	VPVR/M	8	348	74,26	21,46	3,15	
2010	II	27.02.	MR	TUK-19	20	80	34,91	17,57	0,40	
			MR	TUK-19	20	80	37,33	19,04	0,41	HEU
			MR	TUK-19	20	80	27,81	17,97	0,22	
2012	VI	15.09.	MR	TUK-19	15	60	61,97	14,30	0,23	
			EK-10	VPVR/M	3	2595	201,37	17,39	4,84	LEU
2014	VII	30.08.	MR	TUK-19	11	44	41,34	8,17	0,15	HEU
2016	VIII	26.09	MR	TUK-19	17	51	48,18	9,72	0,16	
Suma:						4274	707,69	187,16	16,53	
WWR						1204	228,21	65,41	9,93	
MR						475	278,11	104,36	1,76	
EK-10						2595	201,37	17,39	4,84	
HEU						1679	506,32	169,77	11,69	
LEU						2595	201,37	17,39	4,84	

jeszcze przez 4–5 lat. W związku z tym ostatni etap wywozu do Rosji w ramach GTRI zaplanowano na lata 2015–2016. Niemniej planowano także (w drugim etapie) jeden wywóz wysokowzbożonego paliwa MR, już wypalonego i schłodzonego, a przy tej okazji podjęto działania w kierunku wywiezienia całości nisko- wzbożonego paliwa LEU z reaktora EWA, typu EK-10.

Planowany początkowo w 2011 r. wywóz wypalonego paliwa typu MR wymagał zawarcia kontraktu technicznego między ZUOP PP a FCBJiR, którego warunki strona rosyjska przedstawiła w listopadzie 2010 r. Zrealizowano go ostatecznie we wrześniu 2012 r., wywożąc 60 zespołów MR w paliwie o wzbogaceniu 36% oraz całość, tj. 2595 elementów paliwowych EK-10 o wzbogaceniu 10% – zawierających (w MR i EK-10 łącznie) 31,9 kg U-235 oraz 5,1 kg plutonu. Do łącznej ceny pozostawienia w Federacji Rosyjskiej na zawsze odpadów po przerobieniu całości polskiego paliwa HEU, określonej w kontrakcie technicznym zawartym 14 września 2009 r. pomiędzy ZUOP-PP a FCBJiR, na kwotę 15 mln 275 tys. dolarów USA, trzeba było dopłacić jeszcze około 6 mln USD za pozostawienie na stałe w FR dodatkowych odpadów po paliwie EK-10. Koszty przygotowania i realizacji transportu całości wypalonego paliwa MR i EK-10 podczas tego szóstego wywozu pokryła strona amerykańska, poza kwotą 300 tys. USD zapłaconych czeskiemu Instytutowi Badań Jądrowych

w Reż za wynajem trzech pojemników transportowych VPVR/M – Skoda do przewozu paliwa EK-10.

Ostatnie wywozy wypalonego paliwa HEU z Polski

Ostatnie dwa wywozy, siódmy i ósmy, nastąpiły 30 sierpnia 2014 r. oraz 26 września 2016 r.. Wywieziono do ostatka z Polski paliwo HEU – łącznie 96 zestawów paliwowych o wzbogaceniu 36% z reaktora MARIA zawierających 17,9 kg uranu-235 oraz 0,3 kg plutonu.

Zestawienie danych o wszystkich ośmiu wywozach wypalonego paliwa jądrowego z polskich reaktorów badawczych w latach 2009–2016 zawiera tabela 4.

Łącznie w latach 2009–2016 wywieziono z Polski 4274 elementy/zespoły paliwowe zawierające 707,7 kg uranu, w tym 187 kg U-235 oraz 16,5 kg plutonu. Niskowzbożone paliwo (LEU) w ilości 2595 prętów paliwowych zawierało jedynie 201,4 kg uranu, w którym było tylko 17,4 kg U-235 (to jest mniej niż 10% całego wywiezionego uranu 235), ale też niemal 30% całego plutonu – ponad 4,8 kg. Wśród 1679 zespołów paliwowych z uranem wysokowzbożonym (HEU) większość (1391 zespołów) zawierało paliwo o wyjściowym wzbogaceniu 36%, ale 288 zespołów zawierało paliwo o wyjściowym bardzo wysokim

¹⁹Opracowano na podstawie uzyskanych przez autora danych z Departamentu Bezpieczeństwa Jądrowego PAA.

wzbogaceniu 80%. Łącznie w paliwie wypalonym HEU wywieziono 169,8 kg U-235 i 11,7 kg plutonu.

Trzeba zauważyć, że niezależnie od wywozu wypalonego paliwa typu HEU dalsza eksploatacja reaktora MARIA (15–20 lat) spowoduje powstanie pewnej ilości wypalonego paliwa typu LEU, które będzie wymagało, tak jak poprzednio HEU, przechowywania w środowisku wodnym, a następnie będzie mogło być przechowywane w przechowalniku suchym, aż do czasu, kiedy będzie dostępne odpowiednie składowisko w Polsce lub paliwo to zostanie przekazane na warunkach komercyjnych do przerobu, a odpady z przerobu pozostaną na terytorium odbiorcy bądź powrócą do kraju.

Notka o autorze

Mgr inż. Maciej Jurkowski jest emerytowanym wiceprezesem Państwowej Agencji Atomistyki, byłym Głównym Inspektorem Dozoru Jądrowego w latach 2008–2014.

Literatura

1. *Sprawozdanie z realizacji zadań Międzyresortowego Zespołu do spraw Koordynacji Zadań Związanych z Realizacją przez Rzeczpospolitą Polską „Międzynarodowego Programu Zwrotu Paliwa z Reaktorów Badawczych dostarczonego przez Rosję”*, Prezes Państwowej Agencji Atomistyki, Warszawa, październik 2010 r.
2. *Zaangażowanie Polski w realizację Programu GTRI (informacje dotyczące okresu do 2008 roku)* – Jerzy Niewodniczański, Prezes Państwowej Agencji Atomistyki w okresie VIII 1992–II 2009 (prezentacja na konferencji prasowej 19 listopada 2010 r., część I).
3. *Zadania Zespołu do spraw Koordynacji Zadań Związanych z Realizacją przez Rzeczpospolitą Polską „Międzynarodowego Programu Zwrotu Paliwa z Reaktorów Badawczych dostarczonego przez Rosję”* – Janusz Włodarski, Sekretarz Zespołu, Dyrektor Generalny Państwowej Agencji Atomistyki (prezentacja na konferencji prasowej 19 listopada 2010 r., część II).
4. *Analiza postępowania z odpadami promieniotwórczymi powstałymi w wyniku przerobu wypalonego paliwa jądrowego z polskich reaktorów badawczych* – opracowana przez Grupę Zadaniową w składzie: Włodzimierz Tomczak, Janusz Włodarski, Wiesław Szemek powołaną przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki – prof. M. Waligórskiego, Warszawa, kwiecień 2009 r.

Zmiany w Zintegrowanych Systemach Zarządzania obiektami jądrowymi

Piotr Leśny
Państwowa Agencja Atomistyki

1. Wstęp

Niniejszy artykuł stanowi kontynuacją wcześniejszego, który ukazał się w Biuletynie Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna 1(99)2015 i nosił tytuł „Zintegrowany System Zarządzania obiektami jądrowymi – podstawowe informacje”. W związku z wejściem w życie nowych wymagań prawnych w Polsce, a także opublikowaniem normy bezpieczeństwa MAEA GSR-Part2 pojawiła się konieczność uzupełnienia informacji zawartych we wspomnianym wyżej wcześniejszym opracowaniu. W artykule przedstawiono najważniejsze zmiany mające istotny wpływ na zarządzanie obiektami jądrowymi czy czynnikami organizacyjnymi w obiektach jądrowych. Artykuł przedstawia dozorowy punkt widzenia na te zagadnienia. Zarządzanie składowiskami odpadów promieniotwórczych czy ogólnie odpadami promieniotwórczymi nie jest przedmiotem niniejszego artykułu, wymaga natomiast oddzielnego opracowania – ze względu na zupełnie odmienną specyfikę prawną, organizacyjną i technologiczną.

2. Zmiany prawne

Aktualne wymagania prawne względem Zintegrowanych Systemów Zarządzania w obiektach jądrowych są zawarte w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności, w załączniku „Załącznik nr 2 Dokumenty dołączane do wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem polegającej na budowie, rozruchu, eksploatacji lub likwidacji obiektów jądrowych.” Niżej przytoczono ich zapisy w odniesieniu do etapów budowy, rozruchu i eksploatacji obiektu jądrowego.

Budowa obiektu jądrowego

Na tym etapie wymagana jest „Dokumentacja opisująca **zintegrowany system zarządzania**, o której mowa w art. 36k ustawy, dla etapu budowy obiektu jądrowego, **obejmujący działania wszystkich uczestników realizacji tego obiektu** mające istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, wskazująca, że system zarządzania promuje i wspiera kulturę bezpieczeństwa w jednostce organizacyjnej.”

Rozruch obiektu jądrowego

Dokumenty dołączane do wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem polegającej na rozruchu obiektu jądrowego to analogicznie jak w przypadku wniosku o zezwolenie na budowę: „*Dokumentacja opisująca zintegrowany system zarządzania, o którym mowa w art. 36k ustawy, dla etapu rozruchu obiektu jądrowego, obejmujący działania wszystkich uczestników rozruchu obiektu jądrowego wykonujących czynności mające istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, oraz wskazująca, że system zarządzania promuje i wspiera kulturę bezpieczeństwa w jednostce organizacyjnej wnioskodawcy oraz u dostawców i wykonawców uczestniczących w rozruchu*”, z wymogami by zawierała ona w szczególności:

- 1) opis struktury zarządzania, z przedstawieniem elementów zintegrowanego systemu zarządzania dotyczących skutecznego nadzoru kierownictwa w celu zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej na etapie rozruchu obiektu jądrowego, w szczególności – zadań i współzależności między jednostkami organizacyjnymi odpowiedzialnymi za projektowanie, dostawę wyposażenia, wykonawstwo prac budowlano-montażowych oraz prowadzenie rozruchu;

- 2) opis wymagań dotyczących zapewnienia wystarczającej liczby odpowiednio wykwalifikowanych pracowników na potrzeby rozruchu;
- 3) opis strategii mającej na celu rozwinięcie, utrzymanie i umacnianie kultury bezpieczeństwa;
- 4) opis programu zapewnienia jakości rozruchu, obejmujący co najmniej:
 - a) opis procesu opracowywania i zatwierdzania procedur: prowadzenia testów i badań rozruchowych, kontroli prowadzenia tych testów i badań oraz oceny i zatwierdzania ich wyników,
 - b) opis sposobu postępowania, gdy wyniki testów lub badań nie odpowiadają w pełni wymaganiom projektowym,
 - c) proponowane audyty i przeglądy w celu zapewnienia, że polityka bezpieczeństwa jednostki organizacyjnej jest skutecznie wdrażana oraz że są wyciągane wnioski wpływające z doświadczenia danej jednostki organizacyjnej oraz z doświadczenia innych jednostek organizacyjnych w celu polepszenia stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej;
- 5) program bezpiecznej gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, o którym mowa w § 10 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 11 lutego 2013 r. w sprawie wymagań dotyczących rozruchu i eksploatacji obiektów jądrowych, zawierający co najmniej opisy:
 - a) źródeł stałych, ciekłych i gazowych odpadów promieniotwórczych, wraz z danymi dotyczącymi tempa wytwarzania i ilości zakumulowanych odpadów,
 - b) środków kontroli i ograniczania ilości odpadów promieniotwórczych wytwarzanych w obiekcie jądrowym, w tym sposobów klasyfikacji, ewidencjonowania i segregacji odpadów,
 - c) charakterystyk odpadów promieniotwórczych o różnym stanie agregacji i poziomach aktywności,
 - d) metod i środków technicznych do przetwarzania, kondycjonowania, przemieszczania i przechowywania odpadów promieniotwórczych.

Eksploatacja obiektu jądrowego

Eksploacyjny Raport Bezpieczeństwa (ERB) dla reaktora badawczego powinien zawierać informacje charakteryzujące zintegrowany system zarządzania.

Ponadto, niezależnie od ERB do wniosku o zezwolenie na eksploatację musi być dołączona „*Dokumentacja opisująca zintegrowany system zarządzania na etapie eksploatacji obiektu jądrowego, o której mowa w art. 36k ustawy, obejmująca jednostkę organizacyjną wnioskodawcy oraz jednostki dostawców towarów i usług na potrzeby eksploatacji mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, priorytet bezpieczeństwa jądrowego przez zapewnienie podejmowania*

wszystkich decyzji po analizie ich wpływu na bezpieczeństwo jądrowe, ochronę radiologiczną, ochronę fizyczną i zabezpieczenia materiałów jądrowych oraz wskazująca, że system zarządzania promuje i wspiera kulturę bezpieczeństwa w jednostce organizacyjnej wnioskodawcy i w jednostkach dostawców towarów i usług.” Dokumentacja ta powinna zawierać w szczególności:

1. Opis struktury zarządzania, z przedstawieniem i uzasadnieniem osiągnięcia skutecznego nadzoru kierownictwa w celu zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej na etapie eksploatacji obiektu jądrowego, obejmujący w szczególności opisy zadań i współzależności między jednostkami, o których mowa wyżej.
2. Opis wymagań dotyczących zapewnienia wystarczającej liczby odpowiednio wykwalifikowanych pracowników na potrzeby prowadzenia eksploatacji oraz wymagań dotyczących dostarczania towarów i usług na potrzeby eksploatacji o wymaganej jakości.
3. Opis strategii mającej na celu rozwinięcie, utrzymanie i umacnianie kultury bezpieczeństwa.
4. Opis programu zapewnienia jakości eksploatacji, obejmującego działania wszystkich dostawców i wykonawców usług i towarów na potrzeby eksploatacji.
5. Inne elementy dokumentacji opisującej Zintegrowany System Zarządzania.

Likwidacja obiektu jądrowego

Do wniosku o zezwolenie na likwidację wymagana jest „*Dokumentacja opisująca zintegrowany system zarządzania, o której mowa w art. 36k ustawy, na etapie likwidacji obiektu jądrowego, wykazująca priorytet bezpieczeństwa jądrowego przez zapewnienie podejmowania wszystkich decyzji po analizie ich wpływu na bezpieczeństwo jądrowe, ochronę radiologiczną, ochronę fizyczną i zabezpieczenia materiałów jądrowych oraz wskazująca, że system zarządzania promuje i wspiera kulturę bezpieczeństwa w jednostce organizacyjnej; w szczególności dokumentacja zawiera program zarządzania likwidacją, o którym mowa w § 5 ust. 2 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 11 lutego 2013 r. w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla etapu likwidacji obiektów jądrowych oraz zawartości raportu z likwidacji obiektu jądrowego (Dz. U. poz. 270).*”

Reasumując: wymagania prawne zawarte w „Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności” są z punktu widzenia dozoru bardzo przydatne – opisują bowiem, jaka dokumentacja na poszczególnych etapach funkcjonowania obiektu jądrowego powinna zostać sporządzona. Lista wymienionych dokumentów stanowi zarazem listę kontrolną dla inspek-

tora dozoru jądrowego. Trochę bardziej skomplikowana jest kwestia oceny kultury bezpieczeństwa, która w tym rozporządzeniu pojawiła się po raz pierwszy na taką skalę w Prawie atomowym. Jej ocena w dużej mierze musi się opierać się standardach Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. W wymaganiach MAEA zaszły zaś daleko idące zmiany.

3. Zmiany w standardach bezpieczeństwa MAEA

Nowo wprowadzone wymagania bezpieczeństwa MAEA w GSR Part 2 „*Leadership and Management for Safety*” teoretycznie są uzupełnieniem wcześniejszego GS-R-3 „*Management System for Facilities and Activities*”. Niosą jednak z sobą duży zbiór nowych pojęć i terminów. Dlatego najlepiej zacząć od najprostszej kwestii, czyli od wymaganej dokumentacji. Norma GSR Part 2 formułuje te wymagania następująco:

„Dokumentacja systemu zarządzania powinna zawierać co najmniej:

- a. Oświadczenia polityczne organizacji o wartościach i oczekiwaniach behawioralnych (postawy i zachowania w organizacji);
- b. Podstawowe cele w zakresie bezpieczeństwa;
- c. Opis organizacji i jej struktury;
- d. Opis obowiązków i odpowiedzialności;
- e. Poziomy władzy, w tym wszystkie interakcje dotyczące zarządzania, wykonywania i oceny pracy we wszystkich procesach;
- f. Opis sposobu, w jaki system zarządzania jest zgodny z tymi wymaganiami dozorowymi, które dotyczą organizacji;
- g. Opis interakcji z organizacjami zewnętrznymi oraz z zainteresowanymi stronami.”

Ponadto:

„Dokumenty powinny być objęte systemem kontroli. Wszystkie osoby odpowiedzialne za przygotowanie, przegląd, korygowanie i zatwierdzanie dokumentów, powinny być kompetentne do wykonywania zadań i posiadać dostęp do odpowiednich informacji, na których mogą oprzeć swoje działania lub decyzje. Zmiany w dokumentach muszą być kontrolowane, sprawdzane i rejestrowane. Poprawione dokumenty podlegają takiemu samemu poziomowi akceptacji jak początkowy dokument. Zapisy powinny być określone w systemie zarządzania i powinny być kontrolowane. Wszystkie zapisy powinny być czytelne, kompletne i rozpoznawalne i łatwe do odzyskania. Czasy przechowywania zapisów i związanych z tym materiałów analitycznych i próbek ustala się zgodnie z wymogami ustawowymi i obowiązkami dotyczącymi zarządzania wiedzą w organizacji. Media wykorzystywane do zapisów powinny być takie, aby zapewniły, że zapisy będą czytelne przez cały okres czasu przechowywania określonego dla każdego zapisu.”

Czymś nowym w porównaniu z poprzednią normą GS-R-3 jest wprowadzenie takich pojęć, jak „*Leadership for safety*”, czyli w swobodnym tłumaczeniu „Przywództwo bezpieczeństwa”, „*Management for safety*”, czyli „Zarządzanie bezpieczeństwem”, „*Responsibility for safety*” – „Odpowiedzialność za bezpieczeństwo” oraz zmiana terminu „*Culture for safety*”, czyli kultura bezpieczeństwa.

Niżej zamieszczono wymagania MAEA dotyczące tych pojęć.

Przywództwo bezpieczeństwa (*Leadership for Safety*)

Wykazanie przywództwa bezpieczeństwa przez kierownictwo

Menedżerowie powinni wykazać przywództwo w zakresie bezpieczeństwa i zaangażowanie na rzecz bezpieczeństwa.

Kierownictwo wyższego szczebla organizacji musi wykazać przywództwo w zakresie bezpieczeństwa przez:

- a) Ustalenie, propagowanie i przestrzeganie podejścia do bezpieczeństwa w całej organizacji, która uznaje kwestie związane z ochroną i bezpieczeństwem za nadrzędny priorytet i gwarantuje, że poświęca się im uwagę odpowiednią do ich znaczenia;
- b) Uznanie, że bezpieczeństwo obejmuje interakcje ludzi, technologii i organizacji;
- c) Ustalenie oczekiwanych zachowań i umacniania silnej kultury bezpieczeństwa;
- d) Ustalenie i akceptację osobistej odpowiedzialności w odniesieniu do bezpieczeństwa ze strony wszystkich osób w organizacji i ustalenie, że decyzje podejmowane są na wszystkich poziomach z uwzględnieniem priorytetów i zakresów odpowiedzialności dla bezpieczeństwa.

Menedżerowie wszystkich szczebli w organizacji, biorąc pod uwagę swoje obowiązki, powinni upewnić się, że ich przywództwo obejmuje:

- a) wyznaczanie celów w zakresie bezpieczeństwa, które są zgodne z polityką organizacji w zakresie bezpieczeństwa, aktywne poszukiwanie informacji na temat stanu bezpieczeństwa w obszarze ich kompetencji oraz wykazywanie zaangażowania na rzecz poprawy stanu bezpieczeństwa;
- b) wypracowanie indywidualnych i instytucjonalnych wartości i oczekiwań w zakresie bezpieczeństwa w całej organizacji poprzez swoje decyzje, oświadczenia i działania;
- c) zapewnienie, że ich działania służą zachęcaniu do zgłaszania problemów związanych z bezpieczeństwem, w celu wypracowania postawy kwestionującej i uczącej się oraz skorygowaniu czynności lub stanów, które są niekorzystne dla bezpieczeństwa.

Menedżerowie wszystkich szczebli organizacji:

- a) powinni zachęcać i wspierać wszystkie osoby w osiągnięciu celów w zakresie bezpieczeństwa i wykonywania swoich zadań w sposób bezpieczny;
- b) dbać, by wszyscy pracownicy brali udział w zwiększeniu poziomu bezpieczeństwa;

- c) przekazywać wyraźną podstawę podejmowania decyzji istotnych dla bezpieczeństwa.

Zarządzanie bezpieczeństwem (Management for Safety)

Odpowiedzialność za integrację bezpieczeństwa ze systemem zarządzania

Kierownictwo wyższego szczebla powinno być odpowiedzialne za ustanowienie, stosowanie, utrzymanie i ciągłe doskonalenie systemu zarządzania w celu zapewnienia bezpieczeństwa.

Kierownictwo wyższego szczebla powinno zachować odpowiedzialność za system zarządzania nawet tam, gdzie pracownicy niższego szczebla mają delegowaną odpowiedzialność za koordynację, rozwój, stosowanie i utrzymywanie systemu zarządzania.

Kierownictwo wyższego szczebla powinno być odpowiedzialne za ustanowienie polityki bezpieczeństwa.

Kierunki działań, strategie, plany i cele

Kierownictwo wyższego szczebla ustala kierunki działań, strategie, plany i cele organizacji, które są spójne z polityką jej bezpieczeństwa. Cele, strategie, plany organizacji powinny być opracowane w taki sposób, żeby bezpieczeństwo nie było zagrożone przez inne priorytety.

Kierownictwo wyższego szczebla wyznacza wymierne cele w zakresie bezpieczeństwa, które są zgodne ze strategią, planami i celami organizacyjnymi, ponadto ustalane na różnych poziomach organizacji.

Kierownictwo wyższego szczebla powinno zapewnić, aby cele, strategie i plany były okresowo weryfikowane pod kątem bezpieczeństwa i w razie potrzeby podejmować działania eliminujące wszelkie odchylenia.

Interakcje z zainteresowanymi stronami

Kierownictwo wyższego szczebla powinno zapewnić odpowiednie współdziałanie z zainteresowanymi stronami.

Kierownictwo wyższego szczebla identyfikuje zainteresowane strony i określa odpowiednią strategię interakcji z nimi.

Kierownictwo wyższego szczebla powinno zapewnić, żeby procesy i plany wynikające ze strategii interakcji z zainteresowanymi stronami zawierały:

- odpowiednie środki komunikowania się rutynowo i skutecznie oraz informowania zainteresowanych stron w odniesieniu do zagrożeń radiacyjnych związanych z eksploatacją urządzeń oraz prowadzoną działalnością;
- odpowiednie środki terminowego i skutecznego komunikowania się z zainteresowanymi stronami w okolicznościach, które uległy zmianie lub które były niespodziewane;
- odpowiednie środki upowszechniania zainteresowanym stronom niezbędnych informacji istotnych dla bezpieczeństwa;

- d) odpowiednie środki uwzględniające w procesach decyzyjnych obawy i oczekiwania zainteresowanych stron w odniesieniu do bezpieczeństwa.

System zarządzania

Integracja systemu zarządzania

System zarządzania powinien zintegrować wszystkie swoje składowe, w tym bezpieczeństwo jądrowe, ochronę radiologiczną, zabezpieczenie materiałów jądrowych, ochronę fizyczną, zdrowie, ochronę środowiska, jakość, ludzkie czynniki organizacyjne, elementy społeczne i ekonomiczne, tak żeby bezpieczeństwo w każdym tego słowa znaczeniu nie było zagrożone. W kwestii bezpieczeństwa nie ma żadnych kompromisów.

System zarządzania powinien zostać opracowany, stosowany i stale doskonalony. Musi być on dopasowany i zgodny z celami bezpieczeństwa organizacji¹.

System zarządzania stosuje się do osiągnięcia celów organizacji w sposób bezpieczny, mając na uwadze zwiększenie tego bezpieczeństwa i wspieranie silnej jego kultury:

- łączyć** ze sobą w sposób spójny **wszystkie elementy** niezbędne do bezpiecznego zarządzania organizacją i jej działalnością;
- opisując zasady** wprowadzane do zarządzania organizacją i jej działalnością;
- opisując planowane i systematyczne działania** niezbędne w celu zapewnienia pewności, że wszystkie wymagania są spełnione;
- zapewniając, że bezpieczeństwo jest brane pod uwagę** przy podejmowaniu decyzji i **nie zostaje naruszone** przez jakiegokolwiek podjęte decyzje.

W systemie zarządzania należy dokonać ustaleń dotyczących rozwiązywania konfliktów powstających w procesach decyzyjnych. Potencjalne skutki oddziaływania środków ochrony fizycznej na bezpieczeństwo (*safety*) i potencjalnego wpływu środków bezpieczeństwa (*safety features*) na ochronę fizyczną powinny być zidentyfikowane i rozwiązane bez narażania na szwank zarówno bezpieczeństwa (*safety*), jak i bezpieczeństwa technicznego oraz ochrony fizycznej (*security*).

Struktury organizacyjne, procesy, zadania, zakresy odpowiedzialności, poziomy uprawnień i interfejsy wewnątrz organizacji oraz z organizacjami zewnętrznymi powinny być wyraźnie określone w systemie zarządzania. Wymagania regulacyjne (m.in. dozoru jądrowego) powinny znaleźć odzwierciedlenie w systemie zarządzania. Należy zapewnić w ramach systemu zarządzania wykrywanie ewentualnych zmian (w tym zmian organizacyjnych i efektu kumulacji niewielkich zmian), które mogą mieć poważne konsekwencje dla bezpieczeństwa oraz zagwarantować, że są one odpowiednio analizowane. W systemie zarządzania należy ustalić, że przed znaczącymi dla bezpieczeństwa decyzjami trzeba dokonać niezależnego przeglądu (kontroli). W sys-

¹ W oryginale jest „*It shall be aligned...*” ten termin podkreśla bezwzględny wymóg dopasowania systemu do zaplanowanych działań.

temie zarządzania określa się także wymagania dotyczące niezależnego charakteru przeglądu (kontrolerów) oraz niezbędnych kompetencji osób kontrolujących.

Odpowiedzialność za bezpieczeństwo (Responsibility for Safety)

Osiągnięcie podstawowego celu bezpieczeństwa to wymaganie numer jeden.

Rejestrujący lub licencjobiorca (operator obiektu jądrowego) – począwszy od kierownictwa – powinien upewnić się, że podstawowy cel bezpieczeństwa, tj. ochrona ludzi i środowiska przed szkodliwymi skutkami promieniowania jonizującego, jest osiągnięty.

Rejestrujący lub licencjobiorca (operator obiektu jądrowego) musi upewnić się, że osiągnięto podstawowe cele bezpieczeństwa poprzez spełnienie wymagań prawnych.

Kierownictwo wyższego szczebla organizacji, zgodnie z odpowiednimi zakresami odpowiedzialności:

- a) zapewnia bezpieczną lokalizację, projektowanie, budowę, rozruch, eksploatację i likwidację (zamykanie) obiektów;
- b) zapewnia, by wyposażenie i działalność spełniały normy bezpieczeństwa, normy jakości i standardów w zakresie zarządzania;
- c) zapewnia bezpieczne zarządzanie i kontrolę wszystkich materiałów promieniotwórczych i źródeł promieniowania, które są wytwarzane, przetwarzane, wykorzystywane, przenoszone, transportowane, przechowywane lub unieszkodliwiane;
- d) dba o to, że menedżerowie wszystkich szczebli w organizacji doskonałą i utrzymują zrozumienie zagrożeń związanych z promieniowaniem i potencjalnymi skutkami oraz wiedzą, jak zarządzać ryzykiem promieniowania w zakresie ich obowiązków;
- e) dba o zapewnienie odpowiednich zasobów i środków finansowych, w tym dla długoterminowego zarządzania i usuwania odpadów promieniotwórczych, a także na likwidację (lub zamknięcia) obiektów, z należyтым uwzględnieniem ochrony przyszłych pokoleń;
- f) zapewnia, że dokonywane są odpowiednie działania w zakresie gotowości i reagowania w miarę potrzeby w nagłych sytuacjach zagrożenia jądrowego lub radiologicznego.

Kultura bezpieczeństwa (Culture for Safety)

Tu zasadniczo najważniejszy jest **wymóg kontroli** kultury bezpieczeństwa w obiekcie jądrowym przez niezależnych ekspertów (*peer review*). To samo zresztą dotyczy oceny przywództwa i to na wszystkich szczeblach organizacji.

Reasumując: model Zintegrowanego Systemu Zarządzania w GS-R Part 2 można zatem przedstawić następująco:



Rys. 1. Model Zintegrowanego Systemu Zarządzania w GSR Part 2.

Zintegrowany System Zarządzania musi spełnić wymagania prawne, a także wymagania norm bezpieczeństwa – standardów MAEA (np. GSR Part 2), norm jakości (np. ASME NQA 1-2015) i norm dotyczących zarządzania (np. ISO 9001:2015). Do tego dochodzą jeszcze wszystkie wymagania związane z całokształtem zagadnień związanych z ochroną fizyczną i zabezpieczeniem materiałów jądrowych. Ogólnie są to wymagania znacznie bardziej restrykcyjne niż we wcześniejszym GS-R-3. W roku 2017 mają się ukazać publikacje MAEA, mające doprecyzować nowe wymagania (nowa wersja GS.G.3.1). Można zatem wysnuć wniosek, że polską branżę jądrową czeka olbrzymi wysiłek dostosowania swoich Zintegrowanych Systemów Zarządzania do najnowszych standardów. W skrócie w najbliższych latach czeka nas:

- a) Dostosowanie przez polskich operatorów obiektów jądrowych Zintegrowanych Systemów Zarządzania do nowych **wymagań prawnych**; dotyczy to w dużej mierze również kwestii związanych z odpadami promieniotwórczymi (to ostatnie odnosi się także niżej wymienionych punktów).
- b) Dostosowanie przez polskich operatorów obiektów jądrowych Zintegrowanych Systemów Zarządzania tymi obiektami do nowych wymagań **standardów bezpieczeństwa MAEA**.
- c) Dostosowanie przez polskich operatorów obiektów jądrowych ZSZ do nowych wymagań **norm jakości**².
- d) Dostosowanie przez polskich operatorów obiektów jądrowych ZSZ do wymagań najnowszych **standardów systemu zarządzania**.

Dla dozoru jądrowego najważniejsze jest Prawo atomowe. ZSZ niezgodny z prawem dla dozoru nie istnieje. Następne w kolejności są standardy bezpieczeństwa MAEA – określają one minimum wymagań i zaleceń zapewniających bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną.

Kontrole jakości dotyczą w pierwszej kolejności podwykonawców i dostawców. Standardy zarządzania są natomiast wyborem strategicznym poszczególnych jednostek organizacyjnych (zwłaszcza decyzje o rozbudowie ZSZ o kolejne systemy) – tu ocena jest najbardziej skomplikowana ale nie ulega wątpliwości, że konkretne normy

² Kontrole jakości w obiektach jądrowych są tak obszernym zagadnieniem, że zdaniem autora zasługują na oddzielne opracowanie.



Rys. 2. Wymagania i zalecenia dotyczące Zintegrowanego Systemu Zarządzania³.

dotyczące zarządzania mogą, a nawet powinny być wprowadzone i wówczas kontroli kwestii organizacyjnych dozór jądrowy będzie dokonywał także na ich podstawie. Niżej krótko omówiono jeszcze zmiany, jakie zaszły w ciągu ostatnich dwóch lat w standardach systemów zarządzania.

4. Zmiany w standardach systemów zarządzania

Od marca 2017 roku nie będzie już możliwa pierwsza certyfikacja na zgodność z ISO 9001:2008. Nowa norma dotycząca systemu zarządzania jakością ISO 9001:2015 została opublikowana we wrześniu 2015 roku. Systemy zarządzania jakością są „szkieletem” Zintegrowanych Systemów Zarządzania obiektami jądrowymi. Kluczowe są nowe sformułowania wymagań, jak np.

- a) zrozumienie organizacji i jej kontekstu; wymaganie to dotyczy określenia zewnętrznych i wewnętrznych zagadnień istotnych dla realizacji celów i strategii (zasoby, zainteresowane strony, trendy);
- b) zrozumienie potrzeb i oczekiwań interesariuszy;
- c) zarządzanie wiedzą organizacji;
- d) zwiększenie wymagań dotyczących podejścia procesowego, w tym określenie ryzyka dla procesów, wprowadzenie pojęcia rezultatów dla procesów (zamiast dotychczasowych wyjść), a także określenie odpowiedzialności i uprawnień.
- e) zamiast dokumentów i zapisów wprowadza się pojęcie udokumentowanej informacji.

Ogólnie struktura nowej normy ISO 9001:2015 jest znacznie bardziej zbliżona do norm dotyczących np. zarządzaniem środowiskiem czy bezpieczeństwem i higieną pracy, co znacznie bardziej ułatwia integrację systemów.

5. Podsumowanie

Należy pamiętać, że podejście dozоровe do Zintegrowanych Systemów Zarządzania obiektami jądrowymi jest podejściem minimum. Dozoru jądrowego nie interesują korzyści operatora obiektu jądrowego (zwłaszcza finansowe) z wdrożenia nowych i bardziej wyrafinowanych ZSZ. Regulatora interesuje tylko i wyłącznie bezpieczeństwo (ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa jądrowego, ochrony radiologicznej, zabezpieczenia materiałów jądrowych i ochrony fizycznej). Dlatego też opisywane nowe wymagania, istotne z punktu widzenia dozoru jądrowego, dotyczą tylko części zmian, jakie mogą zachodzić w dynamicznie rozwijających się Zintegrowanych Systemach Zarządzania (czy ogólnie zarządzania) obiektami jądrowymi. W pierwszym rzędzie ZSZ jest dla operatora narzędziem rozwoju i dążenia do konkurencyjnej przewagi. Wiedza i bycie na bieżąco z najnowszymi osiągnięciami zarządzania wymaga od menadżerów obiektów jądrowych ciągłej nauki i samodoskonalenia. Ideałem byłoby, gdyby podczas kontroli dozór jądrowy został miło zaskoczony najnowszymi osiągnięciami w tej dziedzinie w polskich obiektach jądrowych.

Notka o autorze

mgr inż. Piotr Leśny – inspektor dozoru jądrowego, specjalista w Wydziale Kontroli Obiektów Jądrowych, Departamentu Bezpieczeństwa Jądrowego PAA.

Literatura

1. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności.
2. GSR Part 2 „Leadership And Management for Safety” MAEA.
3. System Zarządzania Jakością, Wymagania ISO 9001:2015.
4. Lloyd’s Register LRQA – materiały szkoleniowe.

³ Wykresu nie należy traktować jako typową „piramidę legislacyjną” zawierającą jedynie wymagania prawnie obowiązujące.

Odpowiedzialność za szkodę jądrową na gruncie prawa międzynarodowego

Maciej Lemiesz
Państwowa Agencja Atomistyki

Wstęp

Wiosną tego roku minęła trzydziesta rocznica katastrofy w Czarnobylu, która miała miejsce 26 kwietnia 1986 r. oraz piąta rocznica awarii reaktora w Fukushima, zaistniała 11 marca 2011 r. Mimo że na świecie zdarzały się większe katastrofy naturalne i przemysłowe niż wspomniane awarie jądrowe, to jednak one uważane są za znak postępu technologicznego i źródło ogromnego zagrożenia, spowodowanego przez człowieka. Energetyka jądrowa uważana jest za przyszłość ludzkości, będąc alternatywą dla konwencjonalnych metod pozyskiwania energii i poważną konkurencją dla odnawialnych źródeł jej pozyskiwania.

Na długo przed wystąpieniem katastrofy w Czarnobylu państwa promujące pokojowe wykorzystanie energii atomowej podniosły na arenie międzynarodowej kwestię zagrożenia ze strony możliwych poważnych awarii jądrowych, które swym zasięgiem z pewnością mogłyby objąć obszary państw sąsiadujących z krajem, w którym doszło do awarii. Pożądane już wtedy było stworzenie harmonijnego systemu odpowiedzialności, wspólnego dla wszystkich sąsiadujących ze sobą krajów, które mogą być dotknięte skutkami skażenia promieniotwórczego, a w szczególności ważne dla państw Europy Zachodniej. Podjęto wówczas decyzję o ustanowieniu skutecznego systemu na drodze wielostronnej umowy międzynarodowej (konwencji) określającej procedurę prawną na wypadek wystąpienia transgranicznej szkody jądrowej, gdzie poszkodowani w jednym państwie będą mieli możliwość dochodzenia swych roszczeń wobec operatora urządzenia jądrowego w drugim. Normy te musiały ustanowić postępowanie w wielu możliwych przypadkach wystąpienia szkody jądrowej, wskazać odpowiedzialnego za szkodę podczas transportu paliwa jądrowego, a także ułatwić pracę sądom, które miałyby przed sobą do rozważenia wiele bardzo istotnych pytań prawnych – np. jaka jest właściwość

miejscowa i rzeczowa sądu, komu przypisać odpowiedzialność, jaki uznać termin przedawnienia roszczeń, komu przyznać prawo do wniesienia powództwa, jaki zakres szkód podlega naprawieniu, jaką formę reparacji przyjąć. Uznano, że tak zharmonizowany system odpowiedzialności przyczyni się do rozwoju bezpieczeństwa prawnego, wyeliminuje możliwość dyskryminacji i udzieli skarżącym w państwach będących stronami konwencji ochronę prawną, zapewniając tym samym orzekanie na podstawie zbliżonych przepisów prawnych, niezależnie od tego, gdzie incydent jądrowy nastąpił oraz kto został w jego wyniku poszkodowany.

Problematyka odpowiedzialności jest bardzo złożona – postanowienia międzynarodowe były wielokrotnie zmieniane, państwa w różny sposób ustanowiły obowiązek naprawienia szkody we własnym porządku prawnym, wiele użytych definicji i sformułowań może rodzić spekulacje i wymagać doprecyzowania. Mając na uwadze stopień skomplikowania omawianych rozwiązań, poniższy tekst w zamyśle autora będzie pierwszym z cyklu artykułów omawiających zagadnienie odpowiedzialności za szkodę jądrową. W związku z dynamiką zmian postanowień traktatowych opis poszczególnych instytucji tej gałęzi prawa będzie się opierać na najnowszym brzmieniu przepisów konwencji.

Rys historyczny

Pierwszym międzynarodowym systemem stanowiącym o odpowiedzialności za szkodę jądrową był reżim opracowany przez Organizację Europejskiej Współpracy Gospodarczej – OECC (ang. *Organization for European Economic Co-operation*), która dzisiaj nosi nazwę Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju – OECD (ang. *Organisation for Economic Co-operation and Deve-*

lopment), w 1960 roku. Szesnaście państw¹ Europy Zachodniej przyjęło wtedy regionalną konwencję znaną jako Konwencja o odpowiedzialności cywilnej w dziedzinie energii jądrowej (zwanej w dalszej części Konwencją paryską)².

Należy również wspomnieć, że nie tylko kraje Europy Zachodniej przewidywały konieczność wprowadzenia systemu kształtującego odpowiedzialność odszkodowawczą za szkodę jądrową. Rok 1963 to przyjęcie przez szereg państw członkowskich Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) w Wiedniu, w tym poza Europą Wschodnią także krajów Ameryki Południowej, Afryki i Azji, historycznie drugiej konwencji o odpowiedzialności za szkodę jądrową, podnoszącej te same zasady, jakie zostały opisane w Konwencji paryskiej, jednakże o znacznie szerszym zakresie terytorialnym, tworząc tym samym tzw. system wiedeński – swoją nazwę zawdzięcza miejscu podpisania konwencji, jak i siedziby Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. Konwencja wiedeńska³ (taką przyjęto jej zwyczajową nazwę) została podpisana 21 maja 1963 r. w Wiedniu przez 33 państwa-strony⁴.

Postanowienia obu konwencji są ze sobą tożsame, lecz nie identyczne. Różnice dotyczyły głównie wysokości kapitału ubezpieczeniowego nakładanego na osoby eksploatujące, poziomów zabezpieczenia finansowego, a także rodzaju szkód, które podlegają naprawie. Obie konwencje postrzegane były jako konkurencyjne porządki prawne, lecz z biegiem czasu część z różnic ulegała zatarciu, tworząc tym samym jednolity system odpowiedzialności wraz z wejściem w życie kolejnych protokołów dodatkowych i zmieniających. Kolejne traktaty i protokoły zmieniające zostaną opisane ewentualnie w następnych artykułach, które przybliżą proces ewolucji odpowiedzialności za szkodę jądrową. Najważniejsze cechy odpowiedzialności za szkody jądrowe w obu traktatach zostały unormowane jednolicie: kto jest odpowiedzialny, za jaki rodzaj szkód, metody dochodzenia naprawy szkody oraz formy stosowania konwencji. Co jest zrozumiałe, posta-

nowienia obu traktatów objęły jedynie terytorium państw-stron danego systemu odpowiedzialności, nie stanowiąc w ten sposób o pozycji państw nie będących stronami danego traktatu w przypadku zaistnienia transgranicznej szkody jądrowej.

Rezultatem katastrofy czarnobylskiej była próba unormowania wspólnego stosowania Konwencji wiedeńskiej i paryskiej. Jak zostało zaznaczone wcześniej, każda z Konwencji miała zastosowanie na terytoriach państw-stron danego układu. Podjęto wobec tego wysiłki, aby w przypadku wystąpienia incydentu jądrowego państwo-strona jednego systemu miało zapewnioną ochronę w przypadku, gdy zdarzenie jądrowe będzie miało miejsce na terytorium państwa drugiego systemu. Wynikiem tego był wspólny protokół dotyczący stosowania Konwencji wiedeńskiej i Konwencji paryskiej (o odpowiedzialności za szkodę jądrowe)⁵, zwany dalej Wspólnym protokołem⁶.

Zasady odpowiedzialności za szkodę jądrową

Obie konwencje o odpowiedzialności za szkodę jądrową opierają się na kilku podstawowych zasadach indemnizacji szkód jądrowych, tworząc tym samym spójny reżim międzynarodowy, który został przyjęty przez większość państw korzystających z dobrodziejstwa energii atomowej:

- 1) **Odpowiedzialność** operatora urządzenia jądrowego oparta jest **na zasadzie ryzyka** i ma wręcz charakter odpowiedzialności absolutnej. Mając na względzie szczególny rodzaj ryzyka związany z eksploatacją obiektów jądrowych lub możliwością wystąpienia szkody podczas transportu substancji radioaktywnych konieczne jest przypisanie pełnej odpowiedzialności za szkodę powstałą w wyniku prowadzenia tak potencjalnie niebezpiecznej działalności. Odpowiedzialność na zasadzie ryzyka zwalnia poszkodowanego z ciężaru udowodnienia winy pozwanego, nakładając z mocy prawa odpowiedzialność na operatora urządzenia

¹ Pierwotnie konwencja została podpisana przez Austrię, Belgię, Danię, Francję, Grecję, Hiszpanię, Holandię, Luksemburg, Niemcy, Norwegię, Portugalię, Szwajcarię, Szwecję, Turcję, Wielką Brytanię i Włochy. Z państw, które pierwotnie podpisały konwencję, nie ratyfikowały jej Austria, Luksemburg i Szwajcaria. Do konwencji paryskiej przystąpiła później Finlandia w 1972 r. oraz Słowenia w 2001 r. Źródło: <http://www.oecd-nea.org/law/paris-convention-ratification.html>.

² Oficjalna nazwa Konwencji paryskiej brzmi: *Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy* z dnia 29 VII 1960 r. Zmieniona została Protokołem zmieniającym z 28 I 1964 oraz Protokołem z 16 XI 1982 r. Kolejny protokół zmieniający został przyjęty 12 II 2004 r.

³ Oficjalna nazwa Konwencji wiedeńskiej brzmi: *1963 Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage*. Została ona podpisana 21 V 1963 r. w Wiedniu. Zmieniona została Protokołem zmieniającym z 20 IX 1997 r. oraz Konwencją o dodatkowym odszkodowaniu za szkodę jądrową z 31 I 1963 r. Polska jest stroną Konwencji od 1990 r. – Konwencja wiedeńska o odpowiedzialności za szkodę jądrową sporządzona w Wiedniu 21 maja 1963 r. (Dz.U. 1990, nr 63 poz. 370 – załącznik).

⁴ Obecnie stronami Konwencji wiedeńskiej jest 40 państw: Argentyna, Armenia, Białoruś, Boliwia, Bośnia i Hercegowina, Brazylia, Bułgaria, Kamerun, Chile, Chorwacja, Kuba, Republika Czeska, Egipt, Estonia, Węgry, Jordania, Kazachstan, Litwa, Łotwa, Libia, Mauritius, Meksyk, Czarnogóra, Nigeria, Niger, Peru, Filipiny, Polska, Mołdawia, Rumunia, Rosja, Saint Vincent i Grenadyny, Arabia Saudyjska, Senegal, Serbia, Słowacja, Macedonia, Trinidad i Tobago, Ukraina, Urugwaj. Źródło: www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/liability_status.pdf. Stan na 21 XI 2016 r.

⁵ Oficjalna nazwa protokołu brzmi: *Joint Protocol relating to the application of the Vienna Convention and the Paris Convention*. Wspólny protokół został sporządzony 21 IX 1988 w Wiedniu. Polska jest stroną Wspólnego protokołu od 1994 r. – Wspólny protokół dotyczący stosowania Konwencji wiedeńskiej i Konwencji paryskiej (o odpowiedzialności za szkody jądrowe) (Dz.U. 1994 nr 129 poz. 633).

⁶ Stronami protokołu są wszystkie państwa-strony Konwencji wiedeńskiej bądź paryskiej poza: Argentyną, Belgią, Filipinami, Maroko, Portugalią, Hiszpanią, Szwajcarią, i Wielką Brytanią. Źródło: http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/jointprot_status.pdf. Stan na 21 XI 2016 r.

jądrowego, po uprzednim udowodnieniu związku pomiędzy szkodą a incydem jądrowym. Od tej odpowiedzialności operator może się zwolnić jedynie poprzez wykazanie zaistnienia jednej z przesłanek wyłączających odpowiedzialność (egzoneracyjnych). W przeciwnym wypadku poszkodowany nie miałby możliwości skutecznego wykazania przed sądem zaniedbania ze strony operatora ze względu na brak specjalistycznej wiedzy oraz niejawność procedur obowiązujących podczas eksploatacji urządzenia jądrowego.

- 2) **Odpowiedzialność** osoby eksploatującej urządzenie jądrowe za szkody powstałe w wyniku incydem jądrowego w urządzeniu jądrowym lub podczas przywozu bądź wywozu paliwa jądrowego **jest wyłączna**. Operator jest z mocy prawa odpowiedzialny za powstałą szkodę niezależnie od tego, jakie były rzeczywiste powody jej powstania. Z punktu widzenia poszkodowanego zasada ta ułatwia dochodzenie roszczeń odszkodowawczych – legitymację bierną zawsze będzie miał operator urządzenia jądrowego, niezależnie od podmiotu, który rzeczywiście przyczynił się do powstania wypadku, a w efekcie szkody. Możliwa jest sytuacja, w której w wyniku incydemu zdobycie dowodów potrzebnych do udowodnienia rzeczywistych przyczyn wypadku może być niemożliwe lub znacznie utrudnione, uniemożliwiając tym samym dochodzenie roszczeń przez poszkodowanego oraz skuteczną obronę przez pozwanego. Zasada wyłącznej odpowiedzialności operatora stawia również dostawców towarów, usług oraz technologii jądrowych w znacznie lepszej sytuacji, gdyż nie są oni obciążeni obowiązkiem posiadania kosztownego zabezpieczenia finansowego – każdy podwykonawca i podmiot współpracujący z operatorem urządzenia jądrowego do wykonywania swoich usług musiałby mieć ustanowiony specjalny fundusz odszkodowawczy. Nie zwalnia to jednak tych podmiotów z odpowiedzialności za swoje działania – jeśli przepisy prawa krajowego stanowią, że wykonywanie pewnego rodzaju działalności wymaga posiadania odpowiedniego ubezpieczenia OC, to należy ten obowiązek spełnić. Zasada wyłącznej odpowiedzialności eksploatującego często nazywana jest odpowiedzialnością skanalizowaną.
- 3) Zobowiązany do odpowiedzialności zobligowany jest do **posiadania stosownego zabezpieczenia finansowego** na pokrycie ewentualnych roszczeń odszkodowawczych. Obowiązkowe zabezpieczenie finansowe zapewnia pokrycie możliwych roszczeń wynikających z powstania szkody jądrowej z faktycznie utworzonych funduszy i natychmiastowe wypłacanie odpowiednich odszkodowań osobom uprawnionym. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest ubezpieczenie przez sektor prywatny – zakłady ubezpieczeniowe. Takie rozwiązanie jest najprostsze, ponieważ w każdym roz-

winiętym państwie istnieje wielość zakładów ubezpieczeniowych, między którymi występuje konkurencja. Obok **funduszu ubezpieczeniowego**, który nie jest jedynym dostępnym rozwiązaniem, możliwe jest wniesienie **gwarancji bankowej** lub **poręczenia**. W przypadku gdy operatorem urządzenia jądrowego jest państwo, możliwe jest ustanowienie **samozabezpieczenia**, gwarantem wypłacalności odszkodowań jest wtedy skarb państwa. Fundusze pochodzące z ubezpieczenia lub innego źródła zabezpieczającego mogą być przeznaczone jedynie do wypłaty odszkodowania poszkodowanych przez szkodę jądrową. Zdolność ubezpieczeniowa prywatnych zakładów zawsze będzie ograniczona i może nie być adekwatna do postępu rozwoju przemysłu jądrowego, dlatego ważnym elementem jest wysokość obowiązkowego ubezpieczenia osoby eksploatującej, ponieważ od tego zależy zdolność operatora do płacenia odpowiednio wysokich składek.

- 4) **Kwotowe ograniczenie odpowiedzialności operatora** urządzenia jądrowego. Wprowadzenie tej zasady miało na celu wspieranie rozwoju przemysłu jądrowego i zwolnienie operatorów urządzenia jądrowego od ciężaru odpowiedzialności na wypadek zalewu zgubnych roszczeń odszkodowawczych w sytuacji wystąpienia szkody jądrowej. Zasada ta ogranicza kwotowo zakres odpowiedzialności operatora jądrowego, po której wyczerpaniu nie ma konieczności wypłacania dalszych odszkodowań. Brak takiego uregulowania doprowadziłby do powstania nieograniczonej odpowiedzialności, co spowodowałoby konieczność sięgania po własne aktywa po wyczerpaniu środków dostępnych w ramach zakupionego ubezpieczenia. Należy pamiętać, że powstanie awarii jądrowej wymaga również wielkiego nakładu finansowego ze strony eksploatującego na eliminację jej skutków oraz dokonanie stosownych napraw w instalacji. Niechybnie, duże obciążenie finansowe związane z postępowaniem po awarii oraz konieczność wypłacania odszkodowania wszystkim poszkodowanym może doprowadzić do bankructwa operatora urządzenia jądrowego. Energetyka jądrowa często ma tak wysoki priorytet w systemie ekonomicznym całego państwa, że nie można dopuścić, by w wyniku incydemu jądrowego upadło całe przedsiębiorstwo, co w konsekwencji może doprowadzić do bardzo poważnego zachwiania gospodarczego. Z drugiej jednak strony, takie podejście z pewnością doprowadzi do sytuacji, w której kwotowe ograniczenie odpowiedzialności operatora w przypadku poważnego zdarzenia jądrowego spowoduje, iż środki będą niewystarczające, by zrekompensować wszystkie szkody. W takim przypadku w ustawodawstwie wielu krajów przewidziane są formy dodatkowego, uzupełniającego odszkodowania wypłacanego przez skarb państwa. Interwencja państwa opiera się na uznaniu odpowiedzialności

państwa za ochronę i bezpieczeństwo swoich obywateli oraz za zapewnienie solidarności narodowej.

- 5) **Ograniczenie odpowiedzialności** osoby eksploatującej w czasie. Odpowiedzialność operatora urządzenia jądrowego jest zastrzeżona i wymaga zagwarantowania odpowiedniej sumy pieniężnej na wypadek wystąpienia roszczeń odszkodowawczych. Dlatego w celu ułatwienia obrotu konieczne jest nałożenie ograniczenia czasowego na wnoszenie roszczeń przez osoby poszkodowane, zwłaszcza że towarzystwa ubezpieczeniowe rzadko przyjmują na siebie obowiązek ponoszenia ryzyka nieograniczonego czasowo. Wobec tego, obowiązek ustanowienia odpowiedniego zabezpieczenia finansowego implikuje jednocześnie wyznaczenie ram czasowych trwania takiego zabezpieczenia. Zasadniczo ograniczenie czasowe wynosi 10 lat od doznania uszczerbku. Niektóre państwa wprowadziły w swoim prawie cywilnym „zasadę wykrycia” (ang. *discovery rule*), która oprócz konieczności wniesienia powództwa w określonym przez prawo terminie, dochowała drugiego wiążącego terminu, jakim jest okres (najczęściej dwa lub trzy lata) od wykrycia zaistnienia szkody. Niektóre porządki prawne państw atomowych przewidują możliwość wypłacania odszkodowania z funduszy skarbu państwa osobom, które zgłosiły swoje roszczenia po upływie konkretnego terminu. Z charakteru szkody jądrowej wynika, że może się ona ujawnić dopiero po wielu latach od narażenia na napromieniowanie lub nawet dopiero w kolejnych pokoleniach, dlatego termin ten nie może być krótki, ponieważ osoby poszkodowane mogą zostać pozbawione możliwości dochodzenia swoich praw. Z drugiej jednak strony, długi termin przedawnienia roszczeń może być niekorzystny dla poszkodowanego, gdyż z każdym dniem maleje zdolność do udowodnienia zależności między zdarzeniem a jego wpływem na zdrowie poszkodowanego.
- 6) **Zasada równego traktowania** jest najistotniejszym celem powstania omawianych konwencji międzynarodowych, dającym gwarancję, iż wszyscy poszkodowani będą dochodzić swoich roszczeń na tych samych zasadach bez względu na kraj i miejsce pochodzenia – obcokrajowcy przed sądem będą mieli te same prawa, co obywatele danego państwa, u którego toczy się postępowanie sądowe.
- 7) **Zasada jurysdykcji jednego sądu.** Jurysdykcja krajowa przysługuje sądom państwa urządzenia, na którego terytorium miał miejsce incydent jądrowy. Konwencje wprowadzają zasadę, że jeden sąd rozpatruje wszystkie roszczenia wynikające z jednego wypadku jądrowego, a jego właściwość miejscowa do rozpatrywania roszczeń jest determinowana przez miejsce wystąpienia wypadku oraz wewnętrzne prawodawstwo.

Czym jest szkoda jądrowa?

Pojęcie szkody jądrowej traktaty definiują jako „*ustratę życia lub uszkodzenie ciała, stratę lub szkodę na mieniu, stratę gospodarczą, koszty środków odbudowy naruszonego środowiska, utratę dochodu pochodzącego z korzyści ekonomicznych z jakiegokolwiek zastosowania środowiska, koszty środków zapobiegawczych i dalszą stratę lub szkodę spowodowaną takimi środkami, każdą inną stratę ekonomiczną, inną niż spowodowana naruszeniem środowiska, która wynika lub jest skutkiem właściwości promieniotwórczych z trującymi, wybuchowymi lub innymi niebezpiecznymi właściwościami paliwa jądrowego albo produktów lub odpadów promieniotwórczych w urządzeniu jądrowym, jak również materiału jądrowego pochodzącego z takiego urządzenia, powstałego w nim lub wprowadzonego do niego*”⁷.

Zgodnie z definicjami Konwencji o tym, czy szkoda może zostać uznana za jądrową, decydujący wpływ będzie mieć źródło pochodzenia okoliczności powodującej szkodę. W ujęciu praktycznym należy jednak uznać, że szkoda jądrowa jest następstwem działania wypadku jądrowego, które definiowane jest jako „*każde zdarzenie lub seria zdarzeń, mających tę samą przyczynę, które powodują szkodę jądrową lub – ale tylko w odniesieniu do podjętych środków zapobiegawczych – stwarzają poważne i nieuchronne zagrożenie spowodowania takiej szkody*”⁸. Szkodą jądrową nie będą szkody spowodowane działaniem naturalnego i zubożonego uranu oraz izotopów przeznaczonych do celów naukowych, medycznych, rolniczych, handlowych i przemysłowych, w związku z wyłączeniem ich przez konwencje.

Konwencje dzielą szkodę jądrową na szkodę na osobie, mieniu i środowisku, rozszerzając te pojęcia o uszczerbek ekonomiczno-gospodarczy. Szkoda na osobie została zdefiniowana jako „*ustrata życia lub uszkodzenie ciała*”, przy czym termin „*uszkodzenie ciała*” należy traktować tożsamo z pojęciem „*rozstroju zdrowia*”, ponieważ wszelkie kłopoty zdrowotne wiążą się ze anomaliami w ludzkim ciele. „*Ustrata życia*” jest sformułowaniem ostrym i nie wymaga doprecyzowania. Szkoda na osobie może mieć charakter majątkowy i niemajątkowy – choroba lub śmierć skutkuje słabością ekonomiczną (np. w wyniku niezdolności do pracy) dla całej rodziny oraz powoduje ból i cierpienie zarówno u poszkodowanego, jak i jego najbliższych. Niemajątkowa szkoda na osobie związana jest ściśle z chorobą (rozstrojem zdrowia). Ustalenie jądrowego pochodzenia szkody na osobie wymaga dokładnego zdiagnozowania schorzenia, oraz analizy, czy może mieć ona źródło w wyniku działania promieniowania jonizującego, eliminując tym samym dolegliwości, które nie mogą być spowodowane napromieniowaniem.

Zastosowanie w Konwencjach sformułowania „*uszkodzenie ciała*” może sugerować, iż z zakresu szkody

⁷ Art. I 1.k) Konwencji wiedeńskiej, por. art. 1 (a) vii Konwencji paryskiej.

⁸ Art. I 1.l) Konwencji wiedeńskiej por. art. 1 a) i Konwencji paryskiej.

jądrowej wyłączone zostały dolegliwości нефизyczne, a mające swoje podłoże w ludzkiej psychice, takie jak poczucie zagrożenia, apatia, stres lub choroby psychiczne. Zawężenie przesłanek szkody na osobie do fizycznego naruszenia struktury ciała ma podstawy czysto praktyczne – fizyczne oddziaływanie promieniowania jonizującego wywołuje skutki w ciele poszkodowanego, które można stwierdzić. Zaburzenia psychiczne i emocjonalne mają pośredni związek z zagrożeniem promieniotwórczym, wynikają bardziej z obawy przed niewidzialnym i nieznanym zagrożeniem ze strony skażenia jądrowego.

Podobnie jak w przypadku szkody na osobie, pojęcie szkody jądrowej w mieniu również nie zostało doprecyzowane w przepisach Konwencji. Szkodą w mieniu będzie zarówno zniszczenie, jak i utrata rzeczy będącej przedmiotem prawa własności, ale także straty ekonomiczne związane z pozbawieniem prawa do korzystania i pobierania pożytków z posiadanego przedmiotu. Brak definicji traktatowej dotyczącej tego, co dokładnie jest mieniem, będzie wymagać zaczerpnienia tej definicji z treści przepisów prawa kraju, w którym doszło do powstania wypadku.

Nie każde naruszenie prawa własności przez skutki zdarzenia jądrowego będą traktowane jako szkoda jądrowa i nie będą podlegać naprawieniu przez operatora jądrowego. Konwencje stanowią iż: *„osoba eksploatująca nie ponosi odpowiedzialności za szkodę jądrową w samym urządzeniu jądrowym lub w innym urządzeniu jądrowym, włączając w to urządzenie jądrowe w budowie, na terenie lokalizacji takiego urządzenia oraz wyrządzoną w każdym mieniu znajdującym się na tym samym terenie, które jest lub ma być wykorzystane w związku z każdym takim urządzeniem”*⁹. Pierwsza część przepisu stanowi o oczywistym wyłączeniu – samo uszkodzenie urządzenia jądrowego, które doprowadziło do powstania zdarzenia jądrowego, nie jest szkodą jądrową i nie podlega szczególnemu reżimowi odszkodowawczemu. Eksploatujący nie będzie mógł naprawić doznanych szkód w samym urządzeniu jądrowym z obowiązkowego funduszu zabezpieczającego ani nie będzie brany pod uwagę przy rozdzielaniu odszkodowania, bez względu na to, czy urządzenie było jego własnością, czy też nie. Za to druga część przepisu może spowodować wiele trudności natury praktycznej. Instalacje takie jak elektrownie atomowe to nie tylko reaktory i inne urządzenia jądrowe, ale także sieć specjalistycznych urządzeń i systemów, które rozlokowane są na dużej powierzchni. Nie zawsze te urządzenia znajdują się pod kontrolą i pracują na rachunek eksploatującego, różny może być ich charakter własności i działalności. Nie każde urządzenie znajdujące się w instalacji jądrowej będzie własnością eksploatującego – pracować tam mogą podwykonawcy, dzierżawcy, osoby wykonujące usługi na zlecenie,

operator jądrowy może być leasingobiorcą różnych urządzeń, zatem właścicielem będzie podmiot finansujący leasing (np. bank). Z treści przepisu wynika, że stosunek własności nie ma znaczenia, ważne jest ujęcie funkcjonalne – jeśli mienie jest wykorzystywane w związku z działalnością jądrową, to szkoda na nim nie podlega naprawie. Jeśli takiego związku nie ma, to wtedy będzie to szkoda jądrowa, niezależnie od tego, czy mienie nie będące w związku z urządzeniem jądrowym jest przedmiotem własności operatora, czy też nie. O tym, czy taki rodzaj więzi występuje, orzekać będzie sąd. Bez wątpienia związek, o którym mowa, musi wynikać z przeznaczenia rzeczy i specyfiki działania urządzenia jądrowego. Wobec tego, więź ta musi być trwała, funkcjonowanie urządzeń musi być skuteczne, umożliwiając tym samym wydajną pracę urządzenia jądrowego. Przykładem przemijającego związku może być działalność przedsiębiorstwa remontowego, dokonującego odświeżenia pomieszczeń urządzenia jądrowego – ich działalność nie wpływa bezpośrednio na pracę urządzenia jądrowego. Właściwe rozgraniczenie, czy dana czynność ma związek z atomowym charakterem działalności operatora, jest bardzo trudne i będzie wymagać rzetelnego udowodnienia przed właściwym sądem.

Traktaty międzynarodowe o odpowiedzialności za szkodę w pierwotnym brzmieniu nie zajmowały się problematyką szkody jądrowej powstałej w środowisku. Pierwsze próby przypisania odpowiedzialności operatorowi jądrowemu za szkody powstałe na morzu przewidywała Konwencja brukselska z dnia 17 grudnia 1971 r., odnosząca się do odpowiedzialności cywilnej w dziedzinie przewozów materiałów jądrowych drogą morską¹⁰. Przewidywała ona, iż przewoźnik morski zwolniony jest z odpowiedzialności za szkodę powstałą podczas transportu materiałów jądrowych drogą morską, jeśli na mocy odrębnych przepisów odpowiedzialność za nią ponosi operator jądrowy. Był to historycznie pierwszy akt prawny przewidujący odszkodowanie za zanieczyszczenie morza środkami promieniotwórczymi oraz umacniający dodatkowo zasadę skanalizowania odpowiedzialności osoby eksploatującej urządzenie jądrowe. Mimo ważnych postanowień, Konwencja nigdy nie weszła w życie. Dopiero w latach dziewięćdziesiątych XX wieku podjęto starania mające na celu wzmoczenie ochrony środowiska naturalnego. Pierwszym aktem prawnym, który reguluje odpowiedzialność za szkody powstałe w środowisku w wyniku działalności człowieka, jest Konwencja o odpowiedzialności cywilnej za szkody wyrządzone działalnością niebezpieczną dla środowiska sporządzona w 1993 r. w Lugano w ramach działalności Rady Europy. Nie obejmowała ona swoimi postanowieniami odpowiedzialności za szkody jądrowe, jednakże tożsame postanowienia Konwencji z Lugano dotyczące szkód wyrządzonych w środowisku włączono do

⁹ Art. 3 Konwencji paryskiej por. art. IV. 5 Konwencji wiedeńskiej. Porządek wiedeński wyłącza jeszcze szkodę wyrządzoną środkom transportu, które przewoziły materiał jądrowy podczas incydentu jądrowego.

¹⁰ *Convention relating to Civil Liability in the Field of Maritime Carriage of Nuclear Material*, Bruksela, 17 XII 1971.

Konwencji wiedeńskiej Protokołem zmieniającym w 1997 r.¹¹ Traktatową definicję szkody jądrowej rozszerzono o „koszty środków odbudowy naruszonego środowiska, utratę dochodu pochodzącego z korzyści ekonomicznych z jakiegokolwiek środowiska lub jego wykorzystania dla przyjemności, koszty środków zapobiegawczych i dalszą stratę lub szkodę spowodowaną takimi środkami, szkodę powstałą wskutek znacznego naruszenia tego środowiska, każdą inną stratą ekonomiczną, inną niż spowodowana naruszeniem środowiska, jeżeli pozwalają na to ogólne przepisy o odpowiedzialności sądu właściwego”¹². Bardzo podobne brzmienie szkody jądrowej¹³ wprowadził Protokół zmieniający Konwencję paryską z 2004 r.¹⁴ Brakuje jednak definicji legalnej, czym jest środowisko w ujęciu Konwencji (podobnie jak w przypadku mienia), dając tym samym państwu-stronie możliwość określenia prawem wewnętrznym zakres takiej szkody oraz procedurę przypisania odpowiedzialności. Środowiskiem jest ogół różnorodnych, powiązanych ze sobą elementów przyrody świata roślin, zwierząt i przyrody nieożywionej, zarówno pochodzenia naturalnego, jak i przekształcony przez działalność człowieka. Szkoła jądrowa może polegać na zerwaniu tych powiązań, zniszczeniu jednego z tych składników lub uniemożliwieniu korzystania z niego (np. w wyniku skażenia określonego obszaru). Środowisko zawsze będzie czymś własnością, bądź to prywatną (np. pola uprawne), bądź dobrem wspólnym. Możliwe jest wysunięcie tezy, że szkoda w środowisku jest szczególnym rodzajem szkody wyrządzonej w mieniu. Świadczyć może o tym rozszerzony katalog okoliczności podlegający naprawieniu: koszty środków zapobiegawczych oraz restytucji naruszonego środowiska, które nie zostały przewidziane dla szkody w mieniu. Z samego charakteru szkody jądrowej w środowisku wynikać będzie również legitymacja czynna (prawo do wniesienia pozwu) państwa do występowania z roszczeniem odszkodowawczym, ponieważ podmiot prywatny może nie być w stanie ponieść kosztów związanych z rekultywacją terenu dotkniętego skażeniem jądrowym. Należy zatem uznać, że szkodą w środowisku jest sytuacja, w której państwo ponosi koszty rekonstrukcji części składowych środowiska, w ramach obowiązku zapewnienia stabilności ekosystemu.

Podsumowanie

W powyższym artykule przybliżono główne założenia obu traktatów¹⁵ (tzw. zasady odpowiedzialności za szkodę

jądrową) oraz scharakteryzowano przedmiot tych umów międzynarodowych – pojęcie szkody jądrowej. Ewolucja prawa atomowego musi iść w zgodzie z postępowaniem techniczno-naukowym. Dziedzina prawa dotycząca odpowiedzialności za szkodę jądrową ma za zadanie wyważyć proporcję między prawem ludności cywilnej a obowiązkami nakładanymi na operatora urzędującego jądrowego. Konwencje wiedeńska i paryska utworzyły nowy reżim odpowiedzialności, który operuje na bardzo specyficznej materii. Mając na uwadze szczególny charakter potencjalnych skutków wypadku jądrowego, niezbędne jest stworzenie harmonijnego i kompletnego systemu prawnego, który zapewni ochronę poszkodowanej ludności, ale i nie zaburzy procesu promowania energetyki jądrowej na świecie. Choć wydaje się, że pojęcie szkody jądrowej w traktatach zdefiniowane jest precyzyjnie, **brak definicji legalnej w treści przepisów, czym jest mienie i jak należy rozumieć pojęcie środowiska, powoduje, że zakres naprawianej szkody będzie determinowany ustawodawstwem państwa urzędującego, w którym doszło do awarii**. Możliwa jest sytuacja, że ten sam rodzaj uszczerbku w mieniu poszkodowanego będzie podlegał ochronie w różnym zakresie, w zależności od tego, co stanowi odpowiednia ustawa. Równie poważny **problem praktyczny rodzi wyłączenie z zakresu szkody mienia znajdującego się na terenie obiektu jądrowego**, a nie będącego w bezpośrednim związku z działalnością operatora. Wszelkie niedomówienia i nieścisłości w treści przepisów traktatu będą rozpatrywane przez krajowe sądy, jednakże rozbudowany materiał do rozważań niekorzystnie wpłynie na czas wydania prawomocnego orzeczenia, a do tego momentu osoba poszkodowana nie otrzyma należnego jej odszkodowania.

Notka o autorze

Maciej Lemiesz – absolwent Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Łódzkiego, aktualnie jest stażystą wolontariuszem w Departamencie Prawnym Państwowej Agencji Atomistyki.

Literatura

1. Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy z dnia 29 VII 1960 r. z późniejszymi zmianami.
2. 1963 Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage. z dnia 21 V 1963 r. z późniejszymi zmianami.
3. Convention relating to Civil Liability in the Field of Maritime Carriage of Nuclear Material, Bruksela, z dnia 17 XII 1971 r.
4. Konwencja nr 150 o odpowiedzialności cywilnej za szkody wyrządzone działalnością niebezpieczną dla środowiska w: Standardy

¹¹Protokół zmieniający Konwencję wiedeńską z 1963 r. o odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową, sporządzony w Wiedniu dnia 12 IX 1997 r. (Dz.U. 2011 nr 4 poz. 9), zwany jest dalej „Protokołem zmieniającym Konwencję wiedeńską”.

¹²Art. 1 k) (iii) i następne por. art. 2 ust. 7 Konwencji o odpowiedzialności cywilnej za szkody wyrządzone działalnością niebezpieczną dla środowiska.

¹³Art. 1 a) vii Konwencji paryskiej.

¹⁴Protocol to Amend the Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy of 29 July 1960, as Amended by the Additional Protocol of 28 January 1964 and by the Protocol of 16 November 1982.

¹⁵Konwencji paryskiej i Konwencji wiedeńskiej.

- prawne Rady Europy. Teksty i komentarze, t. 2: Prawo cywilne, red. M. Safjan, Oficyna Naukowa, Warszawa 1995, s. 113–141.
5. Joint Protocol relating to the application of the Vienna Convention and the Paris Convention z dnia 21 IX 1988 r.
 6. Protokół zmieniający Konwencję wiedeńską z 1963 roku o odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową, z dnia 12 IX 1997 r.
 7. Protocol to Amend the Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy of 29 July 1960, as Amended by the Additional Protocol of 28 January 1964 and by the Protocol of 16 November 1982 z dnia 29 lipca 1960 r.
 8. Majda R., *Cywilna odpowiedzialność za szkodę jądrową w polskim prawie atomowym*, Łódź 2006, s. 10–113.
 9. Pelzer N., *Focus on the Future of Nuclear Liability Law*, [w]: *Reform of the Civil Nuclear Liability, Budapest Symposium 1999*, Paryż 2000, s. 430.
 10. Schwarz J., *International Nuclear Third Party Liability Law: The Response to Chernobyl*, [w]: *International Nuclear Law in the Post-Chernobyl Period*, OECD, 2006, s. 37–72.
 11. Stoiber C., Baer A., Pelzer N., Tonhauser W.: *Handbook on Nuclear Law*, Wiedeń 2003, s. 107–118.

Nuclear forensics, czyli do czego służy jądrowa ekspertyza kryminalistyczna

Paulina Giżowska
Państwowa Agencja Atomistyki

Wstęp

Przejście graniczne. Przejeżdżająca ciężarówka wywołuje sygnalizację alarmową detektora promieniowania. Jedna ze stacjonarnych bramek do kontroli radiometrycznej wykazuje promieniowanie wyższe niż dopuszczalne. Przejeżdżająca ciężarówka zostaje zatrzymana i skontrolowana dodatkowo z użyciem przenośnego sprzętu dozymetrycznego. W trakcie kontroli zostaje wykryte wysoko aktywne źródło.

Na pytanie kto i dlaczego przemyca źródła wysokoaktywne lub materiały jądrowe – takie jak np. wysoko wzbogacony uran, mogą dziś odpowiedzieć detektywi atomowi. Dzięki zaawansowanym metodom analitycznym jądrowa ekspertyza kryminalistyczna pomaga ustalić pochodzenie materiałów jądrowych i promieniotwórczych znalezionych na miejscu przestępstwa lub innego zdarzenia radiacyjnego.

Kryminalistyka w szerokim znaczeniu rozumiana jest jako nauka o środkach i sposobach wykrywania przestępstw lub jeszcze jako ogół czynności śledczych podejmowanych w postępowaniu karnym, które mają na celu ściganie sprawców przestępstw¹. Dowody przestępstwa są zbierane i następnie analizowane pod kątem właściwości fizycznych, biologicznych oraz charakterologicznych, jak również porównywane z posiadaną wiedzą i dokumentacją. Analiza całego materiału dowodowego powinna utworzyć możliwie najkompletniejszy obraz badanej sytuacji. Celem ekspertyzy kryminalistycznej jest doprowadzenie do rozwiązania zagadki, co się stało, kto był zamieszany, gdzie i kiedy przebiegały przygotowania. Poprzez udowodnienie istnienia związku lub jego braku pomiędzy osobami i zdarzeniami, osoby odpowiedzialne mogą zostać postawione przed wymiarem sprawiedliwości.

¹ Definicja pochodzi z sjp.pwn.pl.

² Faktycznie w języku angielskim często w tym kontekście spotyka się określenie „fingerprints”.

³ *Dirty bomb* czy tzw. brudna bomba to bomba łącząca w sobie elementy konwencjonalnych ładunków wybuchowych z materiałem promieniotwórczym, mająca na celu doprowadzenie do promieniotwórczego skażenia terenu. Do wywołania eksplozji brudnej bomby nie używa się

Nuclear forensics, czyli jądrowa ekspertyza kryminalistyczna, jest dyscypliną kryminalistyki zajmującą się badaniem materiałów jądrowych i źródeł promieniotwórczych bądź tradycyjnych dowodów przestępstwa skażonych izotopami promieniotwórczymi, w kontekście zdarzenia radiacyjnego o podłożu kryminalnym.

Tak samo jak w tradycyjnej ekspertyzie kryminalistycznej, jądrowa ekspertyza kryminalistyczna ma za zadanie zidentyfikowanie materiałów pozyskanych na miejscu zdarzenia oraz określenie, jak, gdzie i kiedy oraz do jakich celów zostały stworzone. Niczym nieroztropni przestępcy, materiały jądrowe i promieniotwórcze pozostawiają swoje „odciski palców”²: mają one swoją własną charakterystykę, która jest unikatowa dla danego źródła czy materiału oraz sposobu jego przetworzenia. Różnią się one pod względem składu izotopowego, właściwości chemicznych i cech fizycznych. To wszystko składa się na ich swoisty „podpis” (ang. *signature*). Podpis ten zmienia się w trakcie cyklu paliwowego. Analiza zebranych śladów materialnych pozwala na określenie m.in. materiału wyjściowego i sposobów jego późniejszego przetworzenia. Te z kolei mogą wskazać na konkretny obszar produkcyjny lub możliwości zastosowań oraz pozwolić na porównanie pozyskanych informacji z informacjami dostępnymi w bazach danych i ewidencjach materiałów.

Przechwycone materiały jądrowe i promieniotwórcze mogą pochodzić z nielegalnego lub niezamierzonego obrotu, mogły zostać odzyskane po kradzieży lub znalezione po ich wcześniejszym zgubieniu lub porzuceniu, jak również mogą być wykryte po eksplozji tzw. improwizowanej broni jądrowej *IND* (ang. *Improvised Nuclear Device*) lub – co bardziej prawdopodobne – tzw. brudnej bomby³.

Dotychczasowy rozwój

Jądrowa ekspertyza kryminalistyczna rozwinęła się w połowie lat 90. ubiegłego wieku, w związku z wzrostem przypadków nielegalnego obrotu materiałami jądrowymi i ilością napotkanych niekontrolowanych źródeł, tj. źródeł nie objętych nadzorem i kontrolą w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej przez organy dozoru jądrowego. Utrata kontroli nad źródłami promieniotwórczymi mogła nastąpić m.in. z powodu porzucenia, zaginięcia, kradzieży lub niezgodnego z prawem przekazania źródła. W latach 90. ubiegłego wieku wystąpiły głośne sytuacje przechwycenia wysoko wzbogaconego uranu (HEU) lub plutonu w różnych miejscach w Europie. Używając spektrometrii masowej⁴ i technik chemicznych wykorzystywanych dotychczas w produkcji materiałów jądrowych lub na użytek inspektorów zabezpieczeń (ang. *safeguards*), naukowcom udało się określić, czy przechwycone źródła zgadzają się z ewidencją materiałów produkowanych, używanych lub przechowywanych w danym kraju.

Przechwycenie znacznych ilości materiałów rozszczepialnych (gramów lub w niektórych przypadkach nawet kilogramów plutonu lub wysoko wzbogaconego uranu) i późniejsza ich analiza wykazała, że materiały przemycane w różnych incydentach w różnym czasie mają podobne charakterystyki. Stało się jasne, że ekspertyza kryminalistyczna w tym zakresie pozwoli nie tylko na znalezienie i ukaranie sprawców, ale również na identyfikację słabych punktów i nieszczelności w systemach ochrony fizycznej.

W ślad za rozwojem ekspertyzy kryminalistycznej zostały np. wzmocnione krajowe przepisy dotyczące nielegalnego obrotu materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi. Równoległe z zaostrzonymi przepisami i wzrostem kar za przemyt wzrosło w sądach zapotrzebowanie na ekspertyzy jądrowe. Dowody pozyskane przez analizę odzyskanych materiałów zaczęły być wykorzystywane w sądach, by połączyć materiał ze sprawcami, miejscami i zdarzeniami. Z racji tego znalezienie niepodważalnych w sądzie dowodów przestępstwa było szczególnie ważne.

Poprzez rozwój i ulepszanie metodyki, jak również instrumentów analitycznych, jądrowa ekspertyza kryminalistyczna rozwinęła się i objęła również tradycyjne metody kryminalistyczne⁵. Te ostatnie pozwalają na przeprowadzenie tradycyjnych badań kryminalistycznych, w przypadku gdy nie mogą one być przeprowadzone w laboratorium kryminalistycznym ze względu na skażenie promieniotwórcze badanych dowodów⁶.

Obecnie, jądrowa ekspertyza kryminalistyczna jest prężnie rozwijającą się dziedziną badań jądrowych. Główny europejski ośrodek badawczy zajmujący się tą tematyką, Instytut Pierwiastków Transuranowych (ITU) w Karlsruhe⁷, zbadał przez ostatnie 20 lat około 50 zdarzeń⁸. Ponadto, na świecie istnieje sieć laboratoriów posiadających zaawansowane metody, umiejętności techniczne i aparaturę. Dzięki nowoczesnym metodom analitycznym możliwe jest już wykrycie mikrogramowych śladów na miejscu przestępstwa oraz późniejsza analiza niewielkich ilości materiału, minimalizując jego zużycie dzięki nieniszczącym metodom spektroskopowym. Poprzez współpracę

Przykłady zdarzeń wykrytych w latach 90.¹⁰

Data	Pochodzenie	Kraj przechwycenia / wykrycia	Materiał i ilość
Maj 1992	Rosja	Rosja	1,5 kg HEU (90%)
Maj 1993	Rosja	Litwa	0,1 kg HEU (50%)
Maj 1994	Nieznane	Niemcy	0,006 kg plutonu-239
Sierpień 1994	Rosja	Niemcy	0,4 kg plutonu
Grudzień 1994	Rosja	Czechy	2,7 kg HEU (87,7%)
Maj 1999	Rosja	Bułgaria	0,004 kg HEU (b.d.)
Październik 1999	Nieznane	Kirgistan	0,0015 kg plutonu

materiałów rozszczepialnych, lecz jedynie konwencjonalnych materiałów wybuchowych. Brudna bomba jest łatwiejsza w konstrukcji od broni jądrowej, przez co może potencjalnie być wykorzystana przez terrorystów w razie pozyskania przez nich materiałów promieniotwórczych.

⁴ Spektrometria masowa (MS, ang. *mass spectrometry*) – technika analityczna zaliczana do metod spektroskopowych, której podstawą jest pomiar stosunku masy do ładunku elektrycznego danego jonu.

⁵ Rozumiane jako analiza tradycyjnych dowodów kryminalistycznych, m.in. włosów, włókien, odcisków palców, DNA itd.

⁶ Konwencjonalne laboratoria nie posiadają wystarczających zabezpieczeń, ochrony i usprawnień, by móc zajmować się materiałami promieniotwórczymi. W celu badania tradycyjnych dowodów kryminalistycznych zostały m.in. opracowane procedury z wykorzystaniem sprzętu laboratoryjnego do pracy w kontrolowanej atmosferze, tzw. komory rękawicowe (ang. *glove box*).

⁷ Jeden z instytutów wchodzących w skład europejskiego Wspólnego Centrum Badawczego JRC (ang. *Joint Research Centre*) Komisji Europejskiej.

⁸ <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/iaea-international-conference>

¹⁰ Pełen obraz przypadków przemytu, nielegalnego obrotu lub innych zdarzeń, o których można się dowiedzieć z otwartych źródeł, jest dostępny pod adresem: <http://www.terrorismanalysts.com/pt/index.php/pot/article/view/schmid-illicit-radiological/html>

i wymianę doświadczeń między instytucjami, nowe metody kryminalistyczne są poddawane wzajemnej ocenie (ang. *peer review*) i wspólnie weryfikowane.

Obszary zastosowania

Baza Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) o incydentach nielegalnego obrotu materiałami jądrowymi i innymi źródłami promieniotwórczymi, ITDB (ang. *Incident and Trafficking Database*) odnotowała od 1993 do końca 2015 roku 2889 potwierdzonych zdarzeń z niekontrolowanymi źródłami, z czego m.in. 454 dotyczyło niedozwolonego posiadania lub innych powiązanych niedozwolonych czynności, a 762 dotyczyło kradzieży lub zagubienia źródeł. Ponadto, 13 zdarzeń dotyczyło wysoko wzbogaconego uranu, 3 zdarzenia dotyczyły plutonu, a 5 neutronowych źródeł plutonowo-berylowych¹⁰. Zdarzenia są dobrowolnie zgłaszane przez Państwa członkowskie MAEA, które przystąpiły do ITDB. Można więc przyjąć założenie, że rzeczywista liczba zdarzeń na świecie jest jeszcze wyższa. Ekspertyza kryminalistyczna znacznie wspomaga w tym zakresie analizę tras przemytu, motywacji przemytników, zapotrzebowania rynku i potencjalnych nabywców, a w konsekwencji wspomaga bezpieczeństwo fizyczne (ang. *security*)¹¹.

Ekspertyza kryminalistyczna jest obecnie postrzegana jako jeden z głównych elementów bezpieczeństwa fizycznego bądź ochrony fizycznej¹². Jądrowa ekspertyza kryminalistyczna wspiera trzy główne cele bezpieczeństwa fizycznego: prewencję, detekcję oraz metody reagowania na zdarzenia. Podpowiedź, skąd pochodzi materiał i jak jest przemywany, służy ulepszaniu obowiązujących rozwiązań, ustaleniu, na czym polegają słabości systemu, braki, gdzie system został „przechytrzony”. Poprzez identyfikację niedociągnięć w ochronie możliwe jest ulepszenie i ustanowienie skutecznego reżimu ochrony fizycznej.

¹⁰ITDB Fact Sheet 2016.

¹¹Znacząca rola jądrowej ekspertyzy kryminalistycznej została ujęta w Nuclear Security Summit 2012 Communiqué, Seul (2012 r.) oraz Deklaracji Ministerialnej MAEA Konferencji o ochronie fizycznej, Wiedeń (2013 r.).

¹²W artykule pojęcia bezpieczeństwa fizycznego i ochrony fizycznej są używane naprzemiennie, jako odnoszące się do angielskiego pojęcia *security*, pojęcia odrębnego od bezpieczeństwa jądrowego (*safety*). W polskim prawie atomowym istnieje pojęcie ochrona fizyczna, zdefiniowane jako *całokształt przedsięwzięć organizacyjnych i technicznych, mających na celu skuteczne zabezpieczenie materiałów jądrowych i obiektów jądrowych przed aktami terroru, dywersji, sabotażu i kradzieży*. Jest to pojęcie najbliższe angielskiemu *security*, natomiast nie oddaje do końca całego jego znaczenia rozumianego jako zapobieganie, wykrywanie i reagowanie na akty przestępcze lub inne niedozwolone zdarzenia dotyczące materiałów jądrowych, innych substancji promieniotwórczych lub związanych z nimi obiektów. W takim rozumieniu ochrona fizyczna (*physical protection*) jest tylko jednym z komponentów bezpieczeństwa fizycznego.

¹³M.in. na mocy art. 121, art. 163 §1 pkt 4, art. 171 i art. 184 kodeksu karnego (Dz.U. z 2016 r., poz. 1137, z późn. zm.) oraz art. 33 ustawy z 29 listopada 2000 r. o obrocie z zagranicą towarami, technologiami i usługami o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa państwa, a także dla utrzymania międzynarodowego pokoju i bezpieczeństwa (Dz. U. z 2013 r., poz. 194, z późn. zm.).

¹⁴Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2014 r., poz. 1512, z późn. zm.).

¹⁵M.in. art. 7 Konwencji o ochronie fizycznej materiałów jądrowych i obiektów jądrowych (1980 r. wraz z poprawką z 2005 r.), art. 5 Międzynarodowej konwencji w sprawie zwalczania aktów terroryzmu jądrowego (2005 r.), art. 4 Międzynarodowej konwencji o zwalczaniu terrorystycznych ataków bombowych (1997 r.).

¹⁶Art. 13 CPPNM.

¹⁷Jedną z podstawowych zasad ochrony fizycznej zgodną z zaleceniami w zakresie ochrony fizycznej wydanymi przez MAEA (dokument MAEA „Ochrona fizyczna materiałów jądrowych i obiektów jądrowych” – INFCIRC/225/Rev.5). Mają również zastosowanie Konwencja o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej (1986 r.) i Konwencja o udzielaniu pomocy w przypadku awarii jądrowych i zagrożeń radiologicznych (1986 r.).

Pewność co do uzyskanych wyników badań kryminalistycznych jest przy tym ważna, ponieważ ustalenia pozwalają organom ścigania podjąć świadome działania, które poprawią praktyki bezpieczeństwa jądrowego szeroko pojętego (ang. *safety i security*), a przede wszystkim właśnie zachowania z zakresu ochrony fizycznej.

Normy międzynarodowe i krajowe

W porządku krajowym nielegalne posiadanie, obrót materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi oraz ich niedozwolone użycie podlega ściganiu na mocy kodeksu karnego oraz ustawy z 29 listopada 2000 r. o obrocie z zagranicą towarami, technologiami i usługami o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa państwa, a także dla utrzymania międzynarodowego pokoju i bezpieczeństwa¹³.

Ustawa – Prawo atomowe zabrania ponadto podejmowania i prowadzenia działalności polegającej na wykorzystywaniu materiałów jądrowych lub technologii jądrowych do budowy broni jądrowej lub jądrowych ładunków wybuchowych (art. 41a ust. 1) oraz działalności polegającej na obrocie odpadami promieniotwórczymi (art. 4 ust. 3)¹⁴.

Kryminalizacja nielegalnego posiadania i obrotu materiałami jądrowymi oraz ustanowienie stosownych kar jest wymagane przez międzynarodowe instrumenty prawne¹⁵. Ponadto, Konwencja o ochronie fizycznej materiałów jądrowych i obiektów jądrowych (CPPNM) wprowadza dodatkowo obowiązek współpracy, wymiany informacji i pomocy między państwami w związku z postępowaniami karnymi, łącznie z wymianą dowodów niezbędnych do przeprowadzenia dochodzenia¹⁶. Państwa powinny również posiadać plany na sytuacje nieprzewidziane¹⁷.

W ramach zapobiegania dostępu do broni masowego rażenia podmiotom niepaństwowym, takim jak grupy terrorystyczne, kluczowa rezolucja 1540 Rady Bezpieczeństwa ONZ nakłada na państwa wymóg kryminalizacji proliferacji oraz ustanowienia odpowiednich środków

zabezpieczenia wszelkich wrażliwych materiałów na swoim terytorium.

Zastosowanie mają również liczne zalecenia i standardy międzynarodowe, w tym m.in. przewodnik wykonawczy zaleceń MAEA pt. *Nuclear Forensics in Support of Investigation*¹⁸.

Standardy i dobre praktyki są ponadto opracowywane przez formalne i nieformalne grupy robocze, takie jak grupa robocza ds. jądrowej ekspertyzy kryminalistycznej Globalnej Inicjatywy Zwalczenia Terroryzmu Jądrowego GICNT (*Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism*) lub powstała 20 lat temu międzynarodowa techniczna grupa robocza ITWG (*nuclear forensics International Technical Working Group*) zrzeszająca naukowców, inżynierów, organy ścigania i dozory zaangażowane w tematykę kryminalistyki jądrowej. ITWG stworzyła m.in. przykładowy plan postępowania w sytuacji zdarzenia radiacyjnego o podłożu kryminalnym [3].

Krajowy potencjał jądrowej ekspertyzy kryminalistycznej

Jądrowa ekspertyza kryminalistyczna to nie tylko specjalistyczna analiza w celu zdobycia danych o producencie, pochodzeniu i możliwego sposobu, w jaki materiał znalazł się w niepożądanym miejscu. Jest to także – a może przede wszystkim – postępowanie po przejęciu materiału promieniotwórczego nieznanego pochodzenia, jak również wsparcie prawne i dozorowe, odpowiednia infrastruktura techniczna i wyspecjalizowane zasoby kadrowe.

Rozróżnienie między umiejętnościami podstawowymi i zaawansowanymi

Umiejętności podstawowe	Umiejętności zaawansowane
Ustalenie, z jaką substancją mamy do czynienia na podstawie jej najbardziej charakterystycznych cech.	Określenie składu, stanu fizycznego, wieku, pochodzenia, historii oraz możliwych zastosowań.
Wstępne ustalenie, czy materiał mógł pochodzić z kraju, czy pochodzi z zagranicy.	Porównanie wyników z dostępnymi bazami danych zawierającymi dane empiryczne z dostępnej dokumentacji, wcześniejszych analiz próbek materiałów itd.
Wstępne ustalenie, czy zostało złamane prawo.	
<i>Może być często wykonane na miejscu zdarzenia.</i>	<i>Wymaga specjalistycznego laboratorium, zaawansowanych środków technicznych i specjalistycznych analiz.</i>

Przy tworzeniu potencjału kryminalistyki jądrowej różni się umiejętności podstawowe (ang. *core capabilities*) i umiejętności zaawansowane (ang. *advanced capabilities*).

Umiejętności podstawowe ograniczają się często do identyfikacji rodzaju materiału promieniotwórczego i odpowiedniego do tego rodzaju planu działania (odpowiedź na zdarzenie, zbieranie dowodów, postępowanie z dowodami i ich przechowywanie). Przykładem zaawansowanych

umiejętności jest natomiast użycie zaawansowanych technik analitycznych w celu ustalenie wieku odzyskanych materiałów¹⁹. **Umiejętności zaawansowane** są dobrze rozwinięte na poziomie europejskim oraz dzięki istniejącej sieci współpracujących ze sobą laboratoriów. Ze względu na rzadkie ich zastosowanie nie wymagają duplikacji na poziomie krajowym. Podstawowe umiejętności mogą być za to często ustanowione na podstawie istniejących rozwiązań. Potrzebne są natomiast rozwiązania, jak zachować się w sytuacji zdarzenia radiacyjnego o podłożu kryminalnym (ang. *crime scene*) oraz zapewnienie odpowiedniego postępowania z pozyskanymi dowodami, takie jak utworzenie łańcucha dowodowego (ang. *chain of custody*).

W stosunku do zwykłego postępowania przygotowawczego procedura zbierania materiałów dowodowych w sytuacji zdarzenia radiacyjnego musi być uzupełniona o komponent ochrony radiologicznej. Przed przeprowadzeniem oględzin miejsca zdarzenia powinna niezwłocznie być przeprowadzona ocena zagrożenia radiologicznego przez specjalistyczne służby z zakresu ochrony radiologicznej. Równoległe do wstępnej identyfikacji występującej substancji służby te mają za zadanie ustalenie mocy dawki promieniowania i określenie wymaganej ochrony przed promieniowaniem. W ten sposób mogą zostać wydane odpowiednie dyspozycje dla służb i osób prowadzących czynności dochodzeniowo-śledcze, zabezpieczające dostęp do miejsca zdarzenia oraz zabezpieczające ślady i przedmioty, które mogą stanowić materiał dowodowy w postępowaniu.

Każde postępowanie powinno być prowadzone ze ścisłym przestrzeganiem procedur i ustanowionych planów postępowania awaryjnego. Kluczowa jest tu współpraca

z odpowiednimi służbami, by zapewnić integralność dowodów oraz odpowiednio udokumentowany łańcuch dowodowy. Działania interwencyjne, a przede wszystkim gromadzenie materiałów, ich transport i przechowywanie powinno się odbywać z uwzględnieniem specyfiki zbieranych materiałów. Osiąga się to poprzez identyfikację ról i obowiązków, odpowiedni sprzęt, wyćwiczony personel, regularne ćwiczenia i wnioski wyciągnięte z wcześniejszych

¹⁸Nuclear Forensics in Support of Investigation [1], Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources [2], Radiological Crime Scene Management [7].

¹⁹Jedną z dostępnych metod jest radiodatowanie: datowanie próbek na podstawie pomiaru procesów rozpadu promieniotwórczych izotopów, z wykorzystaniem znajomości tempa ich rozpadu, w szczególności czasu połowicznego rozpadu.

postępowań. Według polskiego prawa atomowego jednostki, których pracownicy mogą w trakcie pracy zetknąć się ze źródłami niekontrolowanymi, mają na przykład obowiązek zapewnić pracownikom szkolenie dotyczące działań, jakie należy podjąć w przypadku wykrycia albo podejrzenia wykrycia źródła niekontrolowanego (art. 43d). Do jednostek, gdzie takie szkolenia powinny być przeprowadzane, zalicza się między innymi straż graniczną, służbę celną, straż pożarną oraz jednostki zajmujące się magazynowaniem, sprzedażą lub przetwórstwem złomu metali.

Dodatkowo, sugerowane jest utworzenie baz danych posiadanych materiałów (tzw. *nuclear forensics library*). Takie bazy danych katalogują materiały dostępne na poziomie krajowym, łącznie z ich właściwościami fizyko-chemicznymi czy też indywidualnym „podpisem”. W razie postępowania dochodzeniowo-śledczego bazy danych pozwalają na przyporządkowanie analizowanego materiału do materiałów uprzednio zarejestrowanych w bazie. Do stworzenia bazy danych konieczne jest przeprowadzenie kategoryzacji posiadanych materiałów, uwzględniając wszystkie ich potencjalnie interesujące charakterystyki pod kątem ekspertyz kryminalistycznych. **Rozwiązania takie powinny powstać przed budową pierwszej elektrowni jądrowej oraz brać pod uwagę rozwój polskiego programu energetyki jądrowej. Jest to znacznie łatwiejsze, gdy ilość posiadanych działalności i materiałów jest mniejsza.** Im większa ich ilość, tym szersza i bardziej kompleksowa staje się baza danych. *Nuclear forensics libraries* są obecnie w fazie rozwoju, również w krajach posiadających znacznie rozwinięte umiejętności w dziedzinie jądrowej ekspertyzy kryminalistycznej. Korzystanie z tych doświadczeń na bieżąco, w ramach rozwoju baz w poszczególnych krajach, ułatwiłoby ustanawianie bazy na poziomie polskim.

Podsumowanie

Ekspertyza kryminalistyczna jest stosunkowo nową dziedziną badań jądrowych. Techniki śledcze są wciąż ulepszane i zatwierdzane w celu uzyskania jak największej

pewności co do wyników. Ważne jest przy tym, by decydenci rozumieli, co kształtuje zaufanie do wyników jądrowej ekspertyzy kryminalistycznej, by mogli zagwarantować skuteczne systemy zapewnienia jakości i kontroli oraz odpowiednie procedury.

Sytuacje wymagające jądrowej ekspertyzy kryminalistycznej zdarzają się stosunkowo rzadko. Niemniej poprzez umiejętne wykorzystanie istniejących możliwości na poziomie krajowym, opracowanie skutecznych planów reagowania awaryjnego, wspomnianych wyżej baz danych oraz współpracę z krajami i instytucjami posiadającymi odpowiednie rozwiązania, jądrowe umiejętności kryminalistyczne są w zasięgu możliwości każdego kraju.

O autorze

mgr Paulina Giżowska LL.M. – absolwentka prawa na Uniwersytecie Paryż-1 Panthéon-Sorbonne (Francja) i Uniwersytecie w Lejdzie (Holandia), wcześniej konsultant MAEA ds. ochrony fizycznej oraz Konwencji o Ochronie Fizycznej Materiałów Jądrowych, obecnie specjalista w Departamencie Bezpieczeństwa Jądrowego Państwowej Agencji Atomistyki (e-mail: paulina.gizowska@paa.gov.pl).

Literatura

1. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control: Summary on an International Conference Held in Vienna, Austria, 7–10 July 2014, IAEA Proceedings series, Wiedeń (2015).
2. Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, IAEA/CODEOC/2004, Wiedeń (2004).
3. Guidelines for Evidence Collection in a Radiological or Nuclear Contaminated Crime Scene, INFL-EVID, ITWG Nuclear Forensics (2012).
4. Nuclear Forensics in Support of Investigations, IAEA Nuclear Security Series No. 2-G (Rev. 1), Wiedeń (2015).
5. Nuclear Forensics – Role, State of the Art, Program Needs, Joint Working Group of the American Physical Society and the American Association for the Advancement of Science, Washington DC (2005).
6. Podręcznik: system reagowania na zdarzenia nielegalnego lub niezamierzonego obrotu materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi w Polsce, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa (2005).
7. Radiological Crime Scene Management, IAEA Nuclear Security Series No. 22-G, Wiedeń (2014).

Kogeneracja jądrowa – czy oznacza reaktory wysokotemperaturowe w elektroenergetycznym systemie Polski?

Mateusz P. Sikora
Państwowa Agencja Atomistyki

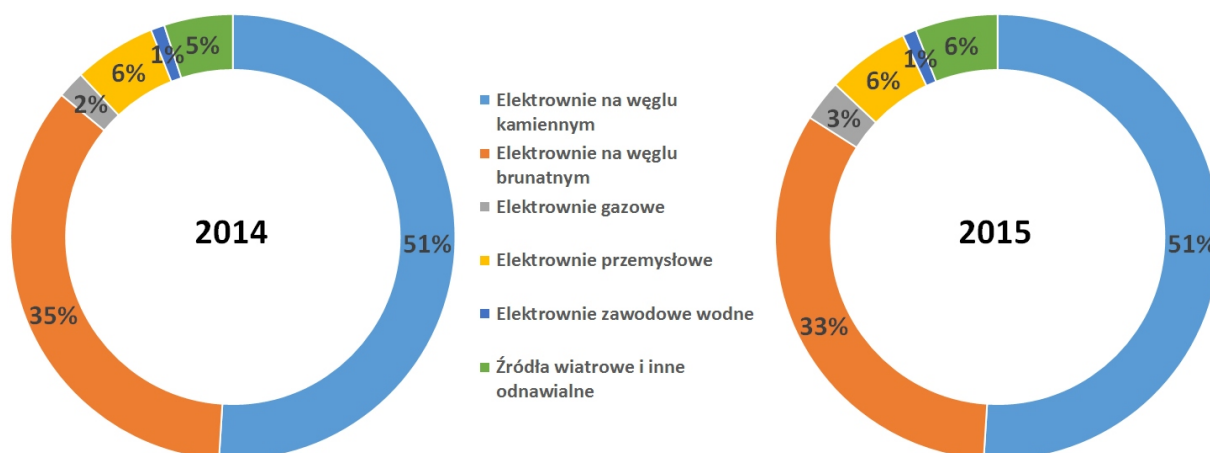
Obecnie najbardziej efektywnym energetycznie sposobem wytwarzania ciepła oraz energii elektrycznej w jednym procesie technologicznym jest kogeneracja, czyli tzw. skojarzone wytwarzanie. W polskim systemie skojarzone wytwarzanie energii odbywa się w elektrociepłowniach zawodowych, przemysłowych i komunalnych.

Wytwarzanie energii elektrycznej w Polsce

Według danych Polskich Sieci Elektroenergetycznych (PSE) przedstawionych w corocznym sprawozdaniu z działalności Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE) z kwietnia 2016 roku, moc zainstalowana w Polskim Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) w 2015 roku wynosiła 40 445 MW. W porównaniu do 2014 roku KSE zanotował wzrost mocy o 2324 MW (6,1%). Jednocześnie z poziomu 38 477 MW do poziomu 39 777 MW wzrosła

również moc osiągalna w KSE w 2015 roku, jest to zmiana o 3,4%. Średnie roczne zapotrzebowanie na moc utrzymywało się na poziomie 22 219 MW, natomiast maksymalne zapotrzebowanie na moc wyniosło 25 101 MW (odpowiednio: wzrost o 1,0% i spadek o 1,7% w stosunku do 2014 roku). Relacja mocy dyspozycyjnej do mocy osiągalnej w 2015 roku pozostawała na podobnym poziomie jak w 2014 roku i wyniosła 68,8%.

Warto również przypomnieć, że 11 sierpnia 2015 roku w wyniku znacznych upałów, niskiego stanu wód w rzekach (suszy) oraz przerw technicznych i prac na poszczególnych blokach węglowych Operator Systemu Przesyłowego (OSP) ogłosił na obszarze całego kraju 20 stopień zasilania¹. Oznaczało to, że odbiorca mógł pobierać moc do wysokości ustalonego minimum niepowodującego zagrożeń i zakłóceń, a polski przemysł musiał się liczyć z ograniczeniami w dostawach energii elektrycznej.



Rys. 1. Porównanie struktury produkcji energii elektrycznej w Polsce w latach 2014–2015; źródło: URE, opracowanie: Instytut Studiów Energetycznych.

¹ <http://www.pse.pl/index.php?dzid=14&did=2477>

Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce od lat wygląda podobnie. Tłumaczą to przede wszystkim decyzje polityczne i strategiczne podjęte jeszcze w latach 60. i 70. ubiegłego wieku oraz uwarunkowanie geologiczno-surowcowe. Polski sektor energetyczny był i jest nadal oparty na krajowych zasobach węgla. W efekcie ponad 80% produkcji energii elektrycznej opiera się na paliwach konwencjonalnych, czyli węgla kamiennym i węgla brunatnym. Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 1, struktura produkcji energii elektrycznej w 2015 roku nie zmieniła się znacznie w stosunku do 2014 roku. Warto podkreślić, że od kilku lat zauważamy wzrost udziału źródeł wiatrowych oraz innych odnawialnych źródeł energii w strukturze produkcji energii elektrycznej. W porównaniu do 2014 roku jest to wzrost o 1%. Ze względu na zainstalowaną moc w polskim KSE najwięcej energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii wprowadziły do sieci przesyłowej elektrownie wiatrowe (tab. 1).

i w porównaniu do 2014 roku był to wzrost aż o 2857 GWh (tab. 1).

Polskie założenia strategiczne

Strategiczny i prawnie nadal aktualny dokument dla polskiego sektora energetycznego to nieustająco polityka energetyczna Polski do 2030 roku (PEP2030), przyjęty przez Radę Ministrów jeszcze 10 listopada 2009 roku². Według artykułu 15 ustawy Prawo energetyczne³ założenie prognostyczne obejmuje okres nie krótszy niż 20 lat, a politykę energetyczną państwa opracowuje się co 4 lata. Oznacza to, że dokument jest dziś w istocie nieaktualny, ponieważ nie jest dostosowany do obecnie panujących na światowych rynkach trendów ekonomicznych, takich jak tendencje cen ropy naftowej na poziomie 40–50 dol./bbl czy choćby zmienionych możliwości technicznych Polski,

Tabela 1. Struktura produkcji, krajowe saldo wymiany transgranicznej oraz zużycie energii elektrycznej w latach 2014–2015 [GWh]; źródło: URE, opracowanie własne.

	2014 [GWh]	2015 [GWh]	2015/2014 [%]
Produkcja energii elektrycznej ogółem	156 567	161 772	103,32
z tego: elektrownie na węglu kamiennym	80 284	81 883	101,99
elektrownie na węglu brunatnym	54 212	53 564	98,80
elektrownie na gaz ziemny	3274	4193	128,06
elektrownie przemysłowe	9020	9757	108,17
elektrownie zawodowe wodne	2520	2261	89,72
źródła wiatrowe	7184	10 041	139,77
inne źródła odnawialne	73	73	100,00
Saldo wymiany zagranicznej	2167	-334	-
Krajowe zużycie energii	158 734	161 438	101,70

Krajowe zużycie energii elektrycznej brutto w 2015 roku wyniosło 161 438 GWh i w porównaniu do 2014 roku zwiększyło się o 1,7%. Krajowa produkcja energii elektrycznej brutto w 2015 roku wyniosła natomiast 161 772 GWh i w porównaniu do 2014 roku zwiększyła się o 5205 GWh, czyli o 3,3%. Najwięcej energii elektrycznej zostało wyprodukowane w elektrowniach opartych na węglu kamiennym, w 2015 było to 81 883 GWh i w porównaniu do 2014 roku był to wzrost o 1599 GWh. Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach na węgiel brunatny w 2015 roku wyniosła 53 564 GWh i w porównaniu do 2014 roku był to spadek o 648 GWh. Największy wzrost produkcji zanotowały elektrownie wiatrowe, w 2015 roku wyprodukowały one 10 041 GWh energii elektrycznej

takich jak otwarty we wrześniu 2015 roku terminal LNG w Świnoujściu.

7 lipca 2015 roku ówczesne Ministerstwo Gospodarki (MG) przekazało do konsultacji społecznych projekt polityki energetycznej Polski do 2050 roku (PEP2050)⁴. Zakończyły się one we wrześniu 2015 roku i od tego czasu polska strategia energetyczna jest „zawieszona”. Zatem zdaniem autora także ten dokument powinien być w znaczącym stopniu zaktualizowany lub napisany od nowa. Założenia prognostyczne, jak i wybrane cele należy dziś ponownie przeanalizować oraz dostosować do aktualnych uwarunkowań ekonomiczno-gospodarczych kraju.

28 stycznia 2014 roku Rada Ministrów podjęła uchwałę w sprawie Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ).

² <http://www.me.gov.pl/Energetyka/Polityka+energetyczna>

³ USTAWA Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. Dz.U. 1997 Nr 54 poz. 348 z późniejszymi zmianami (tj. Dz. U. z 2012 r. poz. 1059, z 2013 r. poz. 984, 1238, z 2014 r. poz. 457, 490, 900, 942, 1101, 1662, z 2015 r. poz. 151, 478, 942, 1618, 1893, 1960, 2365, z 2016 r. poz. 266, 831, 925, 1052, 1165).

⁴ <http://bip.me.gov.pl/node/24670>

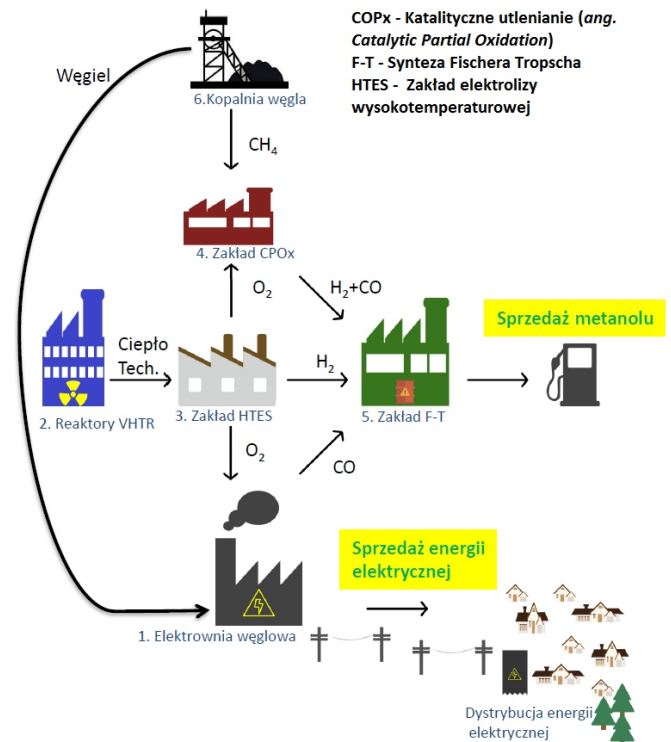
Przewidywała ona wybudowanie na terenie Polski dwóch elektrowni jądrowych o łącznej mocy około 6000 MW. PPEJ zakładał, iż realizując program, Polska zdecyduje się na zakup najnowocześniejszej i najbezpieczniejszej technologii. W dokumencie podkreślono, że zaproszeni do negocjacji będą tylko tacy dostawcy, którzy dysponują nowoczesną technologią jądrową generacji III/III+ i których instalacje spełniają wymogi określone w europejskich *European Utilities Requirements* (EUR) oraz amerykańskim *Utility Requirements Document* (URD)⁵.

14 października 2016 roku Rada Ministrów przyjęła sprawozdanie z realizacji PPEJ. Jak poinformowało Ministerstwo Energii, zgodnie z płynącymi z dokumentu wnioskami Rada Ministrów nałożyła na Ministra Energii obowiązki przygotowania i przedstawienia zaktualizowanego harmonogramu realizacji programu polskiej energetyki jądrowej. Ministerstwo Energii będzie kontynuować rozpoczęte już wcześniej prace nad jego aktualizacją, w tym założeń dotyczących optymalnego modelu finansowania inwestycji oraz postępowania przetargowego. Ich wyniki zostaną przedstawione w I kwartale 2017 roku, a aktualizacja samego programu – do końca 2017 roku⁶. Na aktualizację harmonogramu PPEJ cały sektor jądrowy oczekuje już od bardzo dawna.

Ostatnim dokumentem szeroko komentowanym przez ekspertów energetycznych, ekonomistów i media jest przyjęty 16 lutego 2016 roku przez Radę Ministrów „Plan na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju”, który w swoich założeniach przedstawia wyzwania, jakie stoją przed polską gospodarką. Stał się on podstawą dla Ministerstwa Rozwoju (MR) koordynującego pracę 12 zespołów międzyresortowych, a w efekcie fundamentem dla opracowania projektu „Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju” (SOR)⁷. Projekt został skierowany do konsultacji społecznych 25 lipca 2016 roku. Należy jednak podkreślić, że nie jest to dokument, którego przygotowanie i stała aktualizację nakłada na organ władzy wykonawczej wspomniane już Prawo energetyczne. Dodatkowo, prace nad szeroko rozumianą Polityką Energetyczną Państwa pozostają formalnie w gestii Ministerstwa Energii.

Jak można przeczytać w SOR, w swoich założeniach strategia określa nowy model rozwoju – suwerenną wizję strategiczną, zasady, cele i priorytety rozwoju kraju w wymiarze gospodarczym, społecznym i przestrzennym w perspektywie roku 2020 i 2030. SOR zakłada kontynuację PPEJ i przyspieszenie opóźnionego procesu wdrażania energetyki jądrowej w Polsce⁸. Jednym z projektów strategicznych przewidzianych do przygotowania do roku 2020 jest także tzw. kogeneracja jądrowa⁹. Dokument zakłada przyszłe wdrożenie do polskiego systemu elektroenerge-

tycznego wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych do produkcji ciepła przemysłowego¹⁰. Jednak autorzy nie precyzują i nie podają dokładniejszych założeń technologicznych dla tego, jak to określono, strategicznego projektu. Budowy tego typu reaktorów nie przewidziano w PPEJ, nie brano ich pod uwagę przy pracach nad PEP2030 oraz w projekcie PEP2050.



Rys. 2. Schemat blokowy instalacji BSWJ; źródło: Porozumienie na rzecz zintegrowanej polityki rozwoju województwa śląskiego.

14 września 2016 roku podpisano w Katowicach „Porozumienie na rzecz zintegrowanej polityki rozwoju województwa śląskiego”. Dokument został opracowany w ramach Wojewódzkiej Rady Dialogu Społecznego (WRDS) i zakłada politykę wszechstronnego rozwoju dla całego regionu, a założenia opierają się na trzech głównych kierunkach: reindustrializacji, czyli odbudowie przemysłu, metropolizacji i rewitalizacji.

W porozumieniu porusza się także kwestie tzw. Bez-emisyjnej Synergii Węglowo-Jądrowej (BSWJ), która jest technologią inicjującą współpracę reaktora jądrowego wysokotemperaturowego IV generacji chłodzonego helem oraz elektrolizerów wysokotemperaturowych stałotlenkowych produkujących tlen i wodór ze zmodyfikowaną elektrownią węglową spalającą węgiel w tlenie w celu produkcji energii elektrycznej i tlenku węgla będącego składnikiem gazu

⁵ Sikora M., „Czy polski projekt jądrowy skorzysta z francuskiej technologii? (ANALIZA)”, CIRE, 3.02.2016

⁶ <http://www.me.gov.pl/node/26574>

⁷ <http://www.mr.gov.pl/strony/plan-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju/>

⁸ Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, Warszawa 2016, projekt do konsultacji społecznych str. 256.

⁹ Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, Warszawa 2016 projekt do konsultacji społecznych [6] str. 255.

¹⁰[6] str. 254.

syntezowego wykorzystywanego do produkcji paliw płynnych w zmodyfikowanej technologii Fishera-Tropscha (rys. 2)¹¹.

Porozumienie ma się stać częścią rządowego projektu SOR¹², a jednym z sygnatariuszy był wicepremier Mateusz Morawiecki.

Reaktory wysokotemperaturowe

Reaktor wysokotemperaturowy to tzw. HTR (ang. *High Temperature Reactor*) znany również jako reaktor HTGR (ang. *High Temperature Gas Reactor*), czyli reaktor wysokiej temperatury chłodzony gazem. Obecnie używa się również nazewnictwa VHTR (ang. *Very High Temperature Reactor*), czyli reaktor bardzo wysokiej temperatury, który zaliczany jest do klasy reaktorów generacji IV¹³.

Komercyjnie klasycznie używane dziś na całym świecie reaktory jądrowe wodnociśnieniowe PWR (ang. *Pressurized Water Reactor*) wytwarzają w obiegu pierwotnym temperaturę około 300–350°C i ciśnienie na poziomie między 12 a 16 MPa (120–160 barów). Planowane reaktory wysokotemperaturowe to instalacje chłodzone helem (moderowane grafitem), pozwalające na otrzymywanie znacznie wyższej temperatury utrzymującej się na poziomie między 700 a 950°C. Oferują większą sprawność termodynamiczną przekształcania ciepła wytworzonego w reaktorze w energię elektryczną, a dodatkowo tak wysokie temperatury wylotowe mogą dostarczyć ciepła procesowego dla różnych zastosowań przemysłowych. Taki reaktor pozwala więc na tzw. **kogenerację jądrową**, czyli na jednoczesne wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, tak jak to jest w klasycznej elektrociepłowni opalanej np. węglem kamiennym czy gazem ziemnym. Wysoka temperatura jest więc największą zaletą reaktorów wysokotemperaturowych, a jej zwolennicy dają przykłady możliwości przyszłego ich wykorzystania, np. w przemyśle metalurgicznym, petrochemicznym (rafineryjnym) czy w procesach wytwarzania wodoru, gazyfikacji węgla oraz odsiarczania.

Jednocześnie warto przypomnieć, że już dziś ciepło wytwarzane podczas produkcji energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych wyposażonych w klasyczne reaktory jądrowe wodnociśnieniowe (PWR) może być i jest z sukcesem wykorzystywane. Najlepszym przykładem jest elektrownia jądrowa Gravelines, zlokalizowana w pobliżu Dunkierki nad kanałem La Manche. Obiekt ten, zarządzany przez francuskiego operatora Électricité de France (EdF), dysponuje łączną mocą 5400 MW (6 reaktorów

Tabela 2. Reaktory wysokotemperaturowe – skróty; źródło: opracowanie własne.

Skrót	Technologia
HTR	High Temperature Reactor
HTGR	High Temperature Gas Cooled Reactor
PB	Peach Bottom
FSV	Fort St. Vrain
MHTGR	Modular HTGR
NP-MHTGR	New Production MHTGR
GT-MHR	Gas Turbine Modular Helium Reactor
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchs Reactor
THTR	Thorium High Temperature Reactor
PBMR	Pebble Bed Modular Reactor
PBMR DPP	PBMR Demonstration Power Plant
PBMR-CG	PBMR Co-Generation Plant
HTTR	High Temperature Engineering Test Reactor
VHTR	Very High Temperature Reactor

o mocy 900 MW) i jest największą elektrownią jądrową w Unii Europejskiej i drugą w Europie. Ustępuje miejsca tylko ukraińskiej zaporoskiej elektrowni jądrowej dysponującej łączną mocą 6000 MW (6 reaktorów o mocy 1000 MW). W bliskiej odległości od francuskiej elektrowni znajdują się port i nowo wybudowany regazyfikacyjny terminal LNG Dunkirk (*Dunkerque*), który pozwala na odbiór skroplonego gazu ziemnego. Jest on przewożony przystosowanymi do transportu LNG ogromnymi metanowcami (tankowcami LNG) o pojemności do 216 tys. m³. Na pokładzie skroplony gaz przechowywany jest w zbiornikach „termosach” zbudowanych z najwyższej jakości stali przystosowanych do temperatury –162°C¹⁴. By skroplony gaz LNG mógł zostać zatłoczony do naziemnej infrastruktury przesyłowej, trzeba doprowadzić do przejścia z fazy ciekłej do fazy gazowej przez podgrzanie. Zatem w procesie tym bardzo ważnym czynnikiem jest temperatura i właśnie ciepło technologiczne. Dlatego w celu obniżenia kosztów, ale również w celu oszczędności energetycznej zostało zaprojektowane około 5-kilometrowe połączenie pozwalające odzyskać i zastosować ciepło pochodzące z elektrowni jądrowej w Gravelines¹⁵. Taka forma oszczędności to przykład do powtórzenia i do wykorzystania dla planowanej w PPEJ pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce, oczywiście jeśli zlokalizowana byłaby w po-

¹¹Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju Warszawa 2016 projekt do konsultacji społecznych str. 68

¹²<http://biznes.onet.pl/wiadomosci/kraj/w-katowicach-podpisano-porozumienie-na-rzecz-rozwoju-woj-slaskie/56xtnk>

¹³Generacja IV to koncepcje przyszłych reaktorów, nad których przyszłym wdrożeniem prowadzone są obecnie badania, w przeciwieństwie do generacji III i III+, których projekty nie tylko już uzyskały licencje odpowiednich urzędów dozoru jądrowego, ale także aktualnie są eksploatowane lub znajdują się w zaawansowanym stadium budowy.

¹⁴Sikora M., Sikora A., Lenartowicz P., „Małe stacje LNG oraz wykorzystanie LNG w transporcie”, *Chemia przemysłowa*, 2/2016 (631), str. 61–70.

¹⁵<https://www.lenergieenquestions.fr/terminal-methanier-recuperer-la-chaleur-dune-centrale-nucleaire/>

blizu terminala LNG lub innej instalacji potrzebującej ciepła do przeprowadzenia procesów technologicznych, do których jest przeznaczona.

Historyczne aspekty rozwoju reaktorów z moderatorem grafitowym chłodzonych gazem jako poprzedników HTGR

Historycznie i w ogóle pierwszym reaktorem jądrowym, który osiągnął stan krytyczny, czyli stan samopodtrzymującej się kontrolowanej reakcji łańcuchowej, był reaktor grafitowy CP-1 (*Chicago Pile-1*) – czasem określane po polsku jako „stos grafitowy”, a było to 2 grudnia 1942 roku. Został on zbudowany w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej na stadionie przy uniwersytecie w Chicago w Stagg Field. Wszystkie prace badawcze były wykonywane w ramach tzw. Projektu Manhattan¹⁶, a zespołem naukowców odpowiedzialnym za reaktor CP-1 przewodził Enrico Fermi. CP-1, zwany także „stosem chicagowskim nr 1”, składał się z około 40 tys. bloków grafitowych, wyprodukowanych w specjalnych warunkach, by wykluczyć możliwość zanieczyszczeń, w których wydrążono około 22 tys. otworów, by w nich umieścić kilka ton uranu¹⁷ (rys. 3). Miał on praktycznie zerową moc wyjściową i był to pierwszy reaktor chłodzony gazem, a dokładniej powietrzem. Drugi reaktor, również zbudowany w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej w ramach Projektu Manhattan i również chłodzony powietrzem to reaktor X-10, zwany także Clinton Pile lub X-10 Pile. Powstał w laboratorium ORNL (ang. *Oak Ridge National Laboratory*) w stanie Tennessee, stan krytyczny osiągnął 4 listopada 1943 roku, a jego moc wyjściowa to około 3,5 MW.

Trzeba tu jasno zaznaczyć, że wybór takiego kierunku rozwoju technologii był ściśle połączony z rozwojem wojskowego zastosowania energii jądrowej. Prace na reaktorze X-10 pozwoliły wyprodukować pluton wykorzystany później w teście *Trinity*, pierwszym naziemnym teście broni atomowej przeprowadzonym przez Stany Zjednoczone 16 lipca 1945 roku. Reaktor ostatecznie wygaszono 4 listopada 1963 roku, a przez 20 lat pracy był wykorzystywany do produkcji izotopów promieniotwórczych stosowanych w przemyśle, rolnictwie oraz w medycynie, a także plutonu.

Początkowo doświadczenie ze stosami grafitowymi, zdobyte przez amerykańskich naukowców, zostało wykorzystane również w Europie. Jeszcze w latach 50. ubiegłego wieku prace nad cywilnym wykorzystaniem energii jądrowej zaczęła Francja. W wyniku tych założeń został zbudowany w Marcoule pierwszy reaktor G1 typu *Uranium*



Rys. 3. CP-1 pierwszy na świecie reaktor jądrowy; źródło: *United States Department of Energy*.

Naturel Graphite Gaz (UNGG) o mocy 7 MW. Był to początek zainaugurowanej przez CEA i Electricité de France (EdF) technologii UNGG. Francja zdecydowała się na budowę 9 reaktorów tego typu, 3 reaktorów G1, G2 i G3 obsługiwanych przez CEA oraz 6 reaktorów przemysłowych (reaktory EDF1, EDF2 EDF3 w elektrowni jądrowej Chinon, EDF4, EDF5 w elektrowni jądrowej w Saint-Laurent oraz reaktor Bugey 1 w elektrowni jądrowej Bugey) obsługiwanych przez EdF. Reaktory zostały odpowiednio włączone do sieci elektroenergetycznej między 1956 rokiem (G1) i 1972 rokiem (Bugey 1). Ta technologia tak mocno popierana przez gen. Charles de Gaulle’a, decyzją prezydenta Georges’a Pompidou przestała być wiodąca pod koniec 1969 roku. Należy zauważyć, że ten typ reaktora (UNGG), należy do pierwszej generacji reaktorów gazowo-grafitowych, które stały się fundamentem dla późniejszych reaktorów chłodzonych gazem¹⁸. Nad ich rozwojem, od 1953 roku, pracowali Brytyjczycy, zaczynając budowę elektrowni Calder Hall z reaktorem typu GCR chłodzonym gazem (ang. *Gas Cooled Reactor*), a dokładniej dwutlenkiem węgla (technologia Magnox). Obecnie 14 ulepszonych reaktorów chłodzonym gazem – AGR (ang. *Advanced Gas-cooled Reactor*) jest nadal z powodzeniem eksploatowanych w Wielkiej Brytanii (tab. 3).

To właśnie jest generacja reaktorów gazowo-grafitowych, które stały się fundamentem dla dość głośno komentowanych obecnie reaktorów wysokotemperaturowych – rysunek 4.

Historycznie pierwszym, eksperymentalnym i zrealizowanym projektem reaktora wysokotemperaturowego był wybudowany w ośrodku badawczym Winfrith w Wielkiej Brytanii reaktor Dragon, który funkcjonował w latach 1966–1975. Był to reaktor badawczy o mocy 20 MW i ma-

¹⁶Program *Manhattan Engineering District* (MED), szerzej znany pod nazwą *Manhattan Project* (Projekt Manhattan). To zapoczątkowany w 1942 r. na polecenie prezydenta F.D. Roosevelta programu naukowo-badawczy i konstrukcyjny zmierzający do konstrukcji i produkcji bomby atomowej.

¹⁷<http://www.nuclear.pl/energetyka,pierwsze,pierwsze-reaktory.html>

¹⁸Sikora M., „Kultura bezpieczeństwa operatora elektrowni jądrowych”, PAA – Biuletyn Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna 3/2016, str. 18–25.

Tabela 3. Aktualnie pracujące reaktory jądrowe w Wielkiej Brytanii; źródło: IAEA Power Reactor Information System, opracowanie własne.

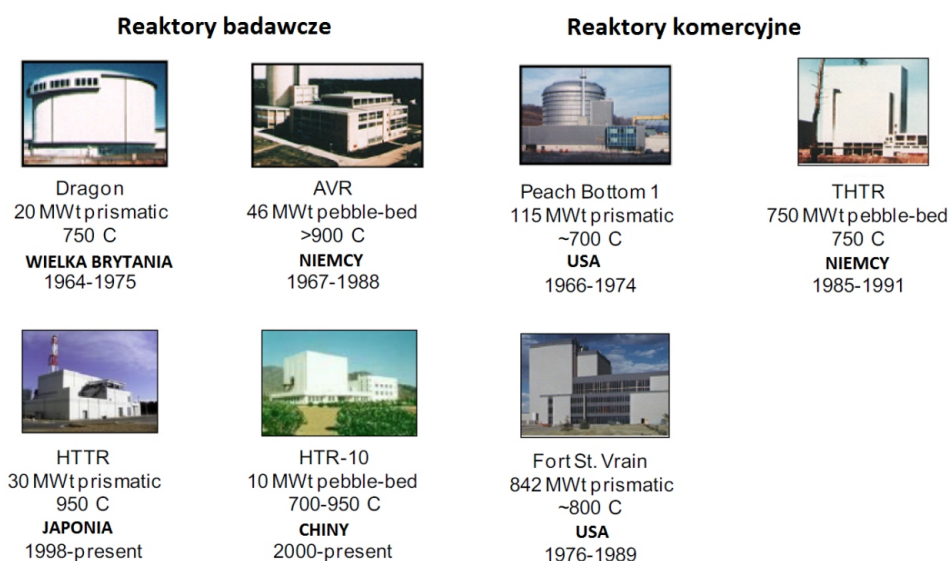
Nazwa reaktora	Technologia	Moc (MWe)	Data uruchomienia
HUNTERSTON B-1	AGR	475	1976-02-06
HUNTERSTON B-2	AGR	485	1977-03-31
HINKLEY POINT B-1	AGR	475	1976-10-30
HINKLEY POINT B-2	AGR	470	1976-02-05
HARTLEPOOL A-1	AGR	595	1983-08-01
HARTLEPOOL A-2	AGR	585	1984-10-31
HEYSHAM B-1	AGR	610	1988-07-12
HEYSHAM B-2	AGR	610	1988-11-11
HEYSHAM A-1	AGR	580	1983-07-09
HEYSHAM A-2	AGR	575	1984-10-11
TORNESS-1	AGR	590	1988-05-25
TORNESS-2	AGR	595	1989-02-03
DUNGENESS B-1	AGR	520	1983-04-03
DUNGENESS B-2	AGR	520	1985-12-29
SIZEWELL B	PWR	1198	1995-02-14

ksymalnej temperaturze 750°C, a jego głównym zadaniem było wspomaganie prac nad badaniem paliw dla reaktorów wysokotemperaturowych¹⁹.

Jednocześnie badania na reaktorze wysokotemperaturowym rozpoczęto w ośrodku badawczym Jülich w Niemczech. W latach 1967–1988 działał tam reaktor badawczy AVR (niem. *Arbeitsgemeinschaft Versuchs Reactor*), jego

moc wynosiła 46 MW, a maksymalna osiągnięta temperatura około 950°C. Jako paliwo używano kule wykonane z grafitu pyrolitycznego, który był jednocześnie moderatorem. Wewnątrz każdej kuli mieściły się tysiące mikrokapsulek z materiałem rozszczepialnym w otocze z węgla krzemu, a całość była chłodzona helem. W latach 1983–1989 w Niemczech pracował także inny reaktor wysokotemperaturowy używany komercyjnie THTR-300 (ang. *Thorium High Temperature Reactor*). Paliwo oraz sposób chłodzenia były bardzo podobne do tego używanego w reaktorze AVR, reaktor miał stosunkowo wysoką moc na poziomie 300 MW, a jego maksymalna temperatura wyniosła 750°C. Według danych MAEA, a dokładniej *Power Reactor Information System* (PRIS) reaktor został po raz pierwszy podpięty do sieci energetycznej (ang. *first grid connection*) 16 listopada 1985 roku, komercyjna produkcja rozpoczęła się 1 czerwca 1987 roku, a reaktor został na stałe wyłączony (ang. *permanent shutdown*) bardzo szybko, bo już 29 września 1988 roku²⁰.

Prace badawcze trwały także w Stanach Zjednoczonych, gdzie między 1966 a 1974 rokiem pracował należący do Philadelphia Electric Company reaktor Peach Bottom. Dysponował on mocą 40 MW i maksymalną temperaturą na poziomie 700°C. Dane PRIS pokazują, że reaktor został po raz pierwszy podpięty do sieci energetycznej 27 stycznia 1967 roku, komercyjna produkcja rozpoczęła się 1 lipca 1967 roku, a reaktor został wyłączony 1 listopada 1974 roku²¹. Na podstawie doświadczeń z Peach Bottom Amerykanie, podobnie jak Niemcy, zbudowali także reaktor komercyjny Fort St. Vrain (FSV). Jego moc wynosiła 330 MW, a maksymalna temperatura około 777°C. Reaktor działał w latach 1974–1989 i należał on w części do Programu Badawczego U.S. Atomic Energy Commission, a ope-



Rys. 4. Zestawienie eksperymentalnych i komercyjnych instalacji HTGR; źródło: IAEA, opracowanie własne.

¹⁹http://poznajatom.pl/poznaj_atom/reaktory_wysokotemperaturowe_h,324/

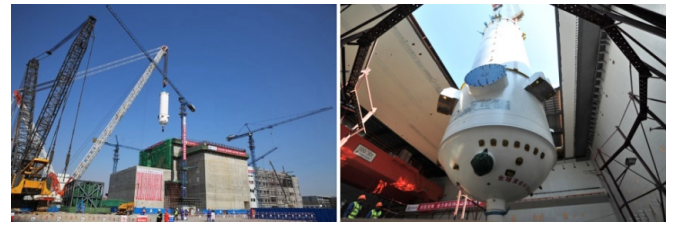
²⁰<https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=92>

²¹<https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=603>

ratorem była Public Service of Colorado w Platteville. Dane PRIS pokazują, że reaktor został po raz pierwszy podpięty do sieci energetycznej 11 grudnia 1968 roku, komercyjna produkcja rozpoczęła się 1 czerwca 1979 roku, a reaktor został wyłączony 29 sierpnia 1989 roku²².

Zestawiając dostępne dane (tab. 4) dotyczące produkcji, wydajności, dostępności amerykańskiego reaktora Fort St. Vrain oraz niemieckiego reaktora THTR-300 (brak dokładnych danych dla amerykańskiego reaktora Peach Bottom), zauważamy, że obie jednostki nie były zbyt efektywne. Przez prawie 13 lat swojej działalności (około 10 lat komercyjnego użycia) reaktor Fort St. Vrain pozwolił wyprodukować zaledwie 5,42 TWh energii elektrycznej przy dostępności na poziomie 30,6%. Trochę lepiej wypada THTR-300, który przez około 3 lata pracy pozwolił wyprodukować 2,76 TWh energii elektrycznej przy dostępności na poziomie 41,3%. Trzeba jasno powiedzieć, że w porównaniu do obecnie używanych klasycznych reaktorów obie jednostki miały bardzo przeciętne wyniki. Przypomnijmy, iż 16 września 2016 roku ogłoszony został nowy rekord – 940 dni ciągłej pracy brytyjskiego reaktora AGR²³ Heysham II, którego operatorem jest EDF Energy²⁴. Jednostka pracowała bez przerwy od 18 lutego 2014 roku i pozwoliła w tym czasie wyprodukować około 14 TWh energii elektrycznej. Dodatkowo, od początku swojej pracy reaktor pozwolił wyprodukować około 115,46 TWh²⁵ przy dostępności na poziomie około 80%.

Obecnie najciekawsze projekty reaktorów wysokotemperaturowych są rozwijane głównie w Azji. Pierwszy to japoński reaktor badawczy HTTR (ang. *High Temperature Test Reactor*), który został uruchomiony przez Japońską Agencję Energii Atomowej w Orai. Projekt reaktora został przygotowany jeszcze pod koniec lat 80. ubiegłego wieku, stan krytyczny został osiągnięty w listopadzie 1998, a maksymalna moc 30 MW w grudniu 2001 roku. Temperatura, jaką osiąga japoński reaktor, to 850°C, lecz maksymalna



Rys. 5. Budowa chińskiej elektrowni Shidaowan; źródło: China Huaneng, CNEC.

malna temperatura to 950°C, a całość jest chłodzona helem.

Drugi azjatycki reaktor, to chiński projekt HTR-10, który został przyjęty w 1992 roku i wybudowany przez Chińską Agencję Energii Atomowej na uniwersytecie Tsinghua. Stan krytyczny został osiągnięty 1 grudnia 2000 roku, a reaktor podpięty do sieci w styczniu 2003 roku. Moc reaktora to 10 MW, a temperatura, jaką osiąga, to 700°C.

Jednocześnie, od początku 2000 roku, Chińczycy pracują nad reaktorem HTR-PM, który ma być pierwszym reaktorem modułowym HTGR na świecie opartym na doświadczeniu i sukcesie osiągniętym podczas prac oraz eksploatacji reaktora HTR-10 oraz przede wszystkim doświadczeniu niemieckim uzyskanym podczas prac nad wspomnianymi wyżej reaktorami AVR i THTR²⁶. Od grudnia 2012 roku China Nuclear Engineering Corporation (CNEC) buduje pilotową elektrownię w Prowincji Shandong, a planowana moc elektrowni ma wynosić około 210 MW. Początkowo zakładano moc na poziomie 458 MW, lecz projekt został zmieniony. Pierwszy ze zbiorników reaktora został zamontowany w marcu 2016 roku, a Chińczycy przewidują komercyjny rozruch elektrowni na koniec 2017 roku²⁷ (rys. 5).

Warto też powiedzieć, że nad modułową technologią HTR pracują dziś prawie wszystkie światowe jądrowe spółki, jednak to Chińczycy są najbliżsi ukończenia w pełni funkcjonującej na komercyjnych warunkach elektrowni

Tabela 4. Zestawienie „życiowej wydajności” (ang. *lifetime performance*) dla reaktorów Fort St. Vrain i THTR-300. Źródło: IAEA Power Reactor Information System; źródło: opracowanie własne.

Nazwa Reaktor	Wyprodukowana energia elektryczna (Electricity Supplied)	Współczynnik dostępności (Energy Availability Factor)	Współczynnik pracy ²⁸ (Operation Factor)	Współczynnik obciążenia (Load Factor)
Fort St. Vrain	5,42 TWh	30,6%	31,1%	15,2%
THTR-300	2,76 TWh	41,3%	56,0%	41,3%

²²<https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=623>

²³ Ulepszony reaktor chłodzony gazem i moderowany grafitem, nie jest to jednak reaktor wysokotemperaturowy.

²⁴ <http://www.world-nuclear-news.org/C-Record-940-days-of-continuous-operation-for-Heysham-unit-16091.html>

²⁵ <http://www.world-nuclear-news.org/C-British-reactor-takes-record-for-longest-continuous-operation-.html>

²⁶ Tian J., „A nuclear-natural gas coupled-cycle for power generation”, *Annals of Nuclear Energy* 77 (2015), 281–284.

²⁷ <http://www.world-nuclear-news.org/NN-First-vessel-installed-in-Chinas-HTR-PM-unit-2103164.html>

²⁸ Jest to współczynnik dostępności czasowej – stosunek liczby godzin pracy do całkowitej liczby godzin w rozpatrywanym przedziale czasu (jego długości wyrażonej w godzinach); polski termin „współczynnik dyspozycyjności” bierze pod uwagę czas pracy i dodatkowo czas pozostawiania w rezerwie.

z nowym reaktorem wysokotemperaturowym. Amerykański General Atomics pracuje nad technologią GT-MHR o mocy 550–600 MW. Również amerykańska firma Westinghouse rozwija technologie PBMR o mocy 500 MW. Francuska AREVA rozwija technologie Antares HTGR o mocy 565 MW (tab. 3). Wszystkie zaliczane są do klasy reaktorów generacji IV.

Reaktory wysokotemperaturowe a kwestia bezpieczeństwa

Doświadczenie zbierane od lat 50. ubiegłego wieku, aktualne badania, wdrażanie nowoczesnych technologicznie rozwiązań oraz opinie ekspertów kształtują pogląd, iż reaktory wysokotemperaturowe to technologia już obecnie dojrzała i bezpieczna. Rozwojowi całego sektora jądrowego towarzyszyły od samego początku obawy przed zagrożeniem promieniowaniem jonizującym, którego źródłem byłoby potencjalne wydostanie się substancji promieniotwórczych do otoczenia w wyniku awarii obiektu jądrowego. Obawy te drastycznie potwierdziła katastrofa reaktora RBMK²⁹ w Czarnobylu, a także awarie: reaktora PWR w Three Mile Island (choć tam praktycznie nie doszło do uwolnień do otoczenia) oraz BWR w Fukushima, gdzie do istotnych skażeń środowiska doszło w skali lokalnej (w praktyce do 50 km od obiektu). Z drugiej strony wynika z tego, że w eksploatowanych na świecie reaktorach od 1940 roku do chwili obecnej wystąpiły jedynie 3 awarie o tak poważnych konsekwencjach (stopień rdzenia i w dwóch wypadkach – istotne skażenia środowiska), przy czym nigdy dotąd nie doszło do takich awarii w reaktorach gazowo-grafitowych (w GCR ani potem w AGR).

W rezultacie m.in. doświadczeń ze wspomnianych wyżej awarii obecnie projektowane, ale także już eksploatowane elektrownie jądrowe z klasycznymi reaktorami jądrowymi chłodzonymi i moderowanymi wodą (PWR i BWR) wyposażane są w coraz skuteczniejsze systemy zabezpieczenia, oparte na podejściu nie stosowanym w innych, dużo bardziej awaryjnych dziedzinach przemysłu. Podejście to, od samego początku zresztą, opiera się na tzw. obronie w głąb. Podstawowym założeniem obrony w głąb jest zapewnienie równoważenia możliwych awarii urządzeń i błędów ludzkich, dzięki wyposażeniu reaktora w systemy bezpieczeństwa służące do opanowania potencjalnych stanów awaryjnych, jak również na ustanowieniu kolejnych barier fizycznych mających na celu zapobieganie i ograniczenie wydostawania się substancji promieniotwórczych na zewnątrz obiektu³⁰.

Przewiduje się pięć poziomów obrony:

- Poziom pierwszy: projekt z zapasami bezpieczeństwa, właściwy dobór materiałów, zapewnienie jakości, kultura bezpieczeństwa.
- Poziom drugi: kontrola odchylenia od normalnej eksploatacji i wykrywanie uszkodzeń, zapewnienie środków do opanowania stanów awaryjnych w ramach awarii projektowych.
- Poziom trzeci: systemy zabezpieczeń (wyłączenia reaktora w razie awarii) i systemy bezpieczeństwa, takie jak układ awaryjnego chłodzenia rdzenia i obudowa bezpieczeństwa.
- Poziom czwarty: działania zmierzające do opanowania awarii i minimalizacji jej skutków, np. ochrona obudowy bezpieczeństwa przed rozerwaniem w razie awarii poza-projektowych.
- Poziom piąty: działania poza terenem elektrowni w celu zmniejszenia narażenia ludności³¹.

Zakłada się, iż dokładnie takie samo podejście będzie stosowane w odniesieniu do projektu elektrowni jądrowej wyposażonej w reaktory wysokotemperaturowe. Bezpieczeństwo elektrowni będzie zapewnione zarówno w warunkach normalnej eksploatacji, jak i we wszystkich tzw. warunkach eksploatacyjnych oraz awaryjnych.

Warto zauważyć, że w porównaniu do reaktorów jądrowych wodnociśnieniowych, gdzie chłodziwem oraz moderatorem spowalniającym neutrony do energii termicznych jest woda, w reaktorach wysokotemperaturowych woda nie jest wykorzystywana, jako moderator zastosowano grafit, a jako chłodziwa używa się gazu (najczęściej jest to hel). Jest to rozwiązanie bardzo bezpieczne, ponieważ hel jest obojętny i niezależnie od panujących warunków pozostaje cały czas w postaci gazowej, natomiast woda znajdująca się pod ciśnieniem pod wpływem wysokiej temperatury może się zamienić w postać gazową (parę), przez co znacznie pogarszają się warunki odbioru ciepła z reaktora i trudniej jest ten proces kontrolować.

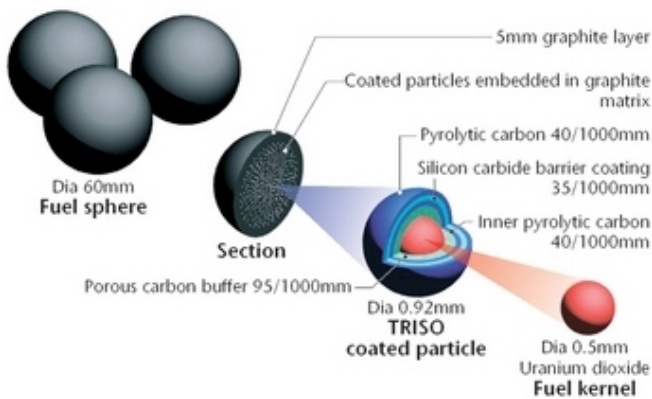
Bezpieczne jest również użyte w reaktorach wysokotemperaturowych paliwo jądrowe. Klasyczne pręty paliwowe, w ekstremalnych warunkach, mogą się stopić pod wpływem wysokiej temperatury, co powoduje uwalnianie silnie promieniotwórczych produktów rozszczepienia. Jak już wspomniano wyżej, do stopienia takich prętów paliwowych tworzących rdzeń reaktora jądrowego doszło podczas awarii rosyjskiego reaktora RBMK na Ukrainie w elektrowni jądrowej w Czarnobylu 26 kwietnia 1986 roku (poziom 7 w skali INES³²). Uszkodzeniu i stopieniu złożonych z podobnych prętów paliwowych rdzeni reaktorów BWR (blok 1, 2 i 3) doszło także podczas ostatniej awarii japońskiej elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi (poziom 7 w skali INES) (była ona spowodowana przez

²⁹ Reaktor grafitowy wysokiej mocy chłodzony wodą; reaktory te eksploatowane są nadal tylko na terenie Rosji.

³⁰ Sikora M. „Kultura bezpieczeństwa operatora elektrowni jądrowych”, PAA – Biuletyn Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna 3/2016, str. 18 – 25.

³¹ *ibid.*

³² Międzynarodowa Skala Zdarzeń Jądrowych i Radiologicznych INES (ang. *International Nuclear and Radiological Event Scale*)



Rys. 6. Schemat paliwa jądrowego używanego w reaktorach HTR; źródło: Nuclearstreet.

falę tsunami wywołaną przez trzęsienie ziemi o ekstremalnej sile 9 stopni w skali Richtera, która nastąpiła 11 marca 2011 roku).

W reaktorach wysokotemperaturowych zdecydowano się natomiast na wykorzystanie paliwa jądrowego w formie kul wykonanych z grafitu. W ich środku znajdują się mikrokapsułki zwane TRISO (ang. *Tristructural-isotropic*), w których jest jądro dwutlenku uranu również otoczone grafitem pirolitycznym (rys. 6). Taka budowa gwarantuje, że fizycznie nie może dojść do stopienia rdzenia.

Wykorzystanie helu i rdzenia moderowanego grafitem jest istotnym czynnikiem bezpieczeństwa oraz przede wszystkim stabilności pracy reaktorów wysokotemperaturowych.

Reaktory wysokotemperaturowe a sprawa Polska

W odniesieniu do polskiej energetyki jądrowej głównym założeniem powinna być przede wszystkim realizacja PPEJ. Polska powinna zdecydować się, czy nadal chce i jest w stanie ekonomicznie rozwijać konwencjonalną energię jądrową na swoim terenie. Ta *de facto* polityczna decyzja ma strategiczne znaczenie dla całego sektora energetycznego oraz polskiego przemysłu i gospodarki. Należy podkreślić, że budowa pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce to decyzja dotycząca rozwoju nowego sektora gospodarki oraz jasny sygnał dla przemysłu, w jakim kierunku planujemy się rozwijać. To również informacja dla ośrodków badawczych oraz naukowych, gdyż realizacja założeń PPEJ nie będzie możliwa m.in. bez odpowiednio przygotowanej i przeszkolonej kadry technicznej. Wiąże się to także z przygotowaniem całego zaplecza dla studentów, profesorów i naukowców. Muszą oni brać czynny udział w zadaniach służących realizacji programu jądrowego i zapewnieniu bezpieczeństwa.

Konkretyzacja harmonogramu realizacji PPEJ musi być ściśle połączona z nową polityką energetyczną Polski. Realizacja programu jądrowego bezsprzecznie wpłynie na aktualny miks energetyczny Polski, który obecnie w ponad 80% opiera się na paliwach konwencjonalnych, czyli węgla kamiennym i węgla brunatnym. Węgiel to strategiczny surowiec w Polsce, a jego miejsce powinno być również w sposób strategiczny zagwarantowane.

Integralną rolę w całym procesie rozwoju programu jądrowego pełni wymiana doświadczeń i współpraca bilateralna oraz międzynarodowa. Polska od 1957 roku jest członkiem założycielem Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (ang. *International Atomic Energy Agency*, IAEA), wyspecjalizowanego organu Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ) będącego centrum współpracy w dziedzinach związanych z bezpiecznym wykorzystaniem energii jądrowej do celów pokojowych³³.

Współpraca taka przebiega na poziomie naukowym i badawczym. Zapoczątkowano ją także w dziedzinie rozwoju reaktorów wysokotemperaturowych. Jeszcze w 2013 roku przedstawiciele 21 ośrodków naukowych i przemysłowych zainaugurowali w Warszawie projekt NC2I-R (ang. *Nuclear Cogeneration Industrial Initiative-Research*), którego celem jest zbadanie możliwości szerokiego wykorzystania reaktorów jądrowych do kogeneracji. Program w ramach europejskiej wspólnoty jądrowej Euratom ma wartość 2,5 mln euro, z czego dofinansowanie z Unii Europejskiej (UE) to 1,8 mln. Koordynuje go Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ)³⁴. Natomiast 20 lipca 2016 roku Minister Energii powołał zespół doradczy pod przewodnictwem prof. Grzegorza Wrochny, którego zadaniem jest analiza i przygotowanie warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce³⁵. Mowa tu jednak głównie o rozwoju założeń naukowo-badawczych.

Należy jednoznacznie podkreślić, iż chęć rozwijania w Polsce kogeneracji jądrowej, o której wspomina projekt SOR (z reaktorami HTR), nie powinna być traktowana jako alternatywa dla założeń przedstawionych w PPEJ. Jeśli rzeczywiście Ministerstwo Energii zdecyduje się na rozwój tej technologii, to powinna stać się ona częścią szeroko rozumianego programu jądrowego w Polsce, ale o charakterze na razie badawczo-rozwojowym, a nie realizacyjnym. Z przedstawionych danych wynika dość jasno, że obecny rozwój reaktorów wysokotemperaturowych jest możliwy również w Polsce. Trzeba jednak wyraźnie zaznaczyć, że zdecydowalibyśmy się wtedy na inwestycje w tzw. konstrukcję „*first of a kind*”, jednocześnie biorąc na siebie wszystkie związane z tym ryzyka. Wiąże się to z dodatkowymi kosztami dla całego programu jądrowego oraz finansowaniem inwestycji, które nawet dla konwencjonalnej elektrowni jądrowej jest nadal w fazie

³³ Współpracy Polski z MAEA poświęcony był artykuł zamieszczony w numerze 2(104)2016 naszego Biuletynu.

³⁴ <http://www.cire.pl/item,82890,1,0,0,0,0,polska-pokieruje-badaniami-nad-htr.html>

³⁵ <http://www.me.gov.pl/node/26197>

poszukiwania przez Ministerstwo Energii. Model finansowy to obecnie jeden z podstawowych problemów blokujących decyzje związane z PPEJ. Dodatkowo, jak pokazują przedstawione dane (tab. 4) dotyczące wydajności i produkcji pochodzącej z tzw. reaktorów doświadczalnych, bardzo wyraźnie widać, że ich efektywność była dla inżynierów oraz operatorów niewątpliwie problematyczna. Niska produkcja oraz jej stosunkowo duże koszty doprowadziły do szybkiego wyłączenia, likwidacji i rozbiórki tych elektrowni (ang. *decommissioning*). Decydując się na budowę reaktorów wysokotemperaturowych, Polska nie może sobie pozwolić na wprowadzenie do systemu elektroenergetycznego technologii, która nie będzie gwarantowała pewnej produkcji na wysokim poziomie dostępności. Nawet zaawansowane dziś badania China Nuclear Engineering Corporation (CNEC) to nadal prace nad pilotowym reaktorem HTR-PM.

W całej dyskusji pojawia się jednocześnie pytanie o potencjalnych odbiorców ciepła technologicznego z kogeneracji jądrowej. Jak wspomniano w analizie, już dziś ciepło wytwarzane podczas produkcji energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych wyposażonych w klasyczne reaktory jądrowe wodnociśnieniowe może być i jest z sukcesem wykorzystywane. Bez względu na rozwój PPEJ powinien wykorzystywać światowe przykłady takiej ekonomicznie opłacanej i efektywnej formy oszczędności energetycznej podczas planowanej budowy pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce.

Jeśli nawet modułowe reaktory wysokotemperaturowe mogłyby zostać wykorzystane w miastach jako alternatywa dla klasycznych elektrociepłowni węglowych czy gazowych (pod warunkiem opłacalności ekonomicznej), to jednak

podstawowym odbiorcą ciepła technologicznego jest przede wszystkim przemysł. Wymaga to, by potencjalne, bezpieczne lokalizacje dla kogeneracji jądrowej były wybrane w miejscach, gdzie już występuje odpowiednia infrastruktura gotowa do rozbudowy. Wiąże się to również z zapewnieniem potencjalnych odbiorców ciepła technologicznego, że zostanie ono bezproblemowo wyprodukowane i dostarczone. Wiele przemysłowych procesów chemicznych to skomplikowane reakcje, których niezbędnym elementem jest wysoka temperatura. Te procesy nie powinny lub wręcz nie mogą zostać przerwane, gdyż w innym wypadku cały cykl chemiczny będzie musiał być rozpoczęty na nowo. Oznacza to dla producenta dodatkowe, często bardzo wysokie koszty, opóźnienia oraz kary finansowe za niewykonanie zamówienia (produkty). Niezawodność zasilania w ciepło, a więc wysoka dyspozycyjność jego źródła (w tym wypadku reaktora HTR) jest tu warunkiem nie do pominięcia.

Reasumując, przedstawione w analizie polskie założenia strategiczne pokazują, że aktualnie Polska nie posiada jednego, wiążącego dokumentu zakładającego realne cele strategiczne dla szeroko rozumianego sektora energetycznego. Wynika to głównie z tego, że w perspektywie kraju brakuje przede wszystkim ponadpartyjnej polityki gospodarczej, która kształtowałaby jasną, długofalową politykę energetyczną.

Notka o autorze

Mgr Mateusz Piotr Sikora – starszy specjalista w Wydziale Współpracy Międzynarodowej i Strategii w Gabinetie Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki.

Literatura

1. „Advances in High Temperature Gas Cooled Reactor Fuel Technology”, IAEA 2012.
2. Beck J. M., Pincock L. F., „High Temperature Gas-Cooled Reactors Lessons Learned Applicable to the Next Generation Nuclear Plant”, INL/EXT-10-19329 Revision 1, April 2011.
3. Chaplin R.A. „High Temperature Gas Cooled Reactors”, NUCLEAR ENERGY MATERIALS AND REACTORS – Vol. II.
4. Dokumenty Ministerstwa Gospodarki – Polityka energetyczna Polski do 2030.
5. Dokumenty Ministerstwa Gospodarki – projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku.
6. Dokumenty Ministerstwa Rozwoju – Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, Warszawa 2016, projekt do konsultacji społecznych <http://www.kadra.org.pl/wp-content/uploads/2016/09/Porozumienie-na-rzecz-zintegrowanej-polityki-rozwoju-województwa-województwa-warszawskiego.pdf>
7. Krzyczkowski W., „Plan Morawieckiego podnosi temperaturę wokół HTR”, Wysokie Napięcie, 4.08.2016 – <http://wysokienapiecie.pl/atom/1648-reaktor-htr-w-polsce-plan-morawieckiego>
8. Sikora M., „Czy polski projekt jądrowy skorzysta z francuskiej technologii? (ANALIZA)”, CIRE, 3.02.2016 – <http://cire.pl/item,124475,13,0,0,0,0,sikora-czy-polski-projekt-jadrowy-skorzysta-z-francuskiej-techno.html>
9. Sikora M., Sikora A., Lenartowicz P., „Małe stacje LNG oraz wykorzystanie LNG w transporcie”, Chemia przemysłowa, 2/2016 (631), str. 61–70.
10. Sikora M., „Kultura bezpieczeństwa operatora elektrowni jądrowych”, PAA – Biuletyn Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna 3/2016, str. 18 – 25.
11. Sprawozdanie z działalności Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki w 2015 r., kwiecień 2016.
12. Tian J., „A nuclear-natural gas coupled-cycle for power generation”, Annals of Nuclear Energy 77 (2015), 281–284.

Rola dozoru jądrowego w systemie bezpieczeństwa państwa – zarys analizy systemowej

Bartosz Skłodowski

Wstęp

W artykule przedstawiono zarys systemowej analizy wpływu, jaki dozór jądrowy ma na system bezpieczeństwa państwa – z wykorzystaniem metod i sposobu wnioskowania charakterystycznego dla nauk społecznych (w tym przypadku nauk o polityce). W artykule analizowany jest zakres oraz charakterystyka rzeczowego oddziaływania, a jego przykłady oparte są na obserwacjach i wnioskach autora dotyczących praktyki funkcjonowania Państwowej Agencji Atomistyki.

Urząd dozoru jądrowego kojarzony jest przeważnie z instytucją techniczną, regulującą różnego rodzaju aktywności związane z pokojowym wykorzystaniem energii jądrowej oraz ochroną przed promieniowaniem jonizującym. Nadzorowi i kontroli ze strony tego typu instytucji podlegać mogą zatem zarówno działalności o strategicznym znaczeniu dla państwa (obiekty energetyki jądrowej, reaktory badawcze), jak i inne działalności przemysłowe i usługowe. Ogólną misję dozoru jądrowego zredukować można zatem do stwierdzenia, iż celem jej jest, aby wszelkie wymienione działalności prowadzone były w sposób bezpieczny dla ludzi i środowiska.

Artykuł jest próbą poddania analizie zakresu i charakteru oddziaływania urzędu dozoru jądrowego na bezpieczeństwo państwa. Ze względu na problemy definicyjne, związane z różnorodną interpretacją terminów „bezpieczeństwo” i „bezpieczeństwo państwa” oraz dla zachowania spójności pojęciowej, analizie może, a nawet powinna, zostać poddana rola dozoru jądrowego, by określić, jaką funkcję spełnia on w systemie bezpieczeństwa państwa, ponieważ takie sformułowanie problemu badawczego pozwala na zastosowanie analizy systemowej. Warto na

wstępie zaznaczyć, iż system bezpieczeństwa państwa jest tu rozumiany nie jako lista organów państwowych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo państwa (jako jednostki politycznej) oraz jego obywateli, ale jako szereg instytucji połączonych różnego rodzaju relacjami, które funkcjonując w ramach prawnych, tworzą spójną całość. Jej celem, czy też funkcją, jest zapewnienie bezpieczeństwa państwa i jego obywateli.

W niniejszym artykule autor podejmuje zatem próbę analizy roli dozoru jądrowego w zapewnianiu bezpieczeństwa państwa w ujęciu funkcjonalnym, a także – systemowym. Stosowana przez autora metoda systemowa charakterystyczna jest dla nauk społecznych, w związku z czym sam artykuł zorientowany jest na wskazanie funkcji danego elementu (w tym przypadku dozoru jądrowego) w szerszej strukturze, jaką jest system zapewniania bezpieczeństwa państwa. Warto zatem podkreślić, że niniejsze opracowanie nie odnosi się do analizy poszczególnych aspektów działalności dozoru jądrowego, lecz koncentruje się na umiejscowieniu tejże instytucji w szerszym, polityczno-społecznym kontekście¹. Przedstawione tu przykłady oparte są na obserwacjach dotyczących działalności polskiego urzędu dozoru jądrowego, tj. Państwowej Agencji Atomistyki.

Alternatywę dla wybranej przez autora metody może stanowić analiza instytucjonalno-prawna. Wybór tej metody nie pozwoliłby jednak, w opinii autora, na pełne ukazanie analizowanego problemu, ponieważ wpływ dozoru jądrowego na bezpieczeństwo państwa i system jego zapewniania jest także niebezpośredni i wynika nie tylko z treści aktów normatywnych, ale także z całej praktyki i efektów działania tego urzędu.

¹ Kontekst społeczno-polityczny wynika w tym przypadku z faktu, że dozór jądrowy jest instytucją publiczną, nierozdzielnie związaną z państwem, zaś sam termin „państwo” można współcześnie zdefiniować jako opartą na przymusie polityczną formę organizacji społeczeństwa.

Dozór jądrowy a bezpieczeństwo państwa w ujęciu normatywnym i systemowym

Konceptualizacja, tj. wyznaczenie granic oraz identyfikacja systemu bezpieczeństwa państwa, nie jest zadaniem łatwym. W przypadku Polski obowiązująca od 2014 r. *Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej* zawiera stwierdzenie, że „system bezpieczeństwa narodowego obejmuje siły, środki i zasoby przeznaczone przez państwo do realizacji zadań w tym obszarze, odpowiednio zorganizowane, utrzymywane i przygotowywane. Składa się on z podsystemu kierowania i podsystemów wykonawczych, w tym podsystemów operacyjnych (obronny i ochronne) oraz podsystemów wsparcia (społeczne i gospodarcze).”². W celu przybliżenia tego, czym *de facto* jest system bezpieczeństwa państwa, należy wymienić podstawowe jego elementy oraz określić występujące między nimi relacje.

Do elementów analizowanego systemu należy zaliczyć przede wszystkim naczelną organ państwa (Prezydent, Sejm, Senat, Prezes Rady Ministrów), które sprawują w nim rolę głównych decydentów. Do systemu należy zaliczyć również wiele centralnych organów administracji publicznej (ministrowie, szefowie urzędów centralnych), odpowiedzialnych za poszczególne polityki realizowane przez rząd oraz ich sektory. To właśnie w tej grupie funkcjonuje w Polsce kierownik urzędu dozoru jądrowego – Prezes Państwowej Agencji Atomistyki³. Do pozostałych elementów systemu należy zaliczyć szereg formacji i instytucji mundurowych i cywilnych, organy terenowe administracji publicznej oraz władze samorządowe. Na system bezpieczeństwa państwa mają wpływ również ramy prawne oraz (pośrednio) instytucje międzynarodowe, a także główne organy i instytucje wyspecjalizowane Unii Europejskiej.

Otoczeniem systemu bezpieczeństwa państwa, istotnym z punktu widzenia roli, jaką odgrywa w nim urząd dozoru jądrowego, są przede wszystkim obiekty infrastruktury krytycznej (obiekty jądrowe) oraz skala i charakter przemysłowego oraz usługowego wykorzystania promieniowania jonizującego w sektorze prywatnym oraz usługach publicznych, takich jak medycyna⁴.

Dokumenty opisujące system bezpieczeństwa państwa to przede wszystkim akty normatywne, głównie ustawy. Z punktu widzenia analizy funkcjonalnej istotną rolę we właściwej konceptualizacji systemu bezpieczeństwa państwa stanowią również dokumenty strategiczne, które, choć nie posiadają charakteru normatywnego, to są emanacją szerszej koncepcji głównych decydentów w odniesieniu do danych polityk, w związku z czym mogą być przydatne do określenia funkcji dozoru jądrowego w analizowanym systemie. W Polsce przykładem takich dokumen-

tów może być wspomniana już wyżej *Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej* oraz *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego RP*⁵.

W ujęciu formalnym, tj. przy zastosowaniu podejścia instytucjonalno-prawnego, rolę polskiego dozoru jądrowego w zapewnianiu bezpieczeństwa Polski najogólniej określa art. 110 ustawy – Prawo atomowe, w której zawarty jest katalog zadań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej kraju realizowanych przez Prezesa PAA. Wspomniany katalog obejmuje następujące zadania potencjalnie istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa państwa:

- przygotowywanie projektów dokumentów dotyczących polityki państwa w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej uwzględniających program rozwoju energetyki jądrowej i zagrożenia wewnętrzne i zewnętrzne;
- sprawowanie nadzoru nad działalnością powodującą lub mogącą powodować narażenie ludzi i środowiska na promieniowanie jonizujące oraz przeprowadzanie kontroli w tym zakresie, w tym wydawanie decyzji w sprawach zezwoleń i uprawnień oraz innych decyzji przewidzianych w ustawie;
- wykonywanie zadań związanych z oceną sytuacji radiacyjnej kraju w warunkach normalnych i w sytuacji zdarzeń radiacyjnych oraz przekazywanie właściwym organom i ludności informacji o tej sytuacji;
- wykonywanie zadań wynikających z zobowiązań Rzeczypospolitej Polskiej w zakresie prowadzenia ewidencji i kontroli materiałów jądrowych, ochrony fizycznej materiałów i obiektów jądrowych, szczególnej kontroli obrotu z zagranicą towarami i technologiami jądrowymi oraz innych zobowiązań wynikających z umów międzynarodowych dotyczących bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej;
- wykonywanie zadań związanych z obronnością i obroną cywilną kraju oraz ochroną informacji niejawnych, wynikających z odrębnych przepisów;
- przygotowywanie opinii, w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej do projektów działań technicznych związanych z pokojowym wykorzystywaniem energii atomowej, na potrzeby organów administracji rządowej i samorządowej.

Dla celów funkcjonalnej analizy roli, jaką dozór jądrowy odgrywa w systemie bezpieczeństwa państwa, istotne jest również uwzględnienie umiejscowienia tejsze instytucji w strukturach administracji publicznej. W Polsce Prezes Państwowej Agencji Atomistyki (PAA) jest centralnym organem administracji rządowej właściwym w sprawach bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w za-

² *Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2014, s. 10.

³ Ze względu jednak na obrane podejście – systemowe, a nie instytucjonalne, analizie poddana będzie rola urzędu dozoru jądrowego, a nie organu – kierownika urzędu, ponieważ w praktyce wpływ dozoru jądrowego na bezpieczeństwo państwa nie zależy jedynie od decyzji osoby kierującej urzędem, ale też od praktyki codziennego funkcjonowania całego urzędu.

⁴ Ze względu na wykorzystanie promieniowania jonizującego np. w radiodiagnostyce czy radioterapii.

⁵ *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 2013.

kresie określonym ustawą – Prawo atomowe i realizuje swoje zadania za pośrednictwem PAA. Działania nadzorcze wobec Prezesa PAA, a *de facto* również wobec całej Agencji jako urzędu centralnego (którego kierownikiem jest Prezes PAA), prowadzi Minister Środowiska. Należy przy tym zauważyć, że zarówno w Europie, jak i na całym świecie, brak jest powszechnie przyjętego modelu instytucjonalnego dla dozorów jądrowych. Niektóre z nich posiadają dużą dozę autonomii, będąc zależne wyłącznie od naczelnych organów państwa, podczas gdy inne są *de facto* częścią resortów, kierowanych przez ministrów zależnych od szefa rządu, a pośrednio również od nadającego mu legitymację polityczną parlamentu. PAA jest zatem przykładem leżącym niejako pośrodku pomiędzy skrajną autonomią a skrajnym podporządkowaniem dozoru danemu resortowi, przez co zawarta w niniejszym artykule analiza może być przyczynkiem do bardziej ogólnych refleksji na temat roli, jaką dozory jądrowe pełnią w kształtowaniu bezpieczeństwa państw.

Obszary wpływu dozoru jądrowego na bezpieczeństwo państwa

Pierwszym krokiem do zrozumienia funkcji dozoru jądrowego w systemie bezpieczeństwa państwa jest określenie

obszarów, w których może zachodzić oddziaływanie pomiędzy **elementem systemu** (dozorem jądrowym) a **całym systemem** (bezpieczeństwa państwa). Jego logicznym następstwem będzie próba przedstawienia funkcji dozoru jądrowego w każdym z tych obszarów, a następnie, na ich podstawie, przybliżenie jego funkcji w całym systemie.

Z punktu widzenia pracowników dozoru jądrowego, prawników znających ustawę – Prawo atomowe oraz decydentów w analizowanym obszarze oczywiste wydaje się stwierdzenie, iż dozór jądrowy odpowiedzialny jest za kontrolę i nadzór nad **bezpieczeństwem jądrowym** kraju. Ta kategoria nie będzie jednak analizowana poniżej, ponieważ nie posiada ona jasno określonej definicji na gruncie stosowanej w niniejszym artykule metodologii⁶. Z kolei definicja zawarta w artykule 3 pkt 2) ustawy – Prawo atomowe⁷ jakkolwiek zadowalająca z punktu widzenia legislacyjnego, nie znajduje zastosowania dla przedmiotu niniejszego artykułu. Dlatego też kategoria „bezpieczeństwo jądrowe” nie jest analizowana w dalszych rozważaniach.

W niniejszym artykule, dla zachowania uproszczonej i przejrzystej siatki pojęciowej, rozróżnia się pojęcia „bezpieczeństwa wewnętrznego” oraz „bezpieczeństwa zewnętrznego” państwa. Należy jednak podkreślić, iż podział ten ma charakter jedynie umowny i nie definitywny, ponieważ we współczesnym, zglobalizowanym świecie traci on

Tabela 1. Przykład systematyzacji problematyki bezpieczeństwa wewnętrznego państwa; źródło: Opracowanie własne na podstawie [5]: M. Brzeziński, *Rodzaje bezpieczeństwa państwa*, [w:] S. Sulowski, M. Brzeziński *Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa. Wybrane zagadnienia*, Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 2008.

	Kryterium przedmiotowe	Poziomy zapewniania bezpieczeństwa wewnętrznego państwa		
		Lokalny	Narodowy	Zewnętrzny
Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa	Bezpieczeństwo i porządek publiczny	Przestępczość pospolita, bezpieczeństwo jednostek i wspólnot lokalnych	Walka z przestępczością zorganizowaną o zasięgu krajowym, rozwiązania systemowe dot. bezpieczeństwa i porządku publicznego	Walka z transnarodową przestępczością zorganizowaną, transgraniczna współpraca policyjna
	Bezpieczeństwo ustrojowe		Zwalczanie ideologii totalitarnych i ruchów separatystycznych kontrwywiad, zwalczanie terroryzmu wewnętrznego	Walka z międzynarodowym terroryzmem, ochrona VIP
	Bezpieczeństwo powszechne	Lokalne zarządzanie kryzysowe i zwalczanie skutków lokalnych katastrof naturalnych i technicznych	Centralne zarządzanie kryzysowe, zwalczanie skutków katastrof naturalnych i technicznych o krajowym zasięgu, rozwiązania systemowe dot. bezpieczeństwa powszechnego	Zwalczanie skutków globalnych i regionalnych katastrof naturalnych i technicznych, globalne i regionalne bezpieczeństwo ekologiczne
Bezpieczeństwo zewnętrzne państwa		brak	Uwarunkowania wewnętrzne polityki zagranicznej	Dyplomacja, działania militarne, zagraniczne misje pokojowe ⁸

⁶ Szerzej zob.: B. Skłodowski, *Bezpieczeństwo jądrowe w poszerzonej agendzie badań nad bezpieczeństwem*, „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” nr 2/2014, s. 24–28.

⁷ Definicja ta określa bezpieczeństwo jądrowe jako „osiągnięcie odpowiednich warunków eksploatacji, zapobieganie awariom i łagodzenie ich skutków, czego wynikiem jest ochrona pracowników i ludności przed zagrożeniami wynikającymi z promieniowania jonizującego z obiektów jądrowych”.

⁸ Obejmujące działania typu: *peacemaking*, *peacekeeping* i *peace enforcement* różniące się od siebie zakresem, charakterem i stopniem zaangażowania sił międzynarodowych na danym obszarze.

stopniowo na znaczeniu. Wielu autorów zauważa, iż różnice między wewnętrznymi a zewnętrznymi aspektami bezpieczeństwa państwa zacierają się, a w przypadku niektórych kwestii rozróżnienie pomiędzy tymi aspektami jest wręcz niemożliwe⁹. Niemniej jednak, ze względu na przedmiot niniejszego artykułu, stosowanie takiego rozróżnienia wydaje się usprawiedliwione, gdyż porządkuje ono obszary, w których dozór jądrowy wpływa na bezpieczeństwo państwa.

Dozór jądrowy a bezpieczeństwo wewnętrzne państwa

Dozór jądrowy jako instytucja sprawująca nadzór i kontrolę działalności związanych z narażeniem na promieniowanie jonizujące wyłącznie na terenie danego kraju oraz posiadające z reguły bardzo niewielkie możliwości oddziaływania na np. obiekty jądrowe poza granicami danego państwa jest naturalnie predestynowany do znacznie mocniejszego oddziaływania na bezpieczeństwo wewnętrzne niż na bezpieczeństwo zewnętrzne państwa. Jak wynika z tabeli 1, na bezpieczeństwo wewnętrzne kraju składają się: bezpieczeństwo i porządek publiczny, bezpieczeństwo powszechne oraz bezpieczeństwo ustrojowe.

Pojęcia **bezpieczeństwa i porządku publicznego** analizowane są zazwyczaj łącznie i w celach teoretyczno-naukowych oraz legislacyjnych. Porządek publiczny można zdefiniować jako „*zbiór ustalonych norm (w tym zasady/zakazy/nakazy) oraz układ stosunków społecznych, których powinny przestrzegać jednostki i grupy społeczne w swym postępowaniu, nie naruszając interesu publicznego*”¹⁰. Bezpieczeństwo publiczne rozumiane może być jako stan, w którym porządek publiczny zachowany jest na tyle, by umożliwić obywatelom i instytucjom państwowym normalne funkcjonowanie w społeczeństwie. Należy przy tym zauważyć, iż pojęcia „bezpieczeństwo publiczne” i „porządek publiczny” nie są synonimami.

Dozór jądrowy może oddziaływać na bezpieczeństwo i porządek publiczny głównie poprzez stosowny nadzór i kontrolę ochrony fizycznej źródeł promieniotwórczych i materiałów jądrowych. Należy podkreślić, że wpływ ten nie jest bezpośredni, ponieważ za bezpieczeństwo wspomnianych substancji zawsze odpowiada jednostka organizacyjna, która je stosuje. Niemniej jednak działania dozoru jądrowego, czy to polegające na wydawaniu zezwoleń, zaleceń organizacyjnych i technicznych, czy też na przeprowadzaniu kontroli w nadzorowanych jednostkach i stosowaniu sankcji w przypadku naruszenia przepisów lub warunków zezwoleń, mogą prowadzić, jeśli są one elementem spójnego planu, do wzmocnienia lub/i utrzymania wysokiego poziomu ochrony fizycznej źródeł promienio-

twórczych i materiałów jądrowych. To z kolei przekłada się na zmniejszenie zagrożeń dla bezpieczeństwa i porządku w skali lokalnej, a w przypadku transportu bardziej niebezpiecznych materiałów również w skali kraju.

Przedmiotem **bezpieczeństwa ustrojowego** jest ochrona porządku konstytucyjnego danego państwa, obejmująca ochronę zasad ogólnych i wartości realizowanych przez dane państwo, ochronę systemu naczelnych organów państwa wraz z ich wzajemnymi relacjami oraz ochronę katalogu praw i wolności człowieka i obywatela określających relacje pomiędzy władzą państwową a ludnością państwa. Zapewnianie bezpieczeństwa ustrojowego państwa odnosi się np. do zwalczania pozaprawnych nacisków na najważniejsze instytucje państwowe czy zwalczania szerzenia każdej ideologii, która może godzić w bieżący ustrój polityczny państwa oraz prawa człowieka i obywatela. W tym kontekście dozór jądrowy nie jest podmiotem zapewniającym bezpieczeństwo ustrojowe, aczkolwiek prawidłowe funkcjonowanie tej instytucji można uznać za konieczne do jego zapewnienia. Chodzi tu o ewentualne zewnętrzne pozaprawne naciski na organy dozoru, które należy traktować jako istotne naruszenie bezpieczeństwa ustrojowego, mogące skutkować obniżeniem skuteczności nadzoru nad bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną. Tego typu naciski, godzące w zasadę niezależności dozoru jądrowego, nie są jednak przedmiotem dalszej analizy, gdyż ich zwalczaniem nie zajmuje się sam dozór jądrowy.

Dozór jądrowy jako element systemu posiada bardzo ograniczony wpływ na kształtowanie bezpieczeństwa ustrojowego. W praktyce jedynym aspektem działalności tego typu instytucji, który może odnosić się do bezpieczeństwa ustrojowego, jest kontrola obrotu, transportu oraz innych działalności związanych z najmniejbezpiecznymi materiałami jądrowymi, w tym z materiałami rozszczepialnymi i wypalonym, wysoko wzbogaconym paliwem jądrowym – nie tylko w kontekście wykroczeń i działalności przestępczej, ale też potencjalnej działalności terrorystycznej. Należy podkreślić, iż w zakresie przeciwdziałania tej ostatniej dozór jądrowy nie sprawuje wiodącej roli, która zazwyczaj przypisywana jest formacjom i służbom mundurowym powołanym bezpośrednio do zwalczania zagrożeń terrorystycznych. Dozór jądrowy jest w tym zakresie jednym z elementów systemu ochrony materiałów niebezpiecznych i technologii podwójnego zastosowania.

Ostatnim wymiarem bezpieczeństwa wewnętrznego państwa jest **bezpieczeństwo powszechne**, które odnosi się do ochrony ludności państwa, infrastruktury publicznej i prywatnej, a także instytucji państwowych przed skutkami katastrof naturalnych i technicznych. W przeciwieństwie do bezpieczeństwa i porządku publicznego, działania mające na celu zapewnianie bezpieczeństwa powszechne-

⁹ Zob.[1] str. 2; [3] str. 91–116; [6] str. 115; [10] str.14.

¹⁰M. Świdorski, *Bezpieczeństwo wewnętrzne i jego uwarunkowania*, [w:] A. Materska-Sosnowska, K.A. Wojtaszczyk, *Bezpieczeństwo Państwa*, ASPRA-JR, Warszawa 2009, s. 58.

go nie mają codziennego wpływu na ludność¹¹. Należy jednak zauważyć, iż ze względu na wyjątkowość i rangę zagrożeń, jakie niesie za sobą wystąpienie katastrof naturalnych lub technicznych, bezpieczeństwo powszechne jest kluczowym elementem bezpieczeństwa wewnętrznego państwa.

Z punktu widzenia taksonomii bezpieczeństwa państwa, a także ze względu na charakter zadań stojących w tym zakresie przed dozorem jądrowym konieczne jest również zdefiniowanie **bezpieczeństwa ekologicznego**, którego przedmiotem jest środowisko naturalne. Bezpieczeństwo ekologiczne to stan, w którym środowisko naturalne, będące obszarem bytowania ludności danego państwa, nie stwarza zagrożeń dla funkcjonowania i rozwoju zarówno samej ludności, jak i instytucji państwowych. Pomimo wyróżnienia kategorii „bezpieczeństwo ekologiczne” w wielu dokumentach prawnych (na przykład *Strategia bezpieczeństwa RP*) pojęcie to należy uznać dla potrzeb niniejszego artykułu za jeden z elementów bezpieczeństwa powszechnego¹².

Dozór jądrowy a bezpieczeństwo zewnętrzne państwa

Wyznaczenie obszarów, w których dozór jądrowy może wspierać bezpieczeństwo zewnętrzne państwa, jest zadaniem niezwykle trudnym. W tradycyjnym, militarno-politycznym rozumieniu bezpieczeństwa zewnętrznego państwa rola dozoru jądrowego jest praktycznie znikoma. W sposób bardzo pośredni może on wpływać na bezpieczeństwo zewnętrzne państwa między innymi poprzez współpracę z wojskami chemicznymi oraz systemem obrony cywilnej kraju (w zakresie przygotowań na wypadek prowadzenia działań wojennych z użyciem broni jądrowej lub zastosowania konwencjonalnych ładunków wybuchowych (CED) w celu dyspersji substancji promieniotwórczych). Innym przykładem bardzo pośredniej roli dozoru jądrowego w tym zakresie może być zaangażowanie poszczególnych pracowników w misje Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA), mające na celu utrzymanie reżimu nieprolifracji broni jądrowej, a co za tym idzie, bezpieczeństwa międzynarodowego.

Pomimo skrajnie ograniczonej roli, jaką pełni on w zapewnianiu tradycyjnie pojmowanego bezpieczeństwa zewnętrznego państwa, dozór jądrowy może wpływać na neutralizację zagrożeń dla bezpieczeństwa państwa powstających poza jego granicami. Chodzi tu przede wszystkim o zagrożenia pochodzące z zewnątrz kraju, ale właściwe przedmiotowo zagrożeniom dla bezpieczeństwa wewnętrznego (głównie bezpieczeństwa powszechnego) –

jak np. potencjalne katastrofy jądrowe o skutkach transgranicznych.

Funkcja dozoru jądrowego w systemie bezpieczeństwa państwa

Znając obszary, w których dozór jądrowy może wpływać na bezpieczeństwo państwa oraz przybliżoną skalę tego wpływu, należy przejść do bardziej precyzyjnego określania jego roli w każdym z tych obszarów. W kontekście wcześniejszych rozważań oczywiste wydaje się stwierdzenie, że najistotniejsza i najbardziej rozbudowana jest tu rola, jaką dozór jądrowy odgrywa w zapewnianiu bezpieczeństwa powszechnego.

Dla pełnego zrozumienia zaangażowania instytucji dozoru jądrowego w zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego konieczne jest zrozumienie kategorii, jaką jest zdarzenie radiacyjne. W Polsce pojęcie to zostało zidentyfikowane w art. 3 pkt 55) ustawy – Prawo atomowe jako „*sytuacja związana z zagrożeniem, wymagająca podjęcia pilnych działań w celu ochrony pracowników lub ludności*”. Rzecz jasna chodzi tu o sytuacje związane z przedmiotowym zakresem rzeczonyj ustawy, tj. z „*działalnością w zakresie pokojowego wykorzystywania energii atomowej związaną z rzeczywistym i potencjalnym narażeniem na promieniowanie jonizujące od sztucznych źródeł promieniotwórczych, materiałów jądrowych, urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące, odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego*” (art. 1 pkt 1 ustawy – Prawo atomowe).

W praktyce zdarzenia radiacyjne mogą mieć bardzo zróżnicowany charakter – od katastrof jądrowych (takich jak te w Czarnobylu czy w Fukushima), poprzez wypadki związane ze stosowaniem promieniowania jonizującego w przemyśle czy medycynie, w których wyniku może ucierpieć zazwyczaj kilka, ale w skrajnych wypadkach nawet tysiące osób (znane z Polski przypadki kradzieży źródeł promieniotwórczych zawierających Co-60, aż po *casus* skażenia promieniotwórczego cezem-137 w Goiânia w centralnej Brazylii w 1987 r.)¹³. Rola dozoru jądrowego w zapewnianiu bezpieczeństwa powszechnego wiąże się w przeważającej większości z kwestiami zarządzania kryzysowego, jej charakter zależy od regularności oraz skali potencjalnego zagrożenia związanego z danym zdarzeniem radiacyjnym (którego odbiciem jest wartość na międzynarodowej skali INES).

Analiza prawno-instytucjonalna może prowadzić do wniosku, iż rola dozoru jądrowego w zarządzaniu kryzysowym, tj. w sytuacjach związanych z zagrożeniem od niekontrolowanego narażania na promieniowanie jonizujące, jest stosunkowo ograniczona. Na przykład ustawa –

¹¹ Na co dzień działania polegają głównie na planowaniu i prewencji, przez co rzadko dostrzegane są przez obywateli).

¹² Szerzej zob. M. Brzeziński, *Rodzaje...*, s. 40–41.

¹³ Szerzej nt. zagadnień związanych z kradzieżą źródeł promieniotwórczych i ich zabezpieczeniem zob.: M. Skotniczna, *Ochrona fizyczna źródeł promieniotwórczych*, „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” 3/2015, s. 27–36.

Prawo atomowe stanowi, w art. 84, iż akcją likwidacji zagrożenia i usuwania skutków zdarzeń radiacyjnych o zasięgu zakładowym, wojewódzkim i krajowym kierują odpowiednio: kierownik jednostki organizacyjnej, wojewoda (we współpracy z państwowym wojewódzkim inspektorem sanitarnym) oraz minister właściwy ds. wewnętrznych przy pomocy Prezesa PAA (taka sama sytuacja odnosi się do zdarzeń o zasięgu transgranicznym, powstałych poza granicami RP). Dodatkowo, jak wynika z art. 86 c ustawy – Prawo atomowe „w sytuacji zdarzenia radiacyjnego Prezes Agencji prowadzi działania mające na celu identyfikację materiałów jądrowych, źródeł, odpadów i innych substancji promieniotwórczych będących przedmiotem nielegalnego obrotu lub nieznanego pochodzenia”. Ponadto, zgodnie z art. 88 ust. 1 pkt. 1 wspomnianej ustawy, to Prezes PAA przygotowuje i przekazuje informację o potencjalnym przekroczeniu poziomów interwencyjnych.

Przy obraniu podejścia systemowego, a nie instytucjonalno-prawnego, należy dojść do wniosku, iż rola dozoru jądrowego w analizowanym zagadnieniu jest znacznie większa, niż wskazano wyżej. Zaangażowanie dozoru jądrowego w zarządzanie kryzysowe (a co za tym idzie, w zapewnianie bezpieczeństwa powszechnego) odnosi się do wszelkiego rodzaju zdarzeń radiacyjnych, a nie tylko tych klasyfikowanych jako zdarzenia krajowe i transnarodowe. W Polsce, zwłaszcza w przypadku zdarzeń o zasięgu wojewódzkim, kiedy akcją likwidacji skutków zdarzenia kieruje wojewoda przy pomocy wojewódzkiej administracji zespolonej, dozór jądrowy pełni funkcję doradcą dla organów prowadzących działania w terenie, służy ekspertyzą oraz zapewnia wsparcie ekipy dozymetrycznej. Nie będąc zatem instytucją odpowiedzialną za wykonywanie zadań w terenie¹⁴, dozór jądrowy jest (w fazie reagowania na sytuacje kryzysowe związane z promieniowaniem jonizującym), instytucją, której ekspertyzy i opinie mogą przesądzić o skuteczności podejmowanych działań. Zakładając zatem, że

- a) potencjalne zagrożenie związane z niekontrolowanym narażeniem na promieniowanie jonizujące jest szczególnie istotne dla bezpieczeństwa powszechnego,
- b) skuteczne reagowanie na zdarzenie radiacyjne wymaga specjalistycznej wiedzy,
- c) terenowa administracja (rządowa i samorządowa) lub kierownik jednostki organizacyjnej nie zawsze posiada wystarczające zasoby wiedzy do zagwarantowania bezpieczeństwa ludzi i środowiska w sytuacji wystąpienia zdarzenia radiacyjnego,

należy założyć, iż w fazie reagowania na zagrożenia dla bezpieczeństwa powszechnego związane z promieniowaniem jonizującym i dozór jądrowy **pełni kluczową funkcję związaną z dostarczaniem wiedzy do ośrodków decyzyjnych i wykonawczych.**

Rola dozoru jądrowego nie ogranicza się również tylko do fazy reagowania na sytuacje kryzysowe. Zapobieganiu

sytuacjom kryzysowym związanym z wykorzystaniem promieniowania jonizującego (zdarzeniom radiacyjnym) podporządkowana jest cała infrastruktura dozoru – począwszy od zaangażowania w tworzenie wymogów prawnych i propagowanie kultury bezpieczeństwa, poprzez prowadzenie analiz i ocen bezpieczeństwa oraz wydawanie zezwoleń, prowadzenie kontroli i egzekwowanie sankcji w stosunku do jednostek nie spełniających wymogów bezpieczeństwa. Należy stwierdzić zatem, że dozór jądrowy najbardziej aktywny jest właśnie w fazie zapobiegania sytuacjom kryzysowym i to na tej fazie koncentruje się przeważająca część jego działalności.

W tym miejscu należy dobitnie podkreślić, iż nie można przypisywać dozorowi jądrowemu roli instytucji głównie zapobiegającej sytuacjom kryzysowym (inhibitora). Pomimo to, że zapobieganie odnosi się do przeważającej większości aspektów działalności dozoru jądrowego, to waga, jaką dla zapewnienia bezpieczeństwa państwa mają przygotowanie i reagowanie na zagrożenia radiacyjne sprawia, iż nie należy instytucji tej przypisywać roli dominującej w jednej tylko fazie zarządzania kryzysowego.

W zakresie przygotowania na ewentualność wystąpienia sytuacji kryzysowych dozory jądrowe przeprowadzają ćwiczenia, utrzymują stałe protokoły komunikacji z instytucjami krajowymi i zagranicznymi, a w niektórych przypadkach prowadzą również całodobowe dyżury i gromadzą odpowiednie zasoby ludzkie i zasoby wiedzy, aby w każdej chwili móc prawidłowo zareagować na zdarzenie radiacyjne.

Ponadto, dozorem jądrowym można przypisać również pewną ograniczoną rolę w ostatniej fazie zarządzania kryzysowego, tj. w fazie odbudowy. Po wystąpieniu zdarzenia radiacyjnego wymagającego rozbudowanej fazy odbudowy (na przykład katastrofy w elektrowni jądrowej) trudno jest wyobrazić sobie proces decyzyjny bez udziału dozoru jądrowego. W fazie odbudowy instytucja tego typu pełnić może rolę doradcą i, podobnie jak w fazie reagowania, opartą na wiedzy. Innymi słowy, rolą dozoru jądrowego w fazie odbudowy po wystąpieniu zdarzenia radiacyjnego (jeśli taka jest potrzebna) jest zapewnienie bezpiecznych warunków tej odbudowy. Można zatem mówić w tym przypadku o „metaroli” doradczej opartej na wiedzy.

Jak wspomniano wcześniej, dozór jądrowy może oddziaływać również na bezpieczeństwo i porządek publiczny oraz na bezpieczeństwo ustrojowe. Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku dozór jądrowy pełni tu rolę klasycznego regulatora i promotora dobrych praktyk (z zakresu *security culture*), przez co przyczynia się do zapewnienia wysokiego poziomu ochrony fizycznej materiałów promieniotwórczych. To od charakteru materiałów podlegających ochronie fizycznej zależy powiązanie działań dozoru jądrowego odpowiednio z **bezpieczeństwem i porządkiem publicznym** (w przypadku materiałów o poten-

¹⁴I nie mającą *de facto* możliwości przeprowadzania działań na terenie kraju.

cialnie mniejszej szkodliwości, padających łupem pospolitych przestępców) lub z **bezpieczeństwem ustrojowym** (w przypadku materiałów jądrowych i innych niebezpiecznych substancji wysokoaktywnych, które potencjalnie mogą paść łupem zarówno przestępców, jak i organizacji terrorystycznych). Warto również zaznaczyć, iż w zakresie zapewniania bezpieczeństwa ustrojowego dozór jądrowy może hipotetycznie odgrywać rolę analogiczną do tej, jaką pełni on w zapewnianiu bezpieczeństwa powszechnego. Mowa tu o sytuacjach kryzysowych wywołanych nie katastrofą naturalną lub/i techniczną, ale zamachem terrorystycznym motywowanym politycznie i przeprowadzonym z wykorzystaniem materiałów promieniotwórczych¹⁵.

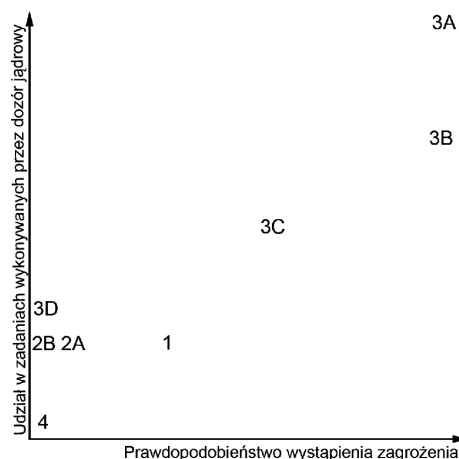
W przypadku zapewniania bezpieczeństwa zewnętrznego państwa rola dozoru jądrowego jest, jak już wspomniano, bardzo znikoma, jeśli pominąć zagrożenia związane z katastrofami jądrowymi o skutkach transgranicznych (w przypadku których rola dozoru jego jest analogiczna jak w przypadku bezpieczeństwa powszechnego). W sytuacji zagrożenia ze strony obcych wojsk użyciem broni masowego rażenia dozór jądrowy współpracuje z odpowiednim dla danego kraju rodzajem wojsk (w Polsce z wojskami chemicznymi) i podejmuje działania mające na celu minimalizację narażenia ludności na promieniowanie jonizujące, głównie poprzez pełnienie funkcji doradczej¹⁶ dla cywilnych służb reagowania.

Podsumowanie – konceptualizacja roli dozoru jądrowego

Przed wyznaczeniem roli, jaką dozór jądrowy może odgrywać w systemie bezpieczeństwa państwa, konieczne

jest skonceptualizowanie i usystematyzowanie wcześniejszych rozważań w celu ustalenia funkcji, jakie może pełnić dozór jądrowy w zapewnianiu poszczególnych aspektów bezpieczeństwa kraju.

W tabeli 2 przedstawiono pokrótce rolę dozoru jądrowego – w tym przypadku Państwowej Agencji Atomistyki w zapewnianiu poszczególnych kategorii przedmiotowych bezpieczeństwa państwa. Przypisano im wartości liczbowe podane w nawiasach, które zostały wykorzystane na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Funkcje składowe roli dozoru jądrowego wraz z oceną prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń i udziału w ogólnych zadaniach dozorowych; źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 1 przedstawiono poszczególne funkcje składowe, jakie dozór jądrowy może pełnić w zapewnianiu poszczególnych aspektów bezpieczeństwa państwa wraz z oceną prawdopodobieństwa wystąpienia korespondujących z nimi zagrożeń oraz oceną tego, jaką część

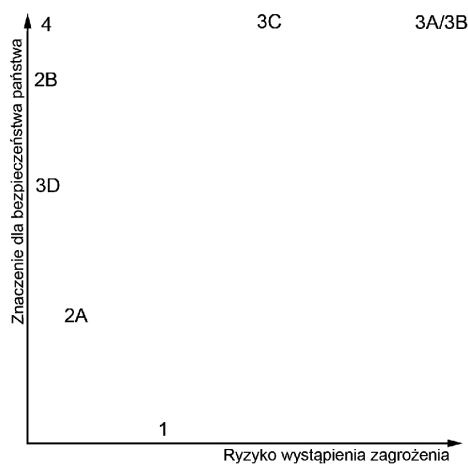
Tabela 2. Rola PAA w zapewnianiu poszczególnych aspektów bezpieczeństwa Polski; źródło: opracowanie własne.

	Kryterium przedmiotowe	Funkcja PAA
Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa	Bezpieczeństwo i porządek publiczny	• Ochrona fizyczna źródeł promieniotwórczych (1)
	Bezpieczeństwo ustrojowe	• Ochrona fizyczna niektórych materiałów jądrowych i źródeł promieniotwórczych (2A) • Zarządzanie kryzysowe w przypadku ataku z użyciem materiałów promieniotwórczych (2B) ¹⁷
	Bezpieczeństwo powszechne (zarządzanie kryzysowe w przypadkach katastrof naturalnych i technicznej)	• Przygotowanie – utrzymywanie odpowiednich zasobów – głównie wiedzy (3A) • Zapobieganie – inhibitor sytuacji kryzysowych (3B) • Reagowanie – kluczowa rola oparta na wiedzy (3C) • Odbudowa – metarola doradcza oparta na wiedzy (3D)
Bezpieczeństwo zewnętrzne państwa		• Współdziałanie z odpowiednimi rodzajami wojsk (rola konsultacyjna oparta na wiedzy) (4)

¹⁵Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 2013, s. 65.

¹⁶Dokładniejsze rozważania na ten temat należy jednak prezentować w zupełnie innym kontekście, ze względu na skrajnie niskie prawdopodobieństwo wystąpienia tego typu działań oraz potencjalne utajnienie planów dotyczących szczegółowej roli, jaką w tym zakresie mógłby pełnić dozór jądrowy.

¹⁷Rzecz jasna tę funkcję składową można podzielić na cztery kolejne funkcje – analogicznie do funkcji 3A-3D. Autor zaniechał takiego rozwiązania ze względu na potrzebę zachowania jasności wyводу oraz znikome zagrożenie terroryzmem z wykorzystaniem materiałów promieniotwórczych.



Rys. 2. Funkcje składowe roli dozoru jądrowego wraz z oceną prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń i znaczenia danej funkcji dla systemu bezpieczeństwa państwa; źródło: opracowanie własne.

wszystkich zadań dozoru jądrowego pochłania dana funkcja. Z kolei na rysunku 2 przedstawiono te same funkcje z uwzględnieniem prawdopodobieństwa wystąpienia danych zagrożeń oraz z oceną tego, na ile istotna jest ich realizacja dla bezpieczeństwa państwa.

Z przedstawionej analizy wynika, że rolę dozoru jądrowego w systemie zapewniania bezpieczeństwa państwa można określić dwojako. Po pierwsze, jest to rola polegająca w zdecydowanej mierze na gromadzeniu, kumulowaniu, przekazywaniu i koordynowaniu przepływu wiedzy (informacji specjalistycznych/merytorycznych), a nie na prowadzeniu działań operacyjnych¹⁸. Po drugie rola ta jest najbardziej widoczna w obszarach związanych z zarządzaniem kryzysowym – w przeważającej mierze z bezpieczeństwem powszechnym.

Na zakończenie należy jeszcze raz podkreślić, iż przedstawione w niniejszym artykule rozważania są pewnego rodzaju uogólnieniem. Infrastruktura, jak i ramy prawne działania dozoru jądrowego mogą być odmienne w różnych krajach i kulturach prawno-politycznych. Niemniej jednak, zdaniem autora, przedstawiona tu analiza może

znaleźć zastosowanie do większości instytucji dozoru jądrowego na świecie, a podane przykłady (odnoszące się do Państwowej Agencji Atomistyki) mogą być również prawdziwe dla innych tego typu instytucji.

Notka o autorze

Bartosz Skłodowski – doktor nauk społecznych, specjalizujący się w zagadnieniach integracji europejskiej oraz bezpieczeństwa państwa. W latach 2013–2016 pracownik Państwowej Agencji Atomistyki.

Literatura

1. Anderson M., Apap J., *Changing Conceptions of Security and their Implications for the EU Justice and Home Affairs Cooperation*, "CEPS Policy Brief" No. 26, 2005.
2. Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Warszawa 2013.
3. Bigo D., *The Mobius Ribbon of Internal and External Security(ies)*, [w:] M. Albert, D. Jacobson, Y. Lapid (red.), *Identities, borders, orders: Rethinking International Relations Theory*, Minneapolis, 2001.
4. Brzeziński M., *Kategoria bezpieczeństwa*, [w:] S. Sulowski, M. Brzeziński (red.), *Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa. Wybrane zagadnienia*, Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 2008.
5. Brzeziński M., *Rodzaje bezpieczeństwa państwa*, [w:] S. Sulowski, M. Brzeziński (red.), *Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa. Wybrane zagadnienia*, Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 2008.
6. Marczuk K. P., *Trzecia opcja. Gwardie narodowe w wybranych państwach Basenu Morza Śródziemnego*, Fundacja Studiów Międzynarodowych, Warszawa 2007.
7. Skłodowski B., *Bezpieczeństwo jądrowe w poszerzonej agendzie badań nad bezpieczeństwem*, „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” nr 2/2014, s. 24-28.
8. Skotniczna M., *Ochrona fizyczna źródeł promieniotwórczych*, „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” 3/2015, s. 27-36.
9. Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2014.
10. Sulowski S., *O nowym paradygmacie bezpieczeństwa w erze globalizacji*, [w:] S. Sulowski, M. Brzeziński (red.), *Bezpieczeństwo wewnętrzne państwa. Wybrane zagadnienia*, Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 2008.
11. Świdorski M., *Bezpieczeństwo wewnętrzne i jego uwarunkowania*, [w:] A. Materska-Sosnowska, K.A. Wojtaszczyk, *Bezpieczeństwo Państwa*, ASPRA-JR, Warszawa 2009.

¹⁸Które nawet jeżeli leżą w zakresie kompetencji dozoru jądrowego, to są w zakresie reagowania i zarządzania kryzysowego z reguły bardzo ograniczone.

Szanowni Czytelnicy

Zachęcamy do współtworzenia biuletynu
Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna.
Zapraszamy do przesyłania na adres biuletyn@paa.gov.pl
propozycji tematów artykułów, które chcielibyście
Państwo opublikować w biuletynie.

Szczegółowe informacje dla autorów na stronach PAA.

Państwowa Agencja Atomistyki
ul. Krucza 36, 00-522 Warszawa
www.paa.gov.pl