

e-ISSN 2353-9062
ISSN 0867-4752

3 (133) 2024

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE I OCHRONA RADIOLOGICZNA

35 - LECIE BIULETYNU



PAŃSTWOWA
AGENCJA
ATOMISTYKI

Biuletyn „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” znajduje się w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Edukacji i Nauki. Kwartalnik wydawany przez PAA otrzymał 40 pkt. w następujących dyscyplinach naukowych:

- nauki o bezpieczeństwie,
- nauki fizyczne,
- nauki chemiczne,
- nauki prawne,
- nauki medyczne.

Wydawca: **Państwowa Agencja Atomistyki**
ul. Nowy Świat 6/12, 00-400 Warszawa

Redakcja: **Elżbieta ZALEWSKA**
Jarosław CHILMON
ul. Nowy Świat 6/12, 00-400 Warszawa
TEL. 22 628 94 39
FAX 22 621 37 86
E-MAIL biuletyn@paa.gov.pl
www. gov.pl/web/paa

Rada Programowa

prof. dr hab. **Janusz JANECZEK** – przewodniczący Rady
prof. dr hab. inż. **Andrzej CHMIELEWSKI** – członek Rady
prof. dr hab. n. med. **Marek K. JANIAK** – członek Rady
prof. dr hab. n. med. **Eugeniusz DZIUK** – członek Rady
prof. dr hab. n. med. **Leszek KRÓLICKI** – członek Rady
dr hab. **Agnieszka KORGUL** – członek Rady
dr **Tomasz NOWACKI** – członek Rady

Maciej JURKOWSKI, Redaktor naczelny

Marek WOŹNIAK, Redaktor techniczny

e-ISSN 2353-9062
ISSN 0867-4752

Druk: Print Profit Sp. z o.o., Koźmin 27, 59-900 Zgorzelec

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE I OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 3 (133) 2024
Warszawa

Spis treści

Tomasz R. Nowacki	
Prawo energii jądrowej w Polsce w obliczu wdrożenia energetyki jądrowej. Wybrane wyzwania i potencjalne obszary zmian	5
Łukasz Koszuc	
Ustanawianie stref planowania awaryjnego wokół elektrowni jądrowych: analiza praktyk w wybranych krajach i Polsce	20
Jarosław Kurp, Katarzyna Jeziorska, Dariusz Kluszczyński	
Narażenie medyczne: ekspozycje niezamierzone i narażenie przypadkowe w Polsce	33
Katarzyna Deja, Justyna Jaczewska-Özcan	
Detektory edukacyjne dla szkół – nauczanie fizyki promieniowania jonizującego metodą badawczą .	38

Szanowni Państwo

W bieżącym numerze w pierwszym z opublikowanych artykułów **Tomasz Nowacki** omawia wybrane aktualne kluczowe wyzwania w obliczu wdrażania energetyki jądrowej w Polsce oraz wskazuje potencjalne obszary zmian w polskim prawie energii jądrowej, obejmującym przepisy dwóch ustaw oraz kilkudziesięciu rozporządzeń regulujących kompleksowo kwestie związane zarówno z bezpieczeństwem wykorzystywania energii jądrowej, jak i z procesem inwestycyjno-budowlanym elektrowni jądrowej oraz zagadnieniami społecznymi. Omawiane kwestie to: uznawanie decyzji państw trzecich w zakresie zatwierdzania projektu reaktora, wspólna ocena technologii, prelicencjonowanie, zalecenia Prezesa PAA, ułatwienia horyzontalne w procesach inwestycyjnych, decyzja zasadnicza, odpowiedzialność cywilna za szkodę jądrową, odpady promieniotwórcze. We wnioskach autor podkreśla prymat bezpieczeństwa we wszystkich potencjalnych rozstrzygnięciach.



W drugim artykule **Łukasz Koszuk** omawia **zasady**, określone standardami bezpieczeństwa Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, oraz **praktyki** dotyczące **tworzenia stref planowania awaryjnego** wokół elektrowni jądrowych w wybranych krajach z rozwiniętą energetyką jądrową. Strefy takie mają kluczowe znaczenie dla ochrony ludności i środowiska przed skutkami poważnych awarii jądrowych o bardzo niskim prawdopodobieństwie wystąpienia, ale mogących spowodować, gdyby jednak do nich doszło, uwolnienia substancji promieniotwórczych do środowiska. Wyznaczenie stref planowania awaryjnego opiera się na precyzyjnym określeniu obszarów wokół obiektów jądrowych, gdzie istnieje ryzyko wystąpienia skażeń promieniotwórczych, w taki sposób, by wdrożenie skutecznych działań ochronnych ludności było możliwe w odpowiednim miejscu i czasie.

Autorzy w trzecim artykule opisują stan prawny oraz kierunki działań istotnych dla jednostek ochrony zdrowia w Polsce, w których wystąpiły **ekspozycje niezamierzone i narażenia przypadkowe** w trakcie realizacji medycznych procedur radiologicznych. **Jarosław Kurp, Katarzyna Jeziorska i Dariusz Kluszczyński** wskazują w nim także ustawowe obowiązki, które w przypadku wystąpienia opisanych w artykule kategorii tego rodzaju zdarzeń powinny zostać podjęte przez jednostkę oraz przez właściwego konsultanta krajowego bądź wojewódzkiego. W artykule podano także informacje o Centralnym Rejestrze Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych oraz o zarejestrowanych w nim zgłoszeniach przed i po wejściu w życie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13 grudnia 2022 roku.

Numer zamyka relacja **Katarzyny Deja i Justyny Jaczewskiej-Özcan** z opracowania i wdrożenia projektu „Detektory edukacyjne dla szkół”, zrealizowanego przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych przez okres 22 miesięcy w latach 2021–2023 w ramach 59 sesji warsztatowych z **detekcji promieniowania jonizującego**, w których wzięło udział ponad 800 uczniów i nauczycieli z terenu całej Polski. Celem projektu było szerzenie wśród młodzieży szkolnej, w możliwie najprzystępniejszej, angażującej uwagę uczniów formie, wiedzy o promieniowaniu, o jego źródłach oraz o tym, jak się przed promieniowaniem jonizującym chronić. Projekt umożliwił uczniom szkół ponad podstawowych bezpośrednio **doświadczalne badanie podstawowych własności promieniowania jonizującego** oraz zasad ochrony radiologicznej.

Życzymy Państwu owocnej lektury,
Redaktor Naczelny
Maciej Jurkowski

Prawo energii jądrowej w Polsce w obliczu wdrożenia energetyki jądrowej. Wybrane wyzwania i potencjalne obszary zmian

Nuclear energy law in Poland in the face of the implementation of nuclear energy. Selected challenges and potential changes

Tomasz R. Nowacki
Instytut Prawa i Administracji Uniwersytetu Pomorskiego w Słupsku

Streszczenie: Celem artykułu jest syntetyczne przedstawienie wybranych aktualnych, węzłowych wyzwań i potencjalnych zmian w polskim prawie energii jądrowej w obliczu wdrażania energetyki jądrowej. Z uwagi na ograniczone ramy artykułu nie jest możliwa wyczerpująca analiza zagadnień zasygnalizowanych w niniejszym opracowaniu, niemniej wydaje się, że możliwe jest naświetlenie najważniejszych obszarów oraz równoczesne uruchomienie szerszej dyskusji w gronie teoretyków i praktyków prawa energii jądrowej.

Słowa kluczowe: Prawo energii jądrowej, prawo atomowe, decyzja zasadnicza, prelicencjonowanie, odpowiedzialność cywilna za szkodę jądrową.

Abstract: *The aim of the article is a synthetic presentation of selected current, key challenges in the Polish nuclear energy law in the face of the implementation of nuclear energy and potential changes in this area. Due to the limited volume of the article, it is not possible to conduct an exhaustive analysis of the issues highlighted in this study, however, it seems possible to highlight the most important areas and at the same time initiate a broader discussion among academics and practitioners of nuclear law.*

Keywords: *Nuclear law, atomic law, decision-in-principle, pre-licensing, civil liability for nuclear damage.*

I. Wstęp

Obecne dyskusje w zakresie prawa energii jądrowej w Polsce zdominowane są przez zagadnienia związane z wdrażaniem energetyki jądrowej. Zarówno polska scena polityczna, jak i społeczeństwo wydają się zgodne co do tego, że budowa elektrowni jądrowych jest w Polsce konieczna¹. Z najważniejszych powodów, które stoją za tą decyzją, należy wymienić bezpieczeństwo energetyczne państwa, ochronę środowiska i kwestie ekonomiczne, w tym koszty energii elektrycznej oraz rozwoju polskiej gospodarki. Oficjalne uzasadnienie w strategicznych, rządowych dokumentach planistycznych jest następujące.

W zakresie bezpieczeństwa energetycznego wprowadzenie elektrowni jądrowych do mixu energetycznego oznaczać będzie jego wzmocnienie głównie poprzez dywersyfikację bazy paliwowej w polskiej elektroenergetyce, dywersyfikację kierunków dostaw nośników energii pierwotnej, zastąpienie starzejących się bloków węglowych dyspozycyjnymi jednostkami bezemisyjnymi. W kontekście środowiskowym energetyka jądrowa radykalnie obniży emisję gazów cieplarnianych do atmosfery z sektora elektroenergetycznego przy niskich środowiskowych kosztach zewnętrznych. Przykłady dużych, uprzemysłowionych i wysokorozwiniętych państw i regionów, takich jak Francja, Szwecja, Szwajcaria oraz kanadyjska prowincja

¹ Wyniki kolejnych sondaży przeprowadzanych na potrzeby zarówno instytucji rządowych, jak i mediów wskazują poparcie powyżej 80%. Zob. informację na stronach Ministerstwa Klimatu i Środowiska: <https://www.gov.pl/web/klimat/rekordowe-poparcie-86-polakow-za-budowa-elektrowni-jadrowych-w-polsce> (dostęp 11.07.2024); zob. także informację o sondażu dla radia RMF i Dziennika Gazety Prawnej https://www.rmf24.pl/ekonomia/news-co-polacy-sadza-o-budowie-elektrowni-jadrowych-sondaz,nId,6395780#crp_state=1 (dostęp 11.07.2024).

Ontario dowodzą, że energetyka jądrowa przyczynia się do skutecznej, szybkiej i głębokiej dekarbonizacji elektroenergetyki. We wszystkich tych przypadkach radykalnie zredukowano emisje do poziomu znacznie poniżej 100 kg CO₂/MWh², opierając się głównie na energetyce jądrowej (Francja) lub na kombinacji energetyki jądrowej i dużej energetyki wodnej (Szwecja, Szwajcaria, Ontario). W kontekście gospodarczym elektrownie jądrowe mogą zahamować wzrost kosztów energii dla odbiorców, a nawet je obniżyć, licząc pełny rachunek dla odbiorcy końcowego. Wynika to z faktu, że są one najtańszymi źródłami energii przy uwzględnieniu pełnego rachunku kosztów oraz długiej eksploatacji po okresie amortyzacji. Dotyczy to zarówno odbiorców indywidualnych, jak i odbiorców biznesowych, a w szczególności zabezpiecza rozwój przedsiębiorstw energochłonnych (np. przemysł hutniczy, chemiczny)³.

Celem artykułu jest omówienie wybranych, węzłowych wyzwań i potencjalnych zmian w polskim prawie energii jądrowej w obliczu wdrażania energetyki jądrowej, w najważniejszych zdaniem autora obszarach⁴. Z uwagi na ograniczone ramy artykułu nie jest możliwe ani pełne wyliczenie potencjalnych obszarów zmian, ani też wyczerpująca analiza zagadnień zasygnalizowanych w niniejszym opracowaniu, niemniej wydaje się, że mimo tych niedogodności możliwe jest naświetlenie najważniejszych zagadnień, a być może także równoczesne uruchomienie szerszej dyskusji w gronie teoretyków i praktyków polskiego prawa energii jądrowej.

II. Ewolucja prawa energii jądrowej w Polsce

Powszechnie obowiązujące przepisy w zakresie bezpieczeństwa wykorzystywania promieniowania jonizującego tworzące załączki spójnego systemu uregulowań prawnych pojawiły się w Polsce na początku lat 50. XX, a rozwinęły z początkiem kolejnej dekady⁵. Ówczesne akty prawne nie były liczne i posiadały raczej ogólny charakter, niemniej należy stwierdzić, że zarówno ich objętość, jak i jakość były adekwatne do skali rozwijanego wówczas programu jądrowego⁶. Od 1986 roku w Polsce istnieje kompleksowa ustawa regulująca zasady bezpieczeństwa wykorzystywania

energii jądrowej – Prawo atomowe⁷. W 2000 roku uchwalono nowe Prawo atomowe⁸ uwzględniające postęp techniczny, doświadczenia z funkcjonowania poprzedniej ustawy oraz obowiązki wynikające z ratyfikowanych umów międzynarodowych, a w pewnym zakresie także uwzględniające dorobek prawny Wspólnoty Euratom. Obecny kształt ustawy nadały liczne nowelizacje, w tym ostatnia z 2023 roku. Obecne akty prawne należy uznać za spójne i kompleksowo regulujące kwestie związane zarówno z bezpieczeństwem stosowania energii i energetyki jądrowej, jak też z procesem inwestycyjno-budowlanym oraz zagadnieniami społecznymi⁹. Ustawę – Prawo atomowe uzupełniają kilkadziesiąt rozporządzeń, w tym m.in. ustalające szczegółowe wymagania dla poszczególnych faz cyklu życiowego obiektów jądrowych (budowy, eksploatacji i likwidacji) oraz sukcesywnie wydawane, niewiązujące, zalecenia Prezesa PAA. Istnieje też odrębna ustawa dotycząca administracyjno-prawnych zagadnień procesu inwestycyjno-budowlanego niezwiązanych bezpośrednio z bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną – ustawa z dnia 29 czerwca 2011 roku o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji towarzyszących (ustawa inwestycyjna)¹⁰. Obie ustawy wraz z kilkadziesiątoma rozporządzeniami wykonawczymi zawierają obowiązujący obecnie w Polsce zbiór uregulowań prawnych w zakresie energetyki jądrowej, określanych jako prawo energii jądrowej (przyp. red.)

III. Aktualne wyzwania i potencjalne obszary zmian

1. Kwestia uznawania decyzji państw trzecich w zakresie zatwierdzania projektu reaktora

a. Uwagi ogólne

Ocena projektu reaktora, względnie elektrowni jądrowej lub innej instalacji jądrowej, jest czasochłonna i droga. Z tego powodu w dyskusjach o ułatwieniach inwestycyjnych w energetyce jądrowej pojawia się kwestia ewentualnego uznawania, w różnym stopniu, przez państwa chcące zaangażować się w rozwój energetyki jądrowej decyzji uprzednio wydanych przez organy dozoru jądrowego.

² Na przykład w Niemczech (gdzie zamyka się elektrownie jądrowe przy ciągle znaczącym udziale paliw kopalnych w miksie energetycznym – przyp.red.) za ostatnie 12 miesięcy jest to ok. 400 kg CO₂/MWh.

³ Zob. Program polskiej energetyki jądrowej, załącznik do uchwały Rady Ministrów nr 141 z dnia 2 października 2020 r. (M.P. poz. 946), s. 5.

⁴ O polityce prawa w zakresie budowy elektrowni jądrowych w Polsce zob. T.R. Nowacki, *Nuclear Power on the Vistula River. Law and Policy in Shaping Energy Future of Poland*, Prawo i Więź 2020, nr 3, s. 182–209.

⁵ Pewna aktywność legislacyjna miała miejsce i w dwudziestolecium międzywojennym, miała ona jednak charakter incydentalny i nie była efektem planowej działalności państwa w tym zakresie. Zob. T.R. Nowacki, *Przepisy dotyczące ochrony radiologicznej w II Rzeczypospolitej* (w:) P. Dąbrowski (red.), *Księga pamiątkowa profesora Dariusza Szpopera* (w druku).

⁶ Zob. T.R. Nowacki, *Ewolucja prawnego statusu organów nadzorujących bezpieczeństwo wykorzystywania energii jądrowej w Polsce*, Zeszyty Prawnicze UKSW 2018, nr 3, s. 115–149.

⁷ Ustawa z dnia 10 kwietnia 1986 r. – Prawo atomowe (Dz. U. Nr 12, poz. 70 ze zm.).

⁸ Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2001 r., Nr 3, poz. 18 ze zm., t.j. Dz. U. z 2023 r., poz. 1173).

⁹ O dostosowywaniu polskiego ustawodawstwa do wdrożenia energetyki jądrowej zob. T.R. Nowacki, *Nuclear Power Programme for Poland – Establishing the Legal Framework* (w:) Raetzke C. (red.), *Nuclear Law in the EU and Beyond – Atomrecht in Deutschland, der EU und weltweit. Proceedings of the AIDN/INLA Regional Conference 2013 in Leipzig*, Baden-Baden 2014, s. 121–166.

¹⁰ Dz. U. Nr 135, poz. 789 ze zm., t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 1484, Dz. U. z 2023 r., poz. 595, 1688, 1890.

wego państw trzecich, które zatwierdziły poszczególne technologie reaktorowe pod kątem spełniania przez nie wymogów bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Dotyczy to zwłaszcza tych projektów, które zostały zatwierdzone przez uznane w świecie organy dozoru jądrowego o wysokich kompetencjach i bogatym doświadczeniu w zakresie bezpieczeństwa jądrowego. Korzyści z zastosowania takiego podejścia, jako ułatwiającego inwestycje, od lat artykułują niektórzy eksperci, przedstawiciele przemysłu jądrowego oraz firm energetycznych eksploatujących lub chcących budować elektrownie jądrowe¹¹. Również w Polsce, z uwagi na brak odnośnych regulacji, podmioty zainteresowane budową elektrowni jądrowych zgłaszały takie postulaty.

b. Korzyści i wady

Korzyści z takiego rozwiązania jest niewątpliwie wiele. Przede wszystkim skróciłoby to czas postępowania i zmniejszyło ryzyko inwestycyjne, co pozwoliłoby uruchomić elektrownię szybciej oraz umożliwiło wcześniej generować zyski inwestorowi. Jednocześnie również konsumenci i krajowa gospodarka mogliby wcześniej korzystać z nowego źródła energii. Nie bez znaczenia jest także wyparcie ekwiwalentu generowanej mocy opartej na paliwach kopalnych, co pozwoliłoby szybciej zredukować emisje szkodliwych gazów i pyłów do atmosfery pochodzących z sektora energetycznego. Z drugiej strony pełne i automatyczne uznawanie wcześniej wydanych decyzji oznaczałoby *de facto* odstąpienie przez państwo biorące technologii od własnej oceny i powierzenie ochrony własnych obywateli organom obcego państwa. Oznaczałoby to także brak społecznej kontroli w tak istotnej sprawie, jaką jest bezpieczeństwo jądrowe. To z kolei mogłoby przełożyć się na spadek zaufania do politycznego kierownictwa państwa, co w demokracji, w skrajnym wypadku, oznaczać może nawet utratę władzy. Brak własnej oceny to również brak impulsu do tworzenia własnych kompetencji w zakresie oceny bezpieczeństwa jądrowego, które przecież będą potrzebne także na etapie eksploatacji elektrowni. Wreszcie brak własnej oceny może skutkować niezgodnością zatwierdzonego projektu z krajowymi przepisami. Mogą się one różnić od przepisów kraju pochodzenia technologii, mimo relatywnie dużego pozio-

mu harmonizacji krajowych wymogów w świecie i dosyć dużej kompatybilności rozwiązań krajowych (w tym polskich) z przepisami w wiodących państwach oceniających w ostatnich latach projekty reaktorów (USA, UK, Kanada, Francja, Korea, Finlandia).

c. Zakres uznania decyzji organów innych państw

Uznanie decyzji organów innych państw może się odbywać w różnym zakresie. Jedną z możliwości jest całkowite uznanie bez przeprowadzania własnej oceny przez organy dozoru jądrowego państwa biorcy technologii. W takim kierunku wydają się iść postulaty niektórych polskich firm planujących budowę elektrowni jądrowych¹². Przykłady podobnych rozwiązań funkcjonują już w innych branżach przemysłowych, np. w lotnictwie cywilnym. Europejska Agencja Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA), jedna z agencji Unii Europejskiej, jest uprawniona do certyfikowania samolotów. Projekty nowych konstrukcji lotniczych zatwierdzone przez EASA są ważne we wszystkich państwach członkowskich UE¹³. Należy jednak zauważyć, że w przypadku EASA akceptowana jest ocena dokonywana nie przez organy jednego państwa, ale przez wyspecjalizowaną agencję UE, na którą państwa członkowskie scedowały swoje uprawnienia w tym zakresie, a ostateczny kształt obecnego systemu jest rezultatem długiego i stopniowego procesu, którego początki sięgają 1970 roku¹⁴. Ponadto całkowita rezygnacja z własnej oceny bezpieczeństwa reaktora energetycznego wydaje się stać w sprzeczności z odnośnymi przepisami prawa międzynarodowego i europejskiego. Zgodnie z art. 14 Konwencji bezpieczeństwa jądrowego¹⁵ państwa strony konwencji podejmują kroki w celu zapewnienia, że przed przystąpieniem do budowy i rozruchu obiektu jądrowego oraz w trakcie jego istnienia przeprowadzane są szerokie i systematyczne oceny bezpieczeństwa. Ponadto należy dokonywać weryfikacji polegającej na analizie, nadzorze, badaniach i kontroli, które służą zapewnieniu, że fizyczny stan i eksploatacja obiektu jądrowego były zgodne m.in. z odpowiednimi wymaganiami krajowymi. W świetle tych uregulowań państwa-strony konwencji nie mogą odstąpić od własnej oceny bezpieczeństwa reaktora. Analogiczne wnioski można wyciągnąć w odniesieniu do przepisów prawa pochodnego Wspólnoty Euratom¹⁶ oraz z niewiążących,

¹¹Zob. m.in. World Nuclear Association, International Standardization of Nuclear Reactor Designs. *A Proposal by the World Nuclear Association's Working Group on Cooperation in Reactor Design Evaluation and Licensing (CORDEL Group)*, London 2010, s. 23–27, [https://world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/International%20%20Standardization %20of %20Nuclear %20Reactor%20Designs.pdf](https://world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/International%20%20Standardization%20of%20Nuclear%20Reactor%20Designs.pdf) (dostęp 11.07.2024).

¹²Zob. uwagi Synthos Green Energy S.A. z końca 2021 roku do projektu ustawy nowelizującej Prawo atomowe oraz ustawę o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji towarzyszących, <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12349200/katalog/12803358#12803358> (dostęp 11.07.2024). Wcześniej, w 2010 roku, z podobnymi oczekiwaniami w stosunku do rządu wychodziła PGE Polska Grupa Energetyczna S.A. (pismo do Ministra Gospodarki z 13 września 2010 r., NZ/913/2010).

¹³Zob. C. Raetzke, M. Miklinghoff, *Regulatory challenges in the licensing of new nuclear power plant – From CORDEL to ERDA*, atw (Atomwirtschaft) 2012, z. 12, s. 724.

¹⁴Tamże.

¹⁵Konwencja bezpieczeństwa jądrowego sporządzona w Wiedniu dnia 20 września 1994 r. (INFCIRC/449, Dz. U. z 1997 r. Nr 42, poz. 262).

¹⁶Art. 4 dyrektywy Rady 2009/71/Euratom z dnia 25 czerwca 2009 r. ustanawiającej wspólnotowe ramy bezpieczeństwa jądrowego obiektów jądrowych (Dz. Urz. UE L 172 z 2.7.2009, s. 18, Dz. Urz. UE L 260 z 3.10.2009, s. 40 oraz Dz. Urz. UE L 219 z 25.7.2014, s. 42).

ale mających duże znaczenie praktyczne zaleceń Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej – MAEA¹⁷.

Drugim możliwym sposobem uznawania decyzji organów państw trzecich jest tzw. walidacja, czyli potwierdzenie przez organ dozoru jądrowego państwa biorcy technologii oceny dokonanej wcześniej przez inny organ. Oznacza to, że ocena dokonywana jest w sposób uproszczony, np. ograniczona do wykonania weryfikacji tylko poszczególnych ocen i obliczeń dokonanych uprzednio¹⁸. To zatem organ kraju biorcy technologii określałby, w jakim stopniu polega na wydanej decyzji, a w jakim dokonuje we własnym zakresie kolejnych badań, ocen i analiz. Rozwiązanie tego rodzaju wprowadzono w 2010 roku we Włoszech. Przyjęto tam zasadę, że wymogi i specyfikacja techniczna urządzeń jądrowych, zaakceptowane w ostatnich dziesięciu latach przez kompetentne władze krajów członkowskich Agencji Energii Jądrowej Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju NEA OECD (*Nuclear Energy Agency of Organization for Economic Cooperation and Development*) lub przez kompetentne władze krajów, z którymi zostały zawarte umowy bilateralne w zakresie współpracy technologicznej i przemysłowej w sektorze jądrowym, będą uznane za ważne we Włoszech, po uzyskaniu akceptacji Agencji ds. Bezpieczeństwa Jądrowego¹⁹. Niestety nie można w tym względzie przytoczyć żadnych doświadczeń praktycznych, gdyż z uwagi na decyzję o niepowracaniu do energetyki jądrowej we Włoszech przepisy te nigdy nie znalazły zastosowania. Dodatkowo należy zauważyć, że wprowadzenie rozwiązania tego rodzaju w Polsce wiązałoby się z koniecznością zmian w istniejących przepisach, które obecnie takiej możliwości nie dopuszczają.

Od możliwości uznawania obcych decyzji znacznie bardziej prawdopodobne jest ich wykorzystanie, wraz z dokumentacją dotyczącą przebiegu postępowania (w tym wyników ocen, badań, analiz), jako materiału pomocniczego w postępowaniu o wydanie zezwolenia na budowę obiektu jądrowego lub w procedurze wydawania opinii w ramach prelicencjonowania²⁰. Dokumentacja taka stanowić może bowiem istotną pomoc merytoryczną w procesie oceny technologii, co korzystnie może wpłynąć na czas trwania postępowania. W celu wzmocnienia takiego

pośredniego oddziaływania można wręcz rozważyć wprowadzenie obowiązku brania pod uwagę przez organ w trakcie postępowania dotyczącego tej samej technologii uprzednio wydanych rozstrzygnięć wraz z dokumentacją w przypadku ich przedłożenia przez wnioskodawcę²¹.

2. Wspólna ocena technologii

Dla technologii nowych, które jeszcze nigdzie nie zostały urzędowo zatwierdzone, perspektywicznym rozwiązaniem wydaje się wspólna ocena dokonywana przez organy dozoru jądrowego z dwóch lub więcej państw. Wiąże się to z korzyściami dla wszystkich stron tego procesu. Korzyścią dla inwestorów jest skrócony czas oczekiwania na zatwierdzenie technologii. Wspólne zatwierdzanie oznaczać może, co do zasady, jednoczesne dopuszczenie technologii we wszystkich państwach biorących udział w tej ocenie. Likwidowałoby to kaskadowość decyzji, tj. zatwierdzanie projektu reaktora przez organy państwa biorcy technologii dopiero w kilka lat po ocenie w państwie projektanta względnie producenta i ocenie własnej, przeprowadzanej w oddzielnej procedurze. Dla właściciela technologii oznacza to oszczędności, gdyż, przynajmniej w dużym zakresie, nie musi on prowadzić oddzielnych procesów w kilku państwach. Wreszcie dla organów dozoru jądrowego oznacza to możliwość optymalizacji wykorzystania zasobów osobowych, finansowych i czasu, gdyż współpraca z innymi analogicznymi organami daje okazję do synergii we wszystkich tych obszarach. Ponadto w trakcie takiego procesu dokonuje się transfer wiedzy i doświadczenia od organów bardziej doświadczonych do organów o mniejszych kompetencjach. Wreszcie współpraca organów dozoru z różnych państw stymuluje harmonizację procedur i filozofii regulacyjnej w różnych środowiskach prawnych i administracyjnych. W Polsce widać praktyczne zalety takiego podejścia. Prezes PAA zawarł wstępne porozumienie o niewiążącym charakterze z CNSC (*Canadian Nuclear Safety Commission*) dotyczące współpracy przy ocenie SMR-ów (*Small Modular Reactors*) ze szczególnym uwzględnieniem licencjonowanej aktualnie w Kanadzie technologii BWRX-300²². Stosownie do porozumienia strony będą się wymieniać informacjami w zakresie

¹⁷IAEA, *Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety*, General Safety Requirement No. GSR Part 1 (Rev.1), Wiedeń 2016, pkt 2.8. (s. 7) i pkt 4.33. (s. 25); też, *Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme*, Specific Safety Guide No. SSG-16 (Rev. 1), Wiedeń 2020, pkt 2.80. (s. 32–33) i pkt 2.219. (s. 69).

¹⁸Zob. C. Raetzke, M. Miklinghoff, dz. cyt., s. 722; World Nuclear Association, dz. cyt., s. 17–18, 24–25.

¹⁹Zob. art. 7 włoskiego dekretu 31/2010 z dnia 15 lutego 2010 roku ustalającego zasady lokalizacji, budowy i eksploatacji elektrowni jądrowych, zakładów wytwarzania paliwa jądrowego, systemów składowania wypalonego paliwa jądrowego i odpadów promieniotwórczych, a także środków kompensujących i publicznych kampanii informacyjnych w zw. z art. 25 ust. 2 lit. i włoskiej ustawy nr 99 z dnia 23 lipca 2009 roku o zasadach dotyczących rozwoju i umiędzynarodowienia firm ze szczególnym uwzględnieniem energetyki. Zob. także F. Iaccarino, *Resurgence of nuclear energy in Italy*, Nuclear Law Bulletin 2009, nr 2, s. 75–76; tegoż, *Nuclear renaissance in Italy — Maintaining momentum*, Nuclear Law Bulletin 2010, nr 1, s. 69.

²⁰O prelicencjonowaniu zob. pkt III.3. niniejszego artykułu.

²¹Analogicznie do obowiązku brania pod uwagę zaleceń Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) i Zachodnioeuropejskiego Stowarzyszenia Organów Dozoru Jądrowego WENRA (art. 35b ust. 4, 36c ust. 3, 36d ust. 3, 37e ust. 11, 38, 38c ust. 3 Pr. atm.) oraz uwzględniania zaleceń Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej ICRP (art. 25 pkt 1 Pr. atm.) przy wydawaniu niektórych rozporządzeń.

²²Por. informację w serwisie prasowym PAA, <https://www.gov.pl/web/paa/zaciesniamy-wspolprace-z-kanadyjskim-dozorem-jadrowym-porozumienie-w-sprawie-malych-reaktorow-modulowych> (dostęp 11.07.2024); Zob. także informacje w międzynarodowym serwisie branżowym, <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Canadian-and-Polish-regulators-announce-SMR-collab> (dostęp 11.07.2024).

najlepszych praktyk i przeglądów technicznych w obszarze tej technologii oraz dzielić wynikami niezależnych analiz i ocen prowadzonych w ramach procesu licencjonowania. Memorandum zakłada także wspólne działania w ww. obszarach oraz w zakresie szkoleń i opracowywania rozwiązań regulacyjnych dla zapewnienia bezpieczeństwa tej technologii. Porozumienie jest niewiążące, ale należy założyć, że chęć poszukiwania synergii może finalnie oznaczać m.in. odstąpienie przez Prezesa PAA od wykonywania niektórych czynności i poleganie, choćby w pewnym zakresie, na dokumentacji dostarczonej przez CNSC. Realizacja tego porozumienia w praktyce wymagać zatem będzie starannej analizy prawnej w zakresie zgodności z obowiązkami krajowymi i międzynarodowymi w zakresie licencjonowania obiektów jądrowych. Na tym etapie nie można też wykluczyć konieczności zmian w istniejących przepisach po to, aby taki proces umożliwić.

Podobną współpracę CNSC prowadzi już z amerykańską NRC (*Nuclear Regulatory Commission*) na bazie analogicznego, niewiążącego porozumienia²³. Nie można zatem wykluczyć, że w przyszłości będzie to współpraca trójstronna, co byłoby niezwykle korzystne przede wszystkim z punktu widzenia właściciela praw do technologii. Porozumienie to zawiera wyraźne zastrzeżenie, że nie jest umową międzynarodową i nie tworzy praw i obowiązków podlegających prawu międzynarodowemu oraz że nie zmienia krajowych wymagań regulacyjnych, w tym nie wprowadza zmian do procesu podejmowania decyzji.

3. Prelicencjonowanie (*Pre-licensing*)

a. Uwagi ogólne

Proces inwestycyjny w zakresie obiektów jądrowych, w tym elektrowni jądrowych, podobnie jak inne duże wyzwania inwestycyjne, jest wymagający pod względem organizacyjnym, logistycznym i technicznym, co przekłada się na czas i koszt realizowanych działań. Aby zredukować ryzyko, prawodawcy odpowiednio kształtują procedury w celu stworzenia przyjaznego otoczenia regulacyjnego. Jednym ze sposobów ograniczania ryzyka inwestycyjnego projektów jądrowych jest prelicencjonowanie. Jego istotą jest rozwiązanie możliwie wielu ważnych kwestii z zakresu lokalizacji inwestycji lub rozwiązań projektowo-technicznych w ramach dialogu z organami dozoru jądrowego, który odbywa się przed rozpoczęciem właściwej procedury uzyskiwania decyzji administracyjnych. Rozwiązania prelicencyjne przybierają różne formy i mogą dotyczyć zarówno przewidywanej lokalizacji, jak i całości lub części rozwiązań technologicznych i organizacyjnych (projekt reaktora, projekt całego obiektu jądrowego, poszczególne

części projektu, stosowane procedury, projekty dokumentów itp.)²⁴. Rozwiązania te różnią się też w odniesieniu do podmiotów uprawnionych do występowania z wnioskami. Mogą to być zarówno producenci technologii jądrowych, którzy w ten sposób uzyskują urzędowe potwierdzenie spełniania przez ich produkty (projekty) wymagań prawnych (głównie w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej), co przekłada się na ich możliwości handlowe – tj. zainteresowanie ich projektem ze strony inwestorów. Mogą to też być sami inwestorzy, a więc podmioty chcące w przyszłości wybudować obiekt jądrowy oparty na zakupionym projekcie. W tym przypadku wstępnej ocenie podlega najczęściej przede wszystkim lokalizacja, ale także przewidywane do zastosowania rozwiązania techniczne i organizacyjne.

b. Prelicensing w Polsce

Rozwiązania prelicencyjne istnieją w Polsce od 2011 roku. Kluczowymi ich elementami są wydawane przez Prezesa PAA opinie: (1) przewidziana w art. 36a Pr. atm. wyprzedzająca opinia dotycząca planowanej lokalizacji obiektu jądrowego oraz (2) przewidziana w art. 39b Pr. atm. ogólna opinia dotycząca planowanych rozwiązań organizacyjno-technicznych w przyszłej działalności oraz projektów dokumentów, które należy złożyć wraz z wnioskiem o wydanie zezwolenia. Analogicznie do rozwiązań w innych państwach jednym z głównych założeń prelicencjonowania w Polsce jest fakultatywność instrumentów prelicencyjnych. Obie opinie wydawane są na wniosek zainteresowanego złożony przed złożeniem wniosku o wydanie zezwolenia (na budowę lub rozruch, eksploatację, likwidację obiektu jądrowego) i nie są wymagane innymi przepisami. Obie opinie należy zaklasyfikować jako szczególną formę czynności materialno-technicznej w postaci aktu wiedzy. Jako takie nie stanowią one oświadczenia woli organu i tym samym nie rozstrzygają sprawy administracyjnej, nie kształtują sytuacji prawnej podmiotu, do którego są kierowane, nie są wydawane w formie decyzji administracyjnej lub postanowienia i, co do zasady, nie stosuje się do nich przepisów kodeksu postępowania administracyjnego (kpa)²⁵. Nie oznacza, iż są one pozbawione znaczenia prawnego i procesowego. W oparciu o zasadę ochrony zaufania obywatela do państwa wynikającą z konstytucyjnej zasady demokratycznego państwa prawnego, a skonkretyzowanej w kpa, należy przyjąć, że w braku zmiany stanu faktycznego i prawnego opinia wydana przez Prezesa PAA, co do zasady, będzie go wiązać na etapie postępowania w sprawie o wydanie zezwolenia. W tym kontekście oraz z uwagi na konstrukcję i cel przedmiotowe opinie należy uznać za *sui generis*

²³Zob. informację na stronie Kanadyjskiej Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego <https://nuclearsafety.gc.ca/eng/resources/international-cooperation/international-agreements/cnsc-usnrc-smr-advanced-reactor-charter.cfm> (dostęp 11.07.2024).

²⁴Np. *topical reports* i *Standard Design Certification* (SDC) w USA, *Generic Design Assessment* (GDA) w Zjednoczonym Królestwie, *Pre-Licensing Vendor Design Review* (VDR) w Kanadzie, tzw. „przeгляд opcji bezpieczeństwa” we Francji, *Vorbescheid* w Niemczech (na podstawie § 7a tamtejszego Prawa atomowego).

²⁵Ustawa z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. Nr 30, poz. 168 ze zm., t.j. z 2023 r., poz. 775).

quasi-prejudycjalne stanowisko wstępne o ograniczonej mocy co do zakresu i charakteru związania względem decyzji następczych²⁶.

c. Perspektywy

Zgodnie z oficjalnymi komunikatami prasowymi obecnie złożono cztery wnioski o wydanie opinii z art. 39b Pr. atm. – dwie dotyczące rozwiązań technologicznych (reaktory VOYAGR i BWRX-300) oraz dwie dotyczące dokumentów (pierwsze wnioski złożono w 2022 roku). Wniosków o wydanie opinii dot. lokalizacji na podstawie art. 36a Pr. atm. nie złożono. Należy zakładać, że rozwiązania prelicencyjne będą zyskiwać na popularności, biorąc pod uwagę dynamiczny wzrost zapowiedzi budowy lub choćby analizy budowy elektrowni jądrowych różnego typu i mocy w Polsce. Rozwiązanie to, mimo ponad 10 lat obowiązywania, nigdy do tej pory nie było zastosowane. Dla oceny jego funkcjonalności kluczowe będą m.in. rezultaty dopiero rodzącej się praktyki jego stosowania. Należy tutaj zwrócić uwagę na trzy istotne kwestie.

Kwestia pierwsza dotyczyć będzie faktycznej użyteczności opinii dla wnioskodawcy, tj. tego, czy opinia w dostateczny dla niego sposób odpowiada na pytania i wyjaśnia wątpliwości, wykluczając przy tym, względnie redukując, ryzyko przyszłego inwestora. Tu konieczne jest właściwe zrozumienie intencji wnioskodawcy przez Prezesa PAA, a równocześnie świadomość odnośnie do filozofii jego działania po stronie wnioskodawcy. Służyć temu może formalny lub nieformalny dialog pomiędzy obu podmiotami prowadzony zarówno przed złożeniem wniosku (dotyczący np. właściwego ustalenia jego zakresu), jak i na etapie jego rozpatrywania włącznie z etapem sporządzania projektu opinii.

Drugą kwestią jest zakres uwzględnienia opinii przy wydawaniu decyzji w postępowaniach następczych, np. w postępowaniu o wydanie zezwolenia na budowę obiektu jądrowego. Mimo braku wiążącego charakteru opinii, w oparciu o konstytucyjną zasadę zaufania obywatela do państwa należy przyjąć, że ustalenia i wnioski z opinii wydanych przez Prezesa PAA na podstawie art. 36a i 39b Pr. atm. będą wiązać ten organ w trakcie postępowania o wydanie zezwolenia na budowę obiektu jądrowego, a w przypadku opinii z art. 39b Pr. atm. także w trakcie postępowania o wydanie zezwolenia na jego rozruch, eksploatację i likwidację (w zależności od zakresu wniosku). Oznacza to, że warunki zezwolenia (treść decyzji administracyjnej) nie mogą być sprzeczne z ustaleniami (treścią) opinii, przynajmniej w zakresie, w jakim stan faktyczny wskazany we wniosku oraz stan prawny w dniu wydania opinii nie zmieniają się²⁷. Praktyka stosowania art. 36a i 39b Pr. atm. potwierdzi lub zaprzeczy powyższym

założeniom. W przypadku nieuzasadnionego odstąpienia od treści opinii w treści decyzji administracyjnej kwestią otwartą pozostanie zagadnienie ewentualnej odpowiedzialności organu²⁸.

Trzecią kwestią jest faktyczny czas potrzebny na wydanie opinii. Termin na wydanie opinii z jednej strony nie może być zbyt długi, żeby nie spowalniać procesu inwestycyjnego, z drugiej musi być odpowiedni, biorąc pod uwagę stopień złożoności wniosku. Oba czynniki są istotne dla wnioskodawcy. Szybkość postępowania jest kluczowa, ale równie ważne jest, aby opinia była możliwie użyteczna, a więc w pełni wyjaśniała zagadnienia przedstawione przez inwestora we wniosku, co również wiąże się z odpowiednim nakładem czasu poświęconego na analizę wniosku i sporządzenie rozstrzygnięcia. Zgodnie z ustawą wydanie opinii dotyczącej planowanych rozwiązań organizacyjno-technicznych (art. 39b) następuje w ciągu 6 miesięcy, a w przypadkach szczególnie skomplikowanych w terminie 9 miesięcy od dnia złożenia wniosku. Wyprzedzającą opinię o planowanej lokalizacji (art. 36a) Prezes PAA wydaje w terminie 6 miesięcy od dnia złożenia wniosku. Praktyka wykaże, czy obowiązujące terminy będą satysfakcjonujące zarówno dla inwestora, jak i dla Prezesa PAA, czy też konieczna okaże się ich zmiana.

W odniesieniu do wskazanych wyżej obszarów pomocna będzie również doktryna. Dalsze badania wskazane są zwłaszcza w zakresie prawnego charakteru opinii prelicencyjnych, w tym ich umiejscowienia wśród prawnych form działania administracji oraz w odniesieniu do zakresu związania ustaleniami opinii. Z dotychczasowych ustaleń poczynionych w literaturze przedmiotu należy odnotować propozycję uelastyczenia opinii z art. 36a Prawa atomowego, tak aby mogła być wydawana nie tylko w oparciu o cały raport lokalizacyjny, ale również na podstawie poszczególnych części składowych tego raportu²⁹. Ostatnia nowelizacja Prawa atomowego zrealizowała ten postulat. Obecnie opinia z art. 36a może dotyczyć nie tylko całokształtu planowanej lokalizacji obiektu jądrowego, ale również jedynie określonych aspektów tej lokalizacji, co usuwa konieczność przygotowywania każdorazowo całego raportu lokalizacyjnego.

4. Zalecenia Prezesa PAA

a. Uwagi ogólne

Praktyką organów dozoru jądrowego w różnych państwach jest m.in. wydawanie zaleceń w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Mimo niewiążącego, co do zasady, charakteru, a więc braku skutku prawnego w postaci obowiązków po stronie adresatów zaleceń, pełnią one z założenia ważną funkcję interpretacyjną

²⁶Zob. T.R. Nowacki, *Opinie Prezesa PAA, o których mowa w art. 36a i 39b ustawy – Prawo atomowe jako przykład prelicencjonowania obiektów jądrowych*, *Studia Iuridica* 2021, t. 87, s. 408–409.

²⁷Zob. tamże, s. 405–406.

²⁸Zob. tamże, s. 407.

²⁹Zob. tamże, s. 396–397, 409.

w zakresie implementacji przepisów wiążących aktów prawnych. Zalecenia określają optymalne sposoby realizacji poszczególnych wymagań określonych w ustawach i aktach niższego rzędu oraz w warunkach zezwolenia. Tym samym ich rola polega m.in. na ułatwieniu formalnego dialogu (komunikacji) pomiędzy organem dozoru jądrowego a wnioskodawcą i posiadaczem zezwolenia. Służy to uproszczeniu procesu wydawania zezwoleń oraz nadzoru nad wykonywaną działalnością, a także, poprzez wzmocnienie pewności prawa, również obniżeniu ryzyka inwestycyjnego i operacyjnego. Ostatnie lata wykazały dużą praktyczną przydatność takich instrumentów we wszystkich państwach, gdzie zostały zastosowane (m.in. USA, Kanada, UK, Finlandia).

b. Aktualny stan prawny

Stosownie do art. 110 pkt 3 Pr. atm. Prezes PAA upoważniony jest do wydawania zaleceń technicznych i organizacyjnych w sprawach bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Mimo iż przepis ten pochodzi z 2000 roku, do tej pory wydano zaledwie 5 zaleceń, począwszy od 2013 roku. Większość z nich dotyczy kwestii oceny lokalizacji obiektu jądrowego (aspekty sejsmiczne, geologiczne i hydrogeologiczne, tektoniczne), a także wyznaczania stref planowania awaryjnego oraz zabezpieczenia źródeł promieniotwórczych³⁰. Stosunkowo niewielką liczbę wydanych zaleceń można tłumaczyć aktualnym stanem rozwoju wykorzystania energii jądrowej w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem energetyki. Należy w najbliższej przyszłości oczekiwać wzrostu znaczenia tego instrumentu, co przełoży się zapewne również na większą liczbę wydanych zaleceń.

Zasady przygotowywania i publikowania zaleceń Prezesa PAA są transparentne i publicznie dostępne. Opisuje je wewnętrzny dokument PAA, który jest opublikowany na stronie internetowej urzędu³¹. Ponadto wszyscy zainteresowani mogą wziąć udział w tworzeniu zaleceń poprzez zgłaszanie uwag do projektu dokumentu, który również podlega upublicznieniu³². Celem wydawania zaleceń jest „pełne przedstawienie podmiotom prowadzącym działalność związaną z narażeniem na promieniowanie jonizujące, stanowiska, wymagań oraz oczekiwań w odniesieniu do nadzorowanych działalności”³³, co ma spowodować „wzmocnienie zrozumienia przez jednostki organizacyjne wymagań dla bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Zalecenia mają na celu pełne przedstawienie podmiotom prowadzącym działalność związaną z narażeniem na promieniowanie jonizujące,

stanowiska, wymagań oraz oczekiwań PAA w odniesieniu do nadzorowanych przez nią działalności”³⁴. Innymi słowy chodzi o wskazanie optymalnego z punktu widzenia dozoru jądrowego (PAA) sposobu przebiegu danych procesów lub spełnienia określonych prawem wymagań. Prowadzenie określonych czynności, takich jak badania lokalizacyjne dla planowanych obiektów jądrowych, zgodnie z zaleceniami znacząco zwiększa prawdopodobieństwo ich zatwierdzenia/akceptacji przez Prezesa PAA, natomiast nieprzebranie zaleceń nie oznacza automatycznego braku akceptacji ze strony dozoru. Można zatem stwierdzić, że przestrzeganie zaleceń organizacyjnych i technicznych wydawanych przez Prezesa PAA znacząco zwiększa prawdopodobieństwo pozytywnego załatwienia sprawy, z jaką zwracają się podmioty wykonujące działalność z narażeniem na promieniowanie jonizujące³⁵.

c. Perspektywy

Podobnie jak w odniesieniu do instrumentów prelicencyjnych, także przydatność zaleceń zostanie zweryfikowana przez praktykę ich wydawania i stosowania. Istotne jest, aby pojawiły się one wszędzie tam, gdzie to konieczne, a więc przede wszystkim aby dotyczyły początkowych elementów procesu inwestycyjnego związanych głównie z lokalizacją oraz kwestii, odnośnie do których istnieć będą wątpliwości po stronie inwestorów, np. problemy natury interpretacyjnej istniejących przepisów. Prezes PAA deklaruje w tym względzie otwartość, stwierdzając wprost, że może wydać zalecenia w każdej sytuacji, w której zostanie zidentyfikowana taka potrzeba, w tym wskutek wniosków ze strony inwestorów oraz podmiotów prowadzących działalność związaną z narażeniem na promieniowanie jonizujące³⁶. Ważnym czynnikiem będzie zatem również udział zainteresowanych podmiotów (inwestorów, budowniczych i operatorów obiektów jądrowych czy składowisk odpadów promieniotwórczych, użytkowników źródeł promieniotwórczych itd.) w inicjowaniu przygotowania projektów zaleceń oraz ich wydawaniu (opiniowanie). Dialog z Prezesem PAA na tak wczesnym etapie może zapobiec powstawaniu wątpliwości w późniejszej fazie, tj. w trakcie postępowania w przedmiocie wydawania zezwoleń, co może wydatnie przyczynić się do obniżenia ryzyka inwestycyjnego, a tym samym kosztów poszczególnych projektów.

Obok wymiaru praktycznego istotny jest również wymiar teoretyczny. W szczególności pożądanym byłoby określenie przez doktrynę charakteru prawnych zaleceń Prezesa PAA i umiejscowienie tego instrumentu wśród

³⁰Wszystkie zalecenia dostępne są na stronach PAA, <https://www.gov.pl/web/paa/zalecenia-organizacyjno-techniczne-prezesa> (dostęp 11.07.2024).

³¹Zasady wydawania zaleceń organizacyjnych i technicznych Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki, Warszawa 2017, <https://www.gov.pl/web/paa/zalecenia-organizacyjno-techniczne-prezesa> (dostęp 11.07.2024).

³²Tamże, s. 7 (brak paginacji).

³³Tamże, s. 2.

³⁴Tamże, s. 2, 6.

³⁵Tamże, s. 3, 6.

³⁶Zob. tamże, s. 3.

prawnych form działania administracji, co m.in. pozwoliłoby określić skutki, jakie zalecenia wywierają na podmioty zewnętrzne, ale i na sam wydający je organ. Biorąc pod uwagę treść poszczególnych zaleceń oraz omawiane wyżej wyjaśnienia pochodzące od wydającego je organu, wydaje się, że zalecenia można zaklasyfikować jako urzędowy akt wykładni przepisów, do tego wykładni o charakterze generalnym i abstrakcyjnym zbliżonej charakterem do ogólnych interpretacji podatkowych, o których mowa w art. 14a ordynacji podatkowej³⁷. Dodatkową kwestią jest przesądzenie, czy taki akt jest aktem stosowania, czy stanowienia prawa, gdyż istnieją przesłanki przemawiające za obiema możliwościami. Możliwe jest jednak zakwalifikowanie aktów wykładni również jako aktów swoistych, niemieszczących się w żadnej z tych kategorii³⁸. Niezależnie jednak od tej klasyfikacji istotne będzie ustalenie zakresu ewentualnych uprawnień po stronie adresatów zaleceń oraz skorelowanych z nimi obowiązków Prezesa PAA. W szczególności dotyczyć to będzie zakresu związania Prezesa PAA treścią wydanych zaleceń na tle konstytucyjnej zasady ochrony zaufania obywatela do państwa wywodzącej z art. 2 Konstytucji oraz konkretyzującej jej zasady pogłębiania zaufania do władzy publicznej określonej w art. 8 kpa. Analogicznie jak ma to miejsce w przypadku instrumentów prelicencyjnych, można wstępnie założyć, że w braku zmiany stanu faktycznego i prawnego Prezes PAA będzie związany swoim stanowiskiem wyrażonym w zaleceniach na etapie rozpatrywania wniosków o wydanie decyzji administracyjnych. Kwestie powyższe, tutaj jedynie zasygnalizowane, wymagają niewątpliwie dalszych badań.

5. Ułatwienia horyzontalne

a. Uwagi ogólne

Biorąc pod uwagę duży stopień skomplikowania procesu inwestycyjnego w energetyce jądrowej oraz jego kapitałochłonność, kwestią zawsze aktualną jest adekwatność procedur i wymogów materialnych pod kątem sprawnego prowadzenia inwestycji. Z uwagi na bezwzględny priorytet bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w ustawodawstwie krajowym (a także w prawodawstwie międzynarodowym) inne aspekty działalności z wykorzystaniem energii jądrowej, takie jak jej opłacalność, schodzą na dalszy plan. Tymczasem z punktu widzenia efektywności procesów inwestycyjnych zawsze istnieje pewna przestrzeń na optymalizację w obszarze sprawności postępowania, jasności przepisów, redukcji zbędnych obciążeń regulacyjnych, odpowiedniego podziału kompetencji pomiędzy organami oraz ich współpracy. Co więcej, wiele z tych działań można przeprowadzić bez uszczerbku dla kwestii bezpieczeństwa, które niezmiennie posiadają

fundamentalne znaczenie dla wszelkich form wykorzystywania energii jądrowej.

W zasadzie każda nowelizacja Prawa atomowego w ostatnich latach (2023, 2019, 2014, 2011) oraz uchwalenie (2011) i nowelizacja (2023) ustawy o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji towarzyszących wprowadzały pewne uproszczenia. Z ostatnich horyzontalnych usprawnień dokonanych w nowelizacji z 2023 roku wymienić można np. odejście od kaskadowości niektórych postępowań na rzecz ich urównoleglenia. Do tej pory, jeśli wydanie decyzji administracyjnej wiązało się z koniecznością uprzedniego uzyskania innej decyzji, to decyzje wydane uprzednio należało dołączyć już na etapie składania wniosku o wydanie kolejnej decyzji. Oznaczało to, że dopiero zakończenie jednego postępowania warunkowało wszczęcie kolejnego. Obecnie kolejne postępowanie można wszczynać jeszcze w trakcie trwania postępowania poprzedniego. Jeśli natomiast do zakończenia nowego postępowania wymagana jest jakakolwiek decyzja wydana uprzednio, dostarcza się ją organowi przed wydaniem rozstrzygnięcia wieńczącego nowe postępowanie, a nie już na etapie składania wniosku. W odniesieniu do niektórych postępowań pozwala to na oszczędzenie czasu liczonego nawet w latach.

Pomysły w zakresie usprawnień będą pojawiać się cyklicznie i w większości zapewne pochodzić będą od rodzącego się przemysłu jądrowego, w mniejszym stopniu od samych urzędów obsługujących organy administracji. Rolą tych ostatnich będzie bezstronna i dokładna analiza tych propozycji z uwzględnieniem priorytetu bezpieczeństwa.

b. Ułatwienia dla tzw. SMR

W ostatnich latach rozwijane są koncepcyjnie projekty reaktorów energetycznych o mocy znacznie poniżej 1000 MWe. Mniej lub bardziej dojrzałe koncepcje projektowe mieszczą się w przedziale od kilku do ponad 400 MWe. Potocznie określane są jako tzw. SMR – *small modular reactors*, choć niekoniecznie będą to konstrukcje małe. Wiele z nich rozmiarami będzie zbliżonych do dużych reaktorów lekkowodnych używanych obecnie w energetyce. Według marketingowych koncepcji firm rozwijających te koncepcje i starających się pozyskać przyszłych klientów głównymi zaletami takich reaktorów mają być m.in.: modularność umożliwiająca seryjną produkcję oraz mniejsza kapitałochłonność niż ma to miejsce w przypadku klasycznych elektrowni jądrowych. Do tej pory żaden z lekkowodnych SMR-ów nie tylko nie został nigdzie zbudowany, ale i nie zakończył w pełni procesu licencjonowania.

³⁷Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. – Ordynacja podatkowa (Dz. U. Nr 139, poz. 726, t.j. z 2023 r., poz. 2383).

³⁸Zob. M. Stahl, *Szczególne prawne formy działania administracji (w:) System prawa administracyjnego*, pod red. R. Hausera, Z. Niewiadomskiego, A. Wróbla, t. 5: A. Błaś, J. Boć, M. Stahl, K.M. Ziemiński, *Prawne formy działania administracji*, Warszawa 2013, s. 388.

Podmioty zainteresowane rozwojem tych reaktorów podnoszą, że z uwagi m.in. na mniejszą moc i rozmiar posiadać będą one lepszą charakterystykę bezpieczeństwa niż dotychczasowe elektrownie jądrowe, a co za tym idzie, powinno się obniżyć wymogi bezpieczeństwa dla SMR. Postulaty w tym zakresie zgłaszano także w Polsce. Obejmowały one m.in.: akceptację decyzji zatwierdzających projekt reaktora podjętych przez organy innych państw, krótsze terminy na rozpatrywanie wniosków, obniżenie opłat administracyjnych, likwidację kryterium mocy reaktora przy kwalifikacji do kategorii zagrożeń, zwolnienie z obowiązku uzyskania tzw. decyzji zasadniczej³⁹. Co ciekawe, nie zgłoszono żadnych postulatów dotyczących kwestii najważniejszych, a więc szczegółowych wymogów bezpieczeństwa dla projektu reaktora, lokalizacji, analiz bezpieczeństwa oraz rozruchu i eksploatacji obiektów jądrowych. Należy oczekiwać, że w miarę nabierania wiedzy i doświadczenia przez podmioty rozwijające się od podstaw polskiego sektora jądrowego pewne szczegółowe postulaty w powyższym zakresie będą formułowane.

Trzeba przy tym zauważyć, że stosownie do art. 36b Prawa atomowego w projekcie i procesie budowy obiektu jądrowego nie stosuje się rozwiązań i technologii, które nie zostały sprawdzone w praktyce w obiektach jądrowych lub za pomocą prób, badań oraz analiz. Oznacza to, że w przypadku reaktorów budowanych po raz pierwszy rozwiązania, które przewiduje projekt, muszą zostać zweryfikowane poprzez próby, badania lub analizy. Analogicznie wszelkie odstępstwa od obowiązujących przepisów w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej muszą być niezbicie uzasadnione za pomocą tychże badań, prób lub analiz, względnie praktyki stosowania technologii w jednoznaczny sposób udowadniający, że ewentualna zmiana przepisów i poluzowanie wymogów odbędzie się bez uszczerbku dla poziomu bezpieczeństwa nowej technologii. Mamy więc tu do czynienia z zagadnieniem o charakterze techniczno-prawnym.

Z dotychczasowej praktyki licencjonowania mniejszych reaktorów (np. w Kanadzie) wynika, że obecne przepisy są odpowiednie i nie jest konieczne wprowadzania znaczących zmian w tym zakresie. Analogiczne wnioski płyną z ustaleń organizacji i stowarzyszeń międzynarodowych, jak MAEA i WENRA (*Western European Nuclear Regulators Association*). Nie wyklucza to wprowadzenia zmian

w przyszłości, zarówno w odniesieniu do poszczególnych wymogów bezpieczeństwa, czy też ułatwień proceduralnych przyspieszających proces inwestycyjny **bez uszczerbku dla poziomu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej**⁴⁰. Podobnie należy ocenić sytuację w Polsce. Obecne przepisy, jako neutralne technologicznie, są wystarczające do rozpoczęcia i prowadzenia procesu inwestycyjnego. Nie można jednak wykluczyć zmian w przyszłości pod warunkiem ich należytego uzasadnienia. Pożądane byłoby jednak, gdyby ewentualne zmiany następowały w wyniku współpracy wspólnoty międzynarodowej np. na poziomie zaleceń MAEA lub WENRA. Pozwoli to uzyskać efekt synergii z łączenia potencjałów wielu państw i organizacji znacznie przewyższających możliwości państw działających w pojedynkę. Wpłyne to również pozytywnie na harmonizację rozwiązań w poszczególnych porządkach prawnych z korzyścią dla projektantów, producentów i inwestorów w te technologie.

c. Ułatwienia dla reaktorów wysokotemperaturowych (HTR)

Postulaty zmian dostosowujących obecne przepisy do specyficznych, zdaniem ich autorów, potrzeb nowych technologii formułowano także w odniesieniu do technologii reaktorów wysokotemperaturowych. Wiąże się to ze wspieranymi przez rząd planami jednego z wiodących polskich ośrodków naukowych dotyczącymi projektowania i budowy takiego reaktora. W tym celu od kilku lat prowadzona jest m.in. współpraca naukowo-techniczna z Japonią. Postulaty dostosowania przepisów formułowano zarówno w doktrynie⁴¹, jak i w oficjalnych i publicznie dostępnych materiałach analitycznych sporządzanych na potrzeby instytucji publicznych⁴². Dotyczyły one m.in. kwestii definicyjnych, projektu reaktora, lokalizacji, analiz bezpieczeństwa, raportu bezpieczeństwa, procesu licencjonowania oraz roli organów dozoru jądrowego. Postulaty te spotkały się z odpowiedzią w literaturze przedmiotu. W ślad za artykułami polemicznymi należy uznać, że analogicznie jak w przypadku SMR polski system prawny jest odpowiedni również dla rozpoczęcia i prowadzenia procesu inwestycyjnego w odniesieniu do reaktorów wysokotemperaturowych, co nie wyklucza w przyszłości dokonywania zmian w poszczególnych obszarach, w miarę rozwoju tej technologii i adresowania dojrzałych i przemyślanych potrzeb na późniejszych etapach⁴³.

³⁹Zob. uwagi Synthos Green Energy S.A. z końca 2021 roku do projektu ustawy nowelizującej Prawo atomowe oraz ustawę o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji towarzyszących, <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12349200/katalog/12803358#12803358> (dostęp 11.07.2024).

⁴⁰Zob. M. Dąbrowski, *Licencjonowanie i wymagania bezpieczeństwa dla małych reaktorów modułowych*, *Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna* 2022, nr 4, s. 19, 20.

⁴¹Zob. J. Szczurek i in., *Legal Obstacles to the Construction of High Temperature Reactors for Heat Generation on the Example of Polish Regulations*, „atw (Atomwirtschaft) – International Journal for Nuclear Power” 2016, nr 7, s. 455–460.

⁴²Ministerstwo Energii, *Możliwości wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce. Raport Zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych*, Warszawa 2017.

⁴³Zob. T. R. Nowacki, *On legal requirements for the construction of high temperature reactors in Poland*, „atw (Atomwirtschaft) – International Journal for Nuclear Power” 2017, nr 8/9, s. 520–527; tegoż, *Prawne aspekty rozwoju wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce – głos w dyskusji*, *Przeгляд Prawa i Administracji* 2021, nr 2 (t. 125), s. 137–161.

6. Decyzja zasadnicza

a. Uwagi ogólne

Decyzja zasadnicza jest niezbędna, by rozpocząć proces inwestycyjny w obiekty energetyki jądrowej i tym samym stanowi formę bezpośredniej kontroli państwa nad procesem inwestycyjnym w obszarze energetyki jądrowej. Odzwierciedla to międzynarodową tendencję do zapewnienia politycznej kontroli nad inwestycjami w energetyce jądrowej⁴⁴. Fundamentem tej koncepcji jest przekonanie o strategicznym znaczeniu takich inwestycji dla bezpieczeństwa państwa. Elektrownie jądrowe (i inne obiekty jądrowego cyklu paliwowego) z jednej strony służą zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego państwa, z drugiej ich eksploatacja wiąże się z pewnym poziomem ryzyka. Dodatkowo inwestycje takie mogą pociągać za sobą znaczne zaangażowanie budżetu państwa, a także znacząco oddziaływać na sferę polityki międzynarodowej. Nie powinien zatem dziwić ugruntowany pogląd, że wydanie decyzji w przedmiocie dopuszczenia do realizacji inwestycji w energetyce jądrowej należeć powinno do możliwie najwyższych czynników decyzyjnych państwa zdolnych do uwzględnienia całokształtu jego sytuacji gospodarczej i politycznej⁴⁵.

Decyzja zasadnicza sama w sobie nie zawiera uprawnienia do dokonania jakiegokolwiek konkretnej czynności w postaci np. lokalizacji względnie budowy obiektu energetyki jądrowej. Stanowi ona dozwoleństwo rozpoczęcia procesu inwestycyjnego, podczas którego inwestor zobowiązany jest uzyskać wszelkie wymagane prawem rozstrzygnięcia organów administracji. Jest to więc swoisty instrument reglamentacji, a zarazem wyraz akceptacji państwa dla planowanego przedsięwzięcia bez przesądzenia o tym, czy faktycznie zostanie ono zrealizowane.

Decyzję zasadniczą wprowadzono do polskiego porządku prawnego w 2011 roku ustawą inwestycyjną⁴⁶. Stosunkowo niedawno stan prawny w zakresie decyzji zasadniczej uległ jednak znaczącemu przeobrażeniu. Najważniejszą ze zmian było przeniesienie obowiązku uzyskania decyzji zasadniczej na początek procesu pozyskiwania decyzji administracyjnych warunkujących przygotowanie i rozpoczęcie budowy obiektu energetyki jądrowej. Ustawa w pierwotnym brzmieniu przewidywała taki obowiązek w zaawansowanym momencie procesu inwestycyjnego, co potencjalnie narażało inwestora na znaczące koszty

w przypadku nieuzyskania decyzji zasadniczej. Kolejną istotną zmianą było wprowadzenie mechanizmu kontroli państwa nad strukturą własnościową inwestora. Obecnie objęcie pozycji dominującej w podmiocie, który uzyskał decyzję zasadniczą oraz w spółce będącej współnikiem lub akcjonariuszem w tym podmiocie, wymaga zgody ministra właściwego ds. energii. Wprowadzono również możliwość przeniesienia decyzji uzyskiwanych w procesie inwestycyjnym na podmioty trzecie, jednak uwarunkowane jest to uprzednim przeniesieniem decyzji zasadniczej. Procedura przeniesienia decyzji zasadniczej jest analogiczna do procedury jej wydawania. Minister zatem może wydać albo odmówić przeniesienia decyzji po uprzednim zasięgnięciu opinii tych samych organów, które opiniują wniosek o wydanie decyzji zasadniczej⁴⁷. Zachowana jest zatem kontrola państwa w zakresie podmiotów, którym dozwala się na prowadzenie inwestycji. Kolejną ważną zmianą było dodanie obowiązku uzyskania przez ministra właściwego ds. energii dwóch kolejnych opinii: ministra właściwego ds. środowiska w zakresie wpływu inwestycji na politykę surowcową państwa oraz ministra właściwego ds. aktywów państwowych w zakresie wpływu inwestycji na aktywa państwowe⁴⁸. Do tej pory minister właściwy ds. energii (pierwotnie minister właściwy ds. gospodarki) zasięgał jedynie opinii Szefa ABW w zakresie wpływu inwestycji na bezpieczeństwo wewnętrzne państwa.

b. Aktualny stan prawny

Decyzja zasadnicza stosownie do art. 3a ust. 1 ustawy inwestycyjnej zabezpiecza interes publiczny pod względem celów polityki państwa, w tym polityki energetycznej, polityki surowcowej i interesu surowcowego państwa oraz bezpieczeństwa państwa. Określa ona dozwolone parametry inwestycji w zakresie budowy obiektu energetyki jądrowej i uprawnia do ubiegania się o uzyskanie decyzji o ustaleniu lokalizacji inwestycji w zakresie budowy obiektu energetyki jądrowej oraz innych decyzji niezbędnych do przygotowania, realizacji i użytkowania inwestycji w zakresie budowy obiektu energetyki jądrowej. Uprawnionym do wydania decyzji jest minister właściwy ds. energii po zasięgnięciu opinii Szefa ABW, ministra właściwego ds. środowiska oraz ministra właściwego ds. aktywów państwowych (art. 3d ust. 2). Przy wydawaniu lub odmowie wydania decyzji minister właściwy ds. energii kieruje się

⁴⁴Zob. m.in.: C. Stoiber, A. Cherf, W. Tonhauser, M.L. Vez Carmona, *Handbook on Nuclear Law: Implementing Legislation*, Wiedeń 2010, s. 60. Autorzy zwracają szczególną uwagę na polityczne umocowanie wyboru lokalizacji elektrowni jądrowej, co uwidacznia się także w propozycji zapisu ustawowego – tamże, s. 62.

⁴⁵Zob. T.R. Nowacki, *Budowa obiektów energetyki jądrowej. Nowe instytucje w procesie inwestycyjnym* (w:) A. Walaszek-Pyziół (red.), *Wybrane węzłowe zagadnienia współczesnego prawa energetycznego*, Kraków 2012, s. 209–213. Tam też o genezie decyzji zasadniczej w Polsce oraz przykładach innych państw. Por. także najobszerniejszą do tej pory publikację na temat decyzji zasadniczej: Ł. Młynarkiewicz, *Decyzja zasadnicza w procesie przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej*, Sopot 2020.

⁴⁶Zob. przypis 10.

⁴⁷Zmiany te wprowadzono ustawą z dnia 9 marca 2023 roku o zmianie ustawy o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji towarzyszących oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. poz. 595).

⁴⁸Tę zmianę wprowadzono ustawą z dnia 13 lipca 2023 roku o zmianie ustawy o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. poz. 1890). Obie ustawy nowelizujące dzieliło zatem niewiele ponad 4 miesiące.

interesem publicznym, a w szczególności bierze pod uwagę cele polityki państwa, w tym polityki energetycznej, polityki surowcowej i interesu surowcowego państwa, włącznie z bieżącym i przewidywanym krajowym zapotrzebowaniem na energię elektryczną lub ciepło oraz wpływ inwestycji na bezpieczeństwo wewnętrzne państwa (art. 3d ust. 1)⁴⁹. O ile więc w aspekcie formalnym decyzja zasadnicza jest decyzją administracyjną (art. 3d ust. 5), o tyle w aspekcie materialnym stanowi ona rozstrzygnięcie z zakresu polityki państwa. Uznawszy, że dana inwestycja nie zabezpiecza interesu publicznego, w szczególności gdy nie mieści się w celach polityki państwa lub negatywnie wpływa na jego bezpieczeństwo wewnętrzne, minister może odmówić wydania decyzji, co wynika wprost z dyspozycji przepisu art. 3d ust. 1: „minister właściwy do spraw energii wydaje decyzję zasadniczą albo odmawia wydania decyzji zasadniczej”. Decyzja zasadnicza nie jest zatem decyzją związaną, a minister podejmuje rozstrzygnięcie w ramach uznania administracyjnego, które w tym przypadku jest bardzo szerokie, obejmując nie tylko treść decyzji, ale i swobodną ocenę stanu faktycznego oraz sam fakt jej wydania. Ograniczeniem dla luzu decyzyjnego ministra jest obowiązek uwzględniania interesu publicznego wynikający z art. 3a i 3d ustawy inwestycyjnej.

c. Aktualna problematyka

Mimo że praktyka wydawania decyzji zasadniczych jest bardzo krótka⁵⁰, zdążyła ona ujawnić jedno zagadnienie o doniosłym znaczeniu zarówno na płaszczyźnie praktycznej, jak i teoretycznej.

Według informacji medialnych⁵¹ w przypadku jednego z wnioskodawców decyzje zostały wydane wbrew negatywnej opinii Szefa ABW względem wpływu inwestycji na bezpieczeństwo wewnętrzne państwa⁵². Pojawiła się w tym miejscu wątpliwość, czy działanie takie było zgodne z prawem. Z jednej strony opinia, niejako z definicji i z braku przepisów szczególnych, które zmieniałyby jej charakter, nie ma mocy wiążącej dla organu rozstrzygającego sprawę administracyjną. Stanowi ona jedynie ocenę faktów dokonaną przez organ opiniujący, która z kolei podlega swobodnej ocenie organu rozstrzygającego. Z drugiej strony jednak należy wskazać na ograniczenie uznaniowości decyzji zasadniczej wskazane w art. 3a i 3d ustawy inwestycyjnej.

Stosownie do art. 3a ust. 1 zd. 2 decyzja zasadnicza zabezpiecza interes publiczny pod względem celów polityki państwa, w tym polityki energetycznej, polityki surowcowej i interesu surowcowego państwa oraz bezpieczeństwa

państwa. Oznacza to, że wydanie lub odmowa wydania decyzji zasadniczej musi realizować ustawową dyrektywę zabezpieczenia interesu publicznego we wskazanych obszarach polityki państwa oraz bezpieczeństwa wewnętrznego państwa. Z takim ujęciem celu decyzji zasadniczej na płaszczyźnie materialnej koresponduje dyrektywa proceduralna skierowana bezpośrednio do ministra (art. 3d ust. 1), zgodnie z którą przy wydawaniu albo odmowie wydania decyzji bierze on pod uwagę interes publiczny ze szczególnym uwzględnieniem celów polityki państwa, w tym polityki energetycznej, polityki surowcowej i interesu surowcowego państwa, włącznie z bieżącym i przewidywanym krajowym zapotrzebowaniem na energię elektryczną lub ciepło oraz wpływu inwestycji na bezpieczeństwo wewnętrzne państwa.

W świetle przytoczonych przepisów niewiązący charakter opinii Szefa ABW nie jest już tak jednoznaczny. Szef ABW jest wyspecjalizowanym organem państwa właściwym w sprawach ochrony bezpieczeństwa wewnętrznego państwa i jego porządku konstytucyjnego. W tym zakresie posiada on kompetencje, aparat, doświadczenie i wiedzę daleko przewyższające pod tym względem wszystkie inne organy państwa, w tym ministra właściwego ds. energii. Należy założyć, że wydając opinię negatywną, Szef ABW działa w zakresie przewidzianym w ustawie inwestycyjnej, a więc uznaje, iż planowana inwestycja zagraża bezpieczeństwu wewnętrznemu państwa. Wydanie decyzji zasadniczej w sytuacji, gdy inwestycja zagrażałaby bezpieczeństwu wewnętrznemu państwa, w świetle art. 3a i 3d byłoby działaniem wbrew interesowi publicznemu, a więc niezgodnym z prawem jako nierealizującym celu decyzji zasadniczej. Dochodzi tu zatem do kolizji uznaniowości decyzji zasadniczej i niewiążącego, co do zasady, charakteru opinii z celem decyzji zasadniczej jako instytucji prawnej, którym jest zabezpieczenie interesu publicznego, w tym bezpieczeństwa wewnętrznego państwa.

Szukając odpowiedzi na pytanie o dopuszczalność wydania decyzji zasadniczej wbrew negatywnej opinii Szefa ABW, z jednej strony należy zauważyć, że swobodna ocena dowodów oznacza, iż organ wydający decyzję nie musi podzielać stanowiska organu opiniującego i może wydać rozstrzygnięcie odmienne. Równocześnie jednak trzeba podkreślić, że swobodna ocena dowodów nie oznacza arbitralności, a stanowisko organu opiniującego nie może zostać zignorowane. Przyjęcie odmiennego stanowiska uczyniłoby z opinii akt pozorny, niemający żadnego wpływu na postępowanie poza formalną koniecznością

⁴⁹Co można uznać za konkretyzację obowiązku uwzględniania interesu społecznego i słusznego interesu obywateli wynikającego z art. 7 kpa.

⁵⁰Jedynie, jak dotąd, decyzje wydano w 2023 roku. Stosownie do doniesień prasowych otrzymały je spółki: Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o., KGHM Polska Miedź S.A., PGE PAK Energia Jądrowa S.A. oraz spółki celowe Orlen Synthos Green Energy (6 decyzji).

⁵¹Dziennik Gazeta Prawna z 12.12.2023.

⁵²Krytyce poddano również fakt wydania decyzji mimo braku mandatu Sejmu dla Rady Ministrów. Nie ma wprawdzie zakazu wydawania decyzji administracyjnych przez ministra w takiej sytuacji, a kwestia ta jest zagadnieniem z zakresu zwyczaju czy też obyczaju konstytucyjnego. Należy jednak zauważyć, że w przypadku dozwolenia na realizację inwestycji w zakresie budowy elektrowni jądrowej (elektrowni jądrowych), z uwagi na doniosłość tego faktu dla całego państwa i społeczeństwa, pożądane byłoby wydanie decyzji przez członka Rady Ministrów w pełni umocowanej konstytucyjnie, a więc z mandatem Sejmu.

jego uzyskania. Stanowiłoby to całkowite zaprzeczenie istoty opinii jako aktu oraz instytucji współdziałania organów przewidzianej w kpa.

Wydając decyzję odmienną od stanowiska wyrażonego przez organ opiniujący, minister powinien uzasadnić swoje stanowisko. Oznacza to konieczność merytorycznego zmierzenia się z argumentami zawartymi w opinii i wykazania, że nie są one trafne. Wydając decyzję zasadniczą wbrew opinii Szefa ABW, minister musi także wykazać, jak – mimo jej nieuwzględnienia – zabezpieczy interes publiczny, w tym bezpieczeństwo wewnętrzne państwa, a więc jak zrealizuje obowiązek wynikający z art. 3a ust. 1 zd. 2. Minister powinien wykazać to w uzasadnieniu do decyzji, które stanowi jej integralną część i którego funkcją jest wyjaśnienie rozstrzygnięcia, stanowiącego dyspozytywną część decyzji. Motywy decyzji powinny być ujęte w uzasadnieniu w taki sposób, aby możliwe było poznanie toku rozumowania poprzedzającego wydanie rozstrzygnięcia oraz zrozumienie i w miarę możliwości zaakceptowanie zasadności przesłanek faktycznych i prawnych, jakimi kierował się organ przy załatwianiu sprawy⁵³.

W praktyce może to być bardzo utrudnione. Ustalenia organu wyspecjalizowanego, jakim jest Szef ABW, muszą bowiem być zakwestionowane przez ministra, a więc organ nieposiadający analogicznego doświadczenia, wiedzy, kompetencji i aparatu pomocniczego. W skrajnym przypadku zakwestionowanie ustaleń opinii może być wręcz niemożliwe. W przypadku zagrożeń bezpieczeństwa państwa trudnością samą w sobie może być konieczność zmierzenia się z ustaleniami dotyczącymi prospektywnej oceny ryzyka opartymi na sądach probabilistycznych dokonanych m.in. w wyniku pracy operacyjnej w połączeniu z niejawnością niektórych informacji. Z uwagi na tę specyfikę weryfikacja treści takiego aktu również w modelu legalnościowej kontroli sądowno-administracyjnej napotkać może na obiektywną i nieprzekraczalną granicę⁵⁴.

d. Perspektywy

Mimo krótkiej praktyki wydawania decyzji zasadniczej, już dotychczasowe doświadczenia pozwalają na wskazanie kilku potencjalnych kwestii do dalszego uregulowania.

Po pierwsze należy przemyśleć charakter opinii Szefa ABW. Zmiana tego charakteru z niewiążącego na wiążący zapewniłaby pewność prawa i ucięłaby ewentualne spory interpretacyjne. Z drugiej strony dałoby to Szefowi ABW *explicite* możliwość zatrzymania każdej inwestycji w obiek-

ty energetyki jądrowej. Decyzja odnośnie do ewentualnych zmian w tym zakresie powinna zostać podjęta po wnikliwej analizie. Rozważanie argumentacji za i przeciw takiemu rozwiązaniu przekracza jednak ramy tego opracowania.

Drugą kwestię stanowi zagadnienie jawności wniosku i decyzji. Wprowadzenie obowiązku publikacji (tudzież udostępniania w inny sposób) tychże umożliwiłoby społeczną kontrolę zarówno zamierzenia inwestorskiego, jak i rozstrzygnięcia. Jawność sprzyjałaby realizacji celu decyzji zasadniczej, a więc zabezpieczeniu interesu publicznego, o którym mowa w art. 3a i 3d ustawy inwestycyjnej.

Kwestia trzecia to wprowadzenie obowiązku uzasadniania decyzji zasadniczej. Obecnie istnieje formalna możliwość odstąpienia od uzasadniania decyzji uwzględniającej w całości żądanie strony (art. 107 § 4 kpa). Wydanie decyzji zasadniczej z dużą dozą prawdopodobieństwa oznacza uwzględnienie w całości żądania wnioskodawcy, co umożliwia ministrowi skorzystanie z tego uprawnienia. Co więcej, art. 3d ust. 5 ustawy inwestycyjnej wyłącza zastosowanie przepisu art. 127 § 3 kpa, co skutkuje brakiem fazy odwoławczej postępowania, dla której sporządzenie uzasadnienia jest obligatoryjne. Istnieje zatem realna możliwość zgodnej z literą prawa całkowitej eliminacji uzasadnienia z procesu decyzyjnego. Można wprawdzie argumentować *de lege lata*, iż odstąpienie od uzasadnienia decyzji zasadniczej nie powinno być stosowane, z uwagi na fakt, iż oznaczałoby to kolizję rozstrzygnięcia z celem decyzji zasadniczej w postaci zabezpieczenia interesu publicznego, jednak najbardziej trafnym rozwiązaniem wydaje się interwencja legislacyjna w postaci wprowadzenia obowiązku uzasadniania decyzji zasadniczej jako jednoznacznie determinująca stan prawny.

Czwartą kwestię stanowi udział w procesie decyzyjnym społeczności lokalnej. Mimo obowiązku wskazania we wniosku o decyzję zasadniczą gmin, na których terenie planuje się realizację inwestycji, decyzja wydawana jest bez jakiegokolwiek udziału gminnej społeczności, względnie jej przedstawicieli, w odróżnieniu od np. przykładu fińskiego⁵⁵. W Finlandii udział lokalnych władz (zgoda gminy lokalizacyjnej i opinie gmin ościennych) jest zagwarantowany w całym procesie od samego początku, jednak należy pamiętać, że fińska decyzja zasadnicza jest decyzją kompleksową i *de facto* przesądzającą o lokalizacji elektrowni we wskazanej we wniosku gminie, a proces jej uzyskiwania jest niezwykle rozbudowany (konieczne są

⁵³ Zob. Wyrok NSA z 11.09.2019 r., II OSK 2322/17, LEX nr 2748771.

⁵⁴ Zob. M. Kamiński, *Mechanizm i granice weryfikacji sądowno-administracyjnej a normy prawa administracyjnego i ich konkretyzacja*, Warszawa 2016, s. 775–776, 762–763.

⁵⁵ W Finlandii udział lokalnych władz (zgoda gminy lokalizacyjnej i opinie gmin ościennych) jest zagwarantowany w całym procesie od samego początku, jednak należy pamiętać, że fińska decyzja zasadnicza jest decyzją kompleksową i *de facto* przesądzającą o lokalizacji elektrowni we wskazanej we wniosku gminie. W Polsce uzyskanie decyzji zasadniczej jedynie umożliwia ubieganie się o pozostałe rozstrzygnięcia administracyjne, w tym dotyczące lokalizacji, nie przesądzając o ich treści. O decyzji zasadniczej („Decision-in-Principle”) w Finlandii zob. NEA OECD, *Nuclear Legislation in OECD and NEA Countries. Regulatory and Institutional Framework for Nuclear Activities. Finland*, Paris 2019, s. 6–8; J. Javanainen, *Nuclear installation licensing and democratic decision making in Finland: a case study regarding the Olkiluoto 3 nuclear power plant unit and the final disposal repository for spent nuclear fuel*, *International Journal of Nuclear Law* 2006, nr 1, s. 19–27; Ł. Młynarkiewicz, dz. cyt., s. 380–419.

między innymi akceptacja rządu i finalna akceptacja parlamentu). W Polsce uzyskanie decyzji zasadniczej jedynie umożliwi ubieganie się o pozostałe rozstrzygnięcia administracyjne, w tym dotyczące lokalizacji, nie przesądzając o ich treści. Uwzględnienie roli lokalnej społeczności, choćby w ograniczonym wymiarze wydaje się jednak pożądane.

7. Odpowiedzialność cywilna za szkodę jądrową

W zakresie odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową istnieją dwa prawnomiędzynarodowe systemy: parysko-brukselski stworzony pod auspicjami OECD i wiedeński stworzony pod auspicjami MAEA. System parysko-brukselski oparty jest na Konwencji paryskiej z 1960 roku⁵⁶ i uzupełniającej ją Konwencji brukselskiej z 1963 roku⁵⁷ wraz z protokołami dodatkowymi do obu konwencji⁵⁸. System wiedeński obejmuje Konwencję wiedeńską z 1963 roku⁵⁹ oraz Protokół zmieniający z 1997 roku.⁶⁰ Oba systemy łączy Wspólny Protokół z 1988 roku⁶¹. Strony Wspólnego Protokołu z 1988 roku traktuje się tak, jakby były stronami obu konwencji. W związku z tym, jeśli zdarzenie w kraju objętym Konwencją paryską spowoduje szkodę w kraju związanym Konwencją wiedeńską, ofiary w kraju objętym Konwencją wiedeńską mogą dochodzić odszkodowania zgodnie z prawem kraju objętego Konwencją paryską i odwrotnie. Polska jest stroną Konwencji wiedeńskiej, protokołu zmieniającego tę konwencję, a także Wspólnego Protokołu. Oznacza to, że zarówno minimalna suma gwarancyjna ubezpieczenia w odniesieniu do jednego zdarzenia, którego skutki są objęte umową ubezpieczenia, jak i granica odpowiedzialności za szkodę jądrową osoby eksploatującej wynosi równowartość 300 000 000 SDR (około 370 000 000 Euro) w polskiej walucie⁶².

W odniesieniu do Polski można zidentyfikować 4 potencjalne obszary możliwej dyskusji i ewentualnych zmian w przyszłości. Pierwszym z nich jest kwestia ewentualnej zmiany reżimu konwencyjnego na reżim parysko-brukselski. Ewentualne korzyści polegałyby na wzmocnieniu więzi traktatowych w zakresie odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową z większością państw Unii Europejskiej. Z drugiej jednak strony wyjście z reżimu wiedeńskiego oznaczałoby rozluźnienie tych więzi z pań-

stwami reżimu wiedeńskiego (większość sąsiadów Polski), a w przypadku tych z nich, które nie ratyfikowały wspólnego protokołu z 1988 roku (Białoruś, Rosja), oznaczałoby to zupełny brak więzi traktatowych w tym zakresie, co znacząco utrudniałoby dochodzenie kompensacji ewentualnych szkód. Ponadto wyjście z reżimu wiedeńskiego byłoby swego rodzaju nieprzyjaznym aktem w stosunku do organizacji międzynarodowej, pod której auspicjami przyjęto Konwencję wiedeńską i poprawkę do niej i której Polska jest członkiem-założycielem (MAEA). Z powyższych względów zmiana reżimu wydaje się mało realna, choć należy odnotować taki precedens w postaci Słowenii, która w 2001 roku zmieniła reżim konwencyjny z wiedeńskiego na parysko-brukselski.

Drugą kwestią jest zagadnienie ewentualnego przystąpienia Polski do konwencji o dodatkowym odszkodowaniu za szkodę jądrową (CSC)⁶³. Celem tej konwencji, przyjętej pod auspicjami MAEA w 1997 roku, jest m.in. stworzenie globalnego reżimu odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową obejmującego wszystkie państwa eksploatujące i nieeksploatujące elektrownie jądrowe, zagwarantowanie dostępności znacznych środków na wypadek indemnizacji szkód, w tym z udziałem środków publicznych⁶⁴. Państwa mogą przystępować do tej konwencji niezależnie od tego, czy i w jakim reżimie konwencyjnym się znajdują, pod warunkiem, że ich krajowy porządek prawny jest zgodny z zasadami odpowiedzialności cywilnej, o których mówi załącznik do konwencji. Z państw europejskich do konwencji przystąpiły tylko Rumunia i Czarnogóra, z których tylko ta pierwsza eksploatuje elektrownie jądrowe. Konieczność ratyfikacji CSC, jako warunkującej powodzenie inwestycji, artykułowana jest już obecnie w dyskursie branżowym przez niektóre podmioty. Ewentualne decyzje w tym zakresie muszą być poprzedzone analizą wpływu takiego kroku na relacje traktatowe z państwami obu istniejących reżimów oraz państwami-stronami Wspólnego Protokołu. Ponadto oddzielnej analizy wymaga ewentualne zaangażowanie finansowe państwa. Wreszcie istotna będzie także opinia wszystkich przyszłych operatorów elektrowni jądrowych w Polsce oraz dostawców technologii w zakresie wpływu ratyfikacji konwencji na ich działalność operacyjną.

⁵⁶Convention on third party liability in the field of nuclear Energy of 29th July 1960.

⁵⁷Convention Supplementary to the Paris Convention of 29 July 1960 on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy of 31st January 1963.

⁵⁸Z 28 stycznia 1964 r., 16 listopada 1982 r., 12 lutego 2004 r.

⁵⁹Konwencja wiedeńska o odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową sporządzona w Wiedniu dnia 21 maja 1963 roku (INFCIRC/500, Dz. U. z 1990 r. Nr 63, poz. 370).

⁶⁰Protokół zmieniający Konwencję wiedeńską z 1963 roku o odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową, sporządzony w Wiedniu dnia 12 września 1997 roku (INFCIRC/566, Dz. U. z 2013 r. Nr 4, poz. 9).

⁶¹Wspólny Protokół dotyczący stosowania Konwencji wiedeńskiej i Konwencji paryskiej (o odpowiedzialności za szkody jądrowe), sporządzony w Wiedniu dnia 21 września 1988 roku (INFCIRC/402, Dz. U. z 1994 r. Nr 129, poz. 633).

⁶²W przypadku reaktorów badawczych minimalna suma gwarancyjna wynosi nie mniej niż równowartość 400 000 SDR i nie więcej niż równowartość 5 000 000 SDR.

⁶³Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage, INFCIRC/567.

⁶⁴Zob. m.in. B. McRae, *The Compensation Convention: Path to a Global Regime for Dealing with Legal Liability and Compensation for Nuclear Damage*, Nuclear Law Bulletin 1998, nr 1(61), s. 25–38.

Trzecią kwestią jest kwestia limitu odpowiedzialności. Nie można wykluczyć, że prędzej czy później w dyskusji nad kształtem przepisów dotyczących odpowiedzialności mogą się pojawić głosy o konieczności zwiększenia limitu odpowiedzialności obowiązującego w Polsce. Konwencja wiedeńska ustanawia tylko dolną granicę tego limitu, tj. 300 000 000 SDR w odniesieniu do jednego zdarzenia jądrowego. Państwa członkowskie nie mogą zatem ustawić limitu niższego, ale mogą określić go na wyższym poziomie, a nawet wprowadzić odpowiedzialność nieograniczoną kwotowo. W Polsce obowiązuje limit minimalny, choć należy zauważyć, że jest to wciąż znaczna kwota, zwłaszcza gdy weźmie się pod uwagę, że u większości sąsiadów Polski limit ten jest znacząco niższy.

Czwarta kwestia dotyczy obszaru prawa międzynarodowego i międzynarodowej polityki. Z punktu widzenia Polski pożądane byłoby zharmonizowanie przepisów dotyczących odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową we wszystkich państwach ościennych oraz tych, które leżą na tyle blisko, że awaria jądrowa w ich granicach mogłaby spowodować wystąpienie szkody jądrowej na terenie Polski. Harmonizację tę można osiągnąć w stosunkowo prosty sposób. Zdecydowana większość państw, o których mowa, jest stronami umów z reżimu wiedeńskiego, jednak w różnym zakresie. Nie wszystkie z nich są stronami Protokołu zmieniającego (Bułgaria, Czechy, Litwa, Rumunia, Słowacja, Ukraina, Węgry, Rosja) i Wspólnego Protokołu (Białoruś, Rosja). Optymalne byłoby zatem przystąpienie przez te państwa do Protokołu zmieniającego i Wspólnego Protokołu. Skłonienie tych państw do takiego działania pozostaje jednak w sferze międzynarodowej polityki i dyplomacji⁶⁵. Pożądana również byłaby harmonizacja po stronie państw należących do reżimu parysko-brukselskiego, a więc zdecydowanej większości państw północnej i zachodniej części Unii Europejskiej. Stopień adhezji do poszczególnych konwencji systemu parysko-brukselskiego jest wśród nich różny, a niektóre z nich pozostają poza systemami prawno-międzynarodowymi. Należy w tym miejscu odnotować, że podstawą do ewentualnych działań w tym zakresie nie może być art. 98 Traktatu Euratom, jako że ogranicza się on jedynie do kwestii ułatwiania zawierania umów ubezpieczeniowych.

8. Odpady promieniotwórcze

Polskie przepisy dotyczące postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, co do zasady, należy uznać za odpowiednie zarówno w odniesieniu do aktualnego stanu wykorzystania technologii

jądrowych, jak i względem przyszłego wdrożenia energetyki jądrowej. Uwzględniają one odpowiednie instrumenty prawa międzynarodowego oraz prawodawstwo wtórne Wspólnoty Euratom. Istnieją jednak obszary, gdzie obowiązujące regulacje można doprecyzować i uzupełnić.

Pierwszym takim obszarem jest kwestia organizacji systemu gromadzenia środków na postępowanie z odpadami promieniotwórczymi pochodzącymi z elektrowni jądrowej oraz na likwidację takiej elektrowni. Stosownie do art. 38d Prawa atomowego w odniesieniu do elektrowni jądrowej istnieje obowiązek utworzenia przez operatora elektrowni funduszu likwidacyjnego, z przypisanym do niego wyodrębnionym rachunkiem bankowym, na który raz na kwartał dokonuje się wpłaty w wysokości odpowiadającej ilości wyprodukowanych MWh energii elektrycznej w kwartale poprzedzającym. Pieniądze zgromadzone w funduszu mogą być użyte wyłącznie na cele związane z postępowaniem z odpadami promieniotwórczymi (w tym z wypalonym paliwem jądrowym przeznaczonym do składowania) i likwidacją elektrowni jądrowej. Każde wydatkowanie tych środków przez ich właściciela wymaga akceptacji ministra właściwego ds. energii. W przypadku opóźnień w gromadzeniu środków wynoszącego 12 miesięcy eksploatacja elektrowni ulega zawieszeniu. O ile jasne jest, że ze środków funduszu finansowane są postępowanie z odpadami i likwidacja elektrowni, o tyle nie jest określone wprost, czy środki te mogą posłużyć również do budowy składowiska odpadów promieniotwórczych. W tym kontekście doprecyzowania w przyszłości wymaga kwestia, czy państwo budować będzie składowisko z własnych funduszy, a następnie odbierać poniesione koszty w opłatach za jego używanie, czy też dopuszczona będzie możliwość finansowania budowy składowiska odpadów bezpośrednio ze środków pochodzących z funduszy likwidacyjnych operatorów elektrowni jądrowych. Do przesądzenia będzie także, czy nadzór ze strony państwa nad gromadzonymi środkami nie powinien być większy i przybrać np. formę jednego funduszu zarządzanego bezpośrednio przez państwo jako dysponenta wszystkich środków, a nie oddzielnych funduszy poszczególnych operatorów, jak ma to miejsce obecnie.

Drugą kwestią jest zagadnienie finansowego zabezpieczenia postępowania z zużytymi źródłami promieniotwórczymi. Obecnie obowiązek posiadania takiego zabezpieczenia istnieje tylko w odniesieniu do źródeł wysokoaktywnych (art. 5 ust. 5a i 5b Prawa atomowego). Tymczasem, w celu pełnej realizacji zasady „zanieczyszczający płaci”, należałoby tą regulacją objąć także wszystkie inne źródła, a więc również nisko- i średnioaktywne.

⁶⁵ Kolejnym zagadnieniem w zakresie harmonizacji przepisów dotyczących odpowiedzialności cywilnej, choć w aktualnych warunkach o czysto teoretycznym charakterze, jest ewentualne przystąpienie państw naszego regionu będących stronami Konwencji wiedeńskiej do Protokołu fakultatywnego o przymusowym rozstrzygnięciu sporów z 1963 roku (*The Optional Protocol Concerning the Compulsory Settlement of Disputes to the Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage* adopted on 21 May 1963, INFCIRC/500). Stronami protokołu, który wszedł w życie w 1999 roku, są zaledwie dwa państwa (Filipiny i Urugwaj), a żadne z państw naszego regionu, włącznie z Polską i państwami zachodnimi, nigdy nie wyraziło woli związania się tą umową, co odzwierciedla choćby brak ich podpisów pod protokołem. Z powyższych powodów zagadnienie to w niniejszym artykule nie jest omawiane, lecz jedynie sygnalizowane w przypisie.

IV. Wnioski

Polski system prawny, co do zasady, reguluje materię energii jądrowej w sposób adekwatny nie tylko do obecnego poziomu jej wykorzystania, ale także biorąc pod uwagę intensywne prace mające na celu budowę elektrowni jądrowych różnych typów i włączenie ich do polskiego systemu energetycznego. Uwzględniają one nie tylko wszystkie istotne międzynarodowe i europejskie instrumenty prawne w tym zakresie, ale także dobre praktyki z innych państw oraz własne doświadczenia z dotychczasowego funkcjonowania krajowych przepisów. Nie oznacza to jednak, że nie są konieczne pewne zmiany. System prawny, zwłaszcza w odniesieniu do regulacji technologii, nie jest statyczny i zmienia się w miarę postępu technologicznego, zmian społecznych i politycznych, a także jako efekt procesu uczenia się uczestników obrotu prawnego i właściwych organów państwa. Potencjalne zmiany w polskim prawie energii jądrowej będą się koncentrować na podniesieniu efektywności procesu inwestycyjnego w energetyce jądrowej przy jednoczesnym utrzymaniu i wzmacnianiu priorytetu bezpieczeństwa jako fundamentu jądrowej regulacji. Rzeczy te są z założenia przeciwstawne, jednak zdaniem autora realna jest możliwość zharmonizowania tych celów. Oczywiście tam, gdzie wystąpi konflikt pomiędzy nimi, pierwszeństwo zawsze powinno mieć bezpieczeństwo.

Notka o autorze

Tomasz R. Nowacki – dr nauk prawnych, radca prawny. Adiunkt w Instytucie Prawa i Administracji Uniwersytetu Pomorskiego w Słupsku. Kierownik Zakładu Prawa Energii Jądrowej i Ochrony Środowiska w tymże instytucie.

Literatura

- Dąbrowski M. (2022). *Licencjonowanie i wymagania bezpieczeństwa dla małych reaktorów modułowych*. *Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna*, (4), 15–21.
- Iaccarino F. (2009). Resurgence of nuclear energy in Italy. *Nuclear Law Bulletin*, (2), 65–80. doi:10.1787/nuclear_law-v2009-art15-en
- Iaccarino F. (2010). Nuclear renaissance in Italy — Maintaining momentum. *Nuclear Law Bulletin*, (1), 65–78. doi:10.1787/nuclear_law-2010-5kmbv3fsd9zr
- IAEA (2016), *Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety*, General Safety Requirement No. GSR Part 1 (Rev.1).
- IAEA (2020), *Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme*, Specific Safety Guide No. SSG-16 (Rev. 1).
- Javanainen J., *Nuclear installation licensing and democratic decision making in Finland: a case study regarding the Olkiluoto 3 nuclear power plant unit and the final disposal repository for spent nuclear fuel*, *International Journal of Nuclear Law* 2006, nr 1.
- Kamiński M. (2016). *Mechanizm i granice weryfikacji sądowo-administracyjnej a normy prawa administracyjnego i ich konkretyzacja*. C.H. Beck.
- McRae B. (1998). The Compensation Convention: Path to a Global Regime for Dealing with Legal Liability and Compensation for Nuclear Damage. *Nuclear Law Bulletin*, (1), 25–38. <https://www.oecd-nea.org/law/nlb/nlb-79/017-035%20-%20Article%20Ben%20McRae.pdf>
- Ministerstwo Energii (2017). *Możliwości wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce. Raport Zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych*.
- Młynarkiewicz Ł. (2020). *Decyzja zasadnicza w procesie przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej*. Arche.
- NEA OECD, *Nuclear Legislation in OECD and NEA Countries. Regulatory and Institutional Framework for Nuclear Activities. Finland*, Paris 2019.
- Nowacki T.R. (2012). Budowa obiektów energetyki jądrowej. Nowe instytucje w procesie inwestycyjnym. W A. Walaszek-Pyziol (red.), *Wybrane węzłowe zagadnienia współczesnego prawa energetycznego* (s. 195–217). AT Wydawnictwo.
- Nowacki T.R. (2014). Nuclear Power Programme for Poland – Establishing the Legal Framework. W C. Raetzke (Ed.), *Nuclear Law in the EU and Beyond – Atomrecht in Deutschland, der EU und weltweit. Proceedings of the AIDN/INLA Regional Conference 2013 in Leipzig* (s. 121-166). Nomos. doi:10.5771/9783845252360-119
- Nowacki T.R. (2017). On legal requirements for the construction of high temperature reactors in Poland. *atw (Atomwirtschaft) – International Journal for Nuclear Power*, (8/9), s. 520–527. <https://www.yumpu.com/de/document/read/59406089/atw-2017-09>
- Nowacki T.R. (2018). Ewolucja prawnego statusu organów nadzorujących bezpieczeństwo wykorzystywania energii jądrowej w Polsce. *Zeszyty Prawnicze UKSW*, (3), s. 115–149. doi:10.21697/zp.2018.18.3.05
- Nowacki T.R. (2020). Nuclear Power on the Vistula River. Law and Policy in Shaping Energy Future of Poland. *Prawo i Więź*, (3), s. 182–209. DOI:10.36128/priw.vi32.97
- Nowacki T.R. (2021a). Opinie Prezesa PAA, o których mowa w art. 36a i 39b ustawy – Prawo atomowe jako przykład prelicencjonowania obiektów jądrowych. *Studia Iuridica*, (t. 87), s. 388–411. doi:10.31338/2544-3135.si.2020-87.19
- Nowacki T.R. (2021b). Prawne aspekty rozwoju wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce – głos w dyskusji. *Przegląd Prawa i Administracji*, (2), s. 137–161. doi:10.19195/0137-1134.125.9
- Nowacki T.R. (2024), *Przepisy dotyczące ochrony radiologicznej w II Rzeczpospolitej* (w:) P. Dąbrowski (red.) *Księga pamiątkowa profesora Dariusza Szpopera* (w druku).
- Prezes PAA (2017), *Zasady wydawania zaleceń organizacyjnych i technicznych Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki*.
- Raetzke, C. & Miklinghoff M. (2012). Regulatory challenges in the licensing of new nuclear power plant – From CORDEL to ERDA. *atw (Atomwirtschaft) – International Journal for Nuclear Power*, (12), 720–724.
- Stahl, M. (2013). Szczególne prawne formy działania administracji. W R. Hauser, Z. Niewiadomski, A. Wróbel (red.), *System prawa administracyjnego*, t. 5: A. Błaś, J. Boć, M. Stahl, K.M. Ziemiński (red.), *Prawne formy działania administracji*.
- Stoiber C. i in. (2010). *Handbook on Nuclear Law: Implementing Legislation*. IAEA.
- Szczurek J. i in. (2016). Legal Obstacles to the Construction of High Temperature Reactors for Heat Generation on the Example of Polish Regulations, *atw (Atomwirtschaft) – International Journal for Nuclear Power*, (7), 455–460.

Orzecznictwo

Wyrok NSA z 11.09.2019 r., II OSK 2322/17, LEX nr 2748771.

Ustanawianie stref planowania awaryjnego wokół elektrowni jądrowych: analiza praktyk w wybranych krajach i Polsce

Establishing emergency planning zones around nuclear power plants: an analysis of practices in selected countries and Poland

Łukasz Koszuk
Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej

Streszczenie: Artykuł omawia zasady i praktyki dotyczące tworzenia stref planowania awaryjnego (EPZ) wokół elektrowni jądrowych. EPZ są kluczowe dla ochrony ludności i środowiska przed skutkami awarii jądrowych. W artykule dokonano przeglądu międzynarodowych standardów, wytycznych Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej oraz regulacji prawnych w takich krajach, jak Stany Zjednoczone, Kanada, Korea Południowa, Wielka Brytania, Francja i inne. Analizowano również polskie przepisy Prawa atomowego w zakresie ustanawiania EPZ. W artykule poruszono także kwestie społeczne związane z akceptacją lokalnych społeczności dla wyznaczania tych stref. Podkreślono potrzebę elastycznego i zintegrowanego podejścia, które uwzględnia zarówno wyniki analiz technicznych, jak i oczekiwania społeczne, aby skutecznie chronić zdrowie publiczne i środowisko.

Słowa kluczowe: Strefy planowania awaryjnego, bezpieczeństwo jądrowe, ustawa – Prawo atomowe.

Abstract: This article discusses the principles and practices for establishing emergency planning zones (EPZs) around nuclear power plants. EPZs are key to protecting the public and the environment from the effects of nuclear accidents. The article reviews international standards, International Atomic Energy Agency guidelines and regulations in countries such as the United States, Canada, South Korea, the United Kingdom, France and others. Polish Atomic Law provisions on the establishment of EPZs were also analysed. The article also addresses social issues related to the acceptance of local communities for the designation of these zones. The need for a flexible and integrated approach that takes into account both the results of technical analyses and social expectations in order to effectively protect public health and the environment was emphasised.

Keywords: Emergency planning zones, nuclear safety, nuclear law.

Wstęp

Podstawowym celem bezpieczeństwa jądrowego jest ochrona ludzi i środowiska przed szkodliwymi skutkami promieniowania jonizującego. Wszelkie środki bezpieczeństwa stosowane w elektrowniach jądrowych mają na celu zapobieganie awariom, minimalizację uwolnień promieniotwórczych i łagodzenie ich skutków w przypadku wystąpienia awarii. Niekontrolowane uwolnienie substancji promieniotwórczych z elektrowni jądrowej skutkowało by rozprzestrzenieniem się substancji promieniotwórczych w środowisku i spowodowało narażenie ludzi powyżej dopuszczalnych limitów.

Podstawową strategią zapewniającą bezpieczeństwo zarówno dla istniejących, jak i nowych elektrowni jądrowych jest „obrona w głąb” [1, 2, 3].

„Obrona w głąb” to filozofia zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych poprzez zastosowanie szeregu środków zapobiegających awariom, a jeśli awaria wystąpi – środków zapobiegających eskalacji do poważniejszych stanów oraz środków do ograniczania i łagodzenia skutków awarii. Według norm bezpieczeństwa Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) dla elektrowni jądrowych ma zostać wdrożonych pięć poziomów „obrony w głąb” [3]. Celem ochrony na poziomie 1 jest zapobieganie nieprawidłowej pracy i awariom systemu. Jeśli na tym poziomie wystąpi awaria, ma miejsce zdarzenie

inicjujące. Może się tak zdarzyć, jeśli zasady dotyczące „obrony w głąb” na poziomie 1 nie były wystarczająco skuteczne lub jeśli pewien mechanizm nie został odpowiednio uwzględniony przy ustanawianiu przepisów na poziomie 1. Poziom 2 wykryje te odchylenia, aby uniknąć nieprawidłowego działania lub je kontrolować. Jeśli poziom 2 zawiedzie, poziom 3 zapewnia, że podstawowe funkcje bezpieczeństwa będą wykonywane głównie przez aktywację określonych systemów bezpieczeństwa w celu ograniczenia możliwych konsekwencji awarii projektowych. W przypadku niepowodzenia poziomu 3 poziom 4 ogranicza dalszy postęp awarii za pomocą funkcji bezpieczeństwa przewidzianych dla rozszerzonych warunków projektowych i przepisów dotyczących zarządzania awariami w celu zapobiegania lub łagodzenia skutków ciężkich awarii z uwolnieniem materiału promieniotwórczego na zewnątrz. Z kolei celem poziomu 5 jest łagodzenie skutków radiologicznych znacznych uwolnień substancji promieniotwórczych do otoczenia obiektu jądrowego poprzez reagowanie na sytuacje awaryjne na terenie i wokół obiektu.

Bez względu na to, jak bezpieczna jest konstrukcja elektrowni jądrowej lub jak solidne są zaprojektowane funkcje bezpieczeństwa, istotne jest posiadanie planów gotowości i reagowania kryzysowego (*Emergency Preparedness and Response* – EPR). Zazwyczaj planowanie EPR w elektrowniach jądrowych przestrzega powyższej filozofii „obrony w głąb”. Plany EPR obejmują zwykle pełen zakres potencjalnych scenariuszy awarii w elektrowniach jądrowych, począwszy od drobnych incydentów wewnątrz obiektu, aż po duże uwolnienia substancji promieniotwórczych poza granice zakładu, które mogą dotknąć społeczeństwo. Niniejszy artykuł koncentruje się szczególnie na tym ostatnim aspekcie, czyli poziomie 5 filozofii „obrony w głąb”, tj. łagodzeniu skutków radiologicznych w przypadku gdy materiały promieniotwórcze wydostaną się z rdzenia reaktora i przedostaną się do środowiska. Dzieje się to poprzez wyznaczenie, wdrożenie i utrzymanie gotowości stref planowania awaryjnego (*Emergency Planning Zones* – EPZ). Artykuł omawia zasady określania EPZ w różnych krajach, w tym w Polsce.

Znaczenie stref planowania awaryjnego

Strefy planowania awaryjnego są elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem jądrowym i ochrony radiologicznej obiektu jądrowego, zgodnie z zasadami „obrony w głąb”. Ich głównym celem jest ochrona zdrowia publicznego oraz środowiska przed potencjalnymi skutkami awarii w elektrowni jądrowej. EPZ umożliwiają skuteczną i skoordynowaną reakcję na sytuacje kryzysowe, minimalizując ryzyko narażenia ludzi na działanie materiałów promieniotwórczych.

Definicja stref planowania awaryjnego opiera się na precyzyjnym określeniu obszarów wokół obiektów jądrowych, gdzie istnieje ryzyko uwolnienia materiałów promieniotwórczych. Strefy te są określone w taki sposób, aby umożliwić wdrożenie działań ochronnych w odpowiednim czasie i miejscu. Dzięki EPZ władze są w stanie skutecznie koordynować działania mające na celu ochronę zdrowia publicznego i środowiska po wystąpieniu awarii.

Strefy planowania awaryjnego obejmują różne poziomy zabezpieczeń, które uwzględniają zarówno bezpośrednie, jak i długoterminowe konsekwencje awarii. Typowe strefy to:

1. Strefa wykluczenia, czyli obszar bezpośrednio otaczający elektrownię, z ograniczonym dostępem, gdzie przebywanie osób jest zabronione lub ściśle kontrolowane.
2. Strefa narażenia obejmująca obszar, w którym mogą wystąpić bezpośrednie skutki uwolnienia substancji promieniotwórczych drogą powietrzną. Działania ochronne w tej strefie obejmują ewakuację i schronienie.
3. Strefa narażenia obejmująca obszar o większym zasięgu, gdzie należy koncentrować się na ochronie ludności przed spożywaniem skażonych produktów spożywczych i wody.

Strefy planowania awaryjnego odgrywają kluczową rolę w opracowaniu skutecznych scenariuszy działań w sytuacjach kryzysowych. Ułatwiają one koordynację działań ratowniczych, zapewniając współpracę pomiędzy różnymi służbami ratunkowymi oraz organizacjami krajowymi i międzynarodowymi, co przyczynia się do szybkiego i skutecznego reagowania na zagrożenia. Ponadto EPZ pełnią funkcję edukacyjną, zwiększając świadomość społeczeństwa na temat procedur bezpieczeństwa i przygotowując społeczności lokalne do właściwej reakcji w razie awarii, co podnosi poziom bezpieczeństwa i zaufania społecznego.

Kluczowym elementem strategii zarządzania kryzysowego są „działania interwencyjne” podejmowane w ramach EPZ. W Polsce ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 roku [4] definiuje działania interwencyjne jako takie działania, które zapobiegają narażeniu lub ograniczają narażenie ludzi, jak również zapobiegają skażeniu lub zmniejszają skażenie środowiska w wyniku zdarzenia radiacyjnego. Innymi słowy są to wszelkie działania, jakie podejmuje się w konsekwencji wystąpienia awarii w obiekcie jądrowym, która skutkuje uwolnieniem substancji promieniotwórczych do środowiska, na określonym obszarze wokół tego obiektu.

Przykładem działań interwencyjnych w strefach planowania awaryjnego, zgodnie z ustawą Prawo atomowe oraz dokumentami MAEA [5, 6, 7], mogą być:

- Ewakuacja: w przypadku poważnego zagrożenia dla zdrowia ludności jednym z pierwszych działań interwencyjnych jest organizacja ewakuacji ludności z obszarów

najbardziej narażonych. Plany ewakuacji są opracowywane z wyprzedzeniem i obejmują ustalenie tras ewakuacyjnych, miejsc schronienia oraz środków transportu.

- Schronienie: w sytuacjach, gdy ewakuacja nie jest możliwa lub bezpieczna, zaleca się schronienie się ludności w budynkach, które zapewniają ochronę przed promieniowaniem zewnętrznym.
- Ograniczenia w łańcuchu żywnościowym i zaopatrzeniu w wodę: wprowadzenie ograniczeń dotyczących produkcji i dystrybucji żywności i wody w celu zapobieżenia skażeniu produktów spożywczych i ochrony zdrowia publicznego.
- Ograniczenia w spożyciu żywności, mleka i wody pitnej oraz w korzystaniu z towarów: wprowadzenie restrykcji dotyczących spożywania lokalnie produkowanej żywności i korzystania z produktów, które mogą być skażone.
- Odkazanie ewakuowanych: procedury oczyszczania i dekontaminacji osób, które były narażone na skażenia promieniotwórcze, w celu zapobieżenia dalszemu rozprzestrzenianiu się skażenia.
- Kontrola dostępu i ograniczenia ruchu: wprowadzenie kontroli nad dostępem do obszarów zagrożonych oraz ograniczeń w ruchu w celu zapewnienia bezpieczeństwa i skuteczności działań ratowniczych.
- Dystrybucja preparatów ze stabilnym jodem: w przypadku zagrożenia uwolnieniem promieniotwórczego jodu władze mogą zdecydować o dystrybucji jodku potasu, który blokuje wchłanianie promieniotwórczego jodu przez tarczycę, zmniejszając ryzyko zachorowania na raka tarczycy.

Zalecenia dotyczące EPZ są formułowane przez organizacje międzynarodowe, przede wszystkim przez MAEA, która opracowuje wytyczne i standardy zapewniające spójność i skuteczność działań ochronnych na całym świecie.

Zalecenia Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej

Wczesne regulacje dotyczące rozmieszczania reaktorów skupiały się na minimalizacji potencjalnych zagrożeń dla ludności i środowiska, lokalizując je z dala od skupisk ludzkich. W Stanach Zjednoczonych praktyka ta opisana została w dokumencie WASH-3 z 1950 roku [8] i opierała się na założeniu poważnego wypadku, który obejmowałby przegrzanie lub stopienie paliwa, rozerwanie układu chłodzenia reaktora i niekontrolowane uwolnienie radionuklidów ze stosunkowo konwencjonalnego budynku, w którym znajdował się reaktor. Uwzględniając wpływ warunków meteorologicznych na transport i rozprzestrzenianie się nuklidów promieniotwórczych, ówczesny amerykański komitet doradczy *Advisory Committee on Reactor Safeguards* zalecił utworzenie strefy wykluczenia wokół reaktora, z której mieli być wyłączeni mieszkańcy. Wyznaczanie

odległości od obiektu granic strefy wyłączenia opierało się na tzw. zasadzie kciuka („*rule of thumb*”) [9], gdzie promień strefy R zależał od mocy cieplnej reaktora P (kWt) i był opisany prostą zależnością: $R = 0,016 \sqrt{P(kWt)}$ (R wyrażone jest w km). Na przykład dla reaktorów o mocy 30 MWt strefa miała wynosić około 2,8 km, a dla reaktorów o mocy 3000 MWt – 27,7 km.

Z czasem, w miarę rosnącej świadomości zagrożeń związanych z energetyką jądrową, podejścia do planowania awaryjnego na świecie stały się bardziej zaawansowane. Wprowadzono deterministyczne podejścia, które opierały się na założeniu najgorszych scenariuszy awarii, co prowadziło do ustalania stref ochronnych na podstawie założeń dotyczących awarii projektowych. W latach 70. XX wieku zaczęto stosować bardziej zaawansowane metody analizy bezpieczeństwa, takie jak probabilistyczne oceny bezpieczeństwa (*Probabilistic Safety Assessment – PSA*), które uwzględniały prawdopodobieństwo wystąpienia różnych scenariuszy awaryjnych oraz ich potencjalne skutki.

W historii energetyki jądrowej kluczową rolę w ustaleniu standardów bezpieczeństwa na poziomie międzynarodowym odegrała Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej. W 1980 roku MAEA opublikowała swoje pierwsze wytyczne dotyczące stref planowania awaryjnego, które były wynikiem współpracy z różnymi krajami członkowskimi oraz analizy doświadczeń z wypadków jądrowych.

Pierwsze wytyczne MAEA dotyczące stref planowania awaryjnego były zawarte w dokumencie „*Safety Series No. 50-SG-G6*”, opublikowanym w 1982 roku [10]. Dokument ten określał podstawowe zasady i kryteria tworzenia stref planowania awaryjnego wokół elektrowni jądrowych, w tym definicje stref: *Precautionary Action Zone (PAZ)* i *Urgent Protective Action Planning Zone (UPZ)*.

Aktualne wytyczne MAEA dotyczące stref planowania awaryjnego oraz działań interwencyjnych podejmowanych na ich obszarze zawarte są w dwóch głównych dokumentach: „*Safety Standards Series No. GSR Part 7. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*” [11] oraz „*Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor*” z serii „*Emergency Preparedness and Response*” [12]. W dokumencie [11] MAEA zaleca podejście „obrony w głąb”, które zakłada różne poziomy ochrony i zabezpieczeń w EPZ dla dwóch obszarów: na terenie obiektu jądrowego (*on-site*) oraz poza nim (*off-site*). W obszarze poza terenem obiektu MAEA wyróżnia dwie zasadnicze strefy: strefę działań prewencyjnych (*Precautionary Action Zone – PAZ*) i strefę planowania natychmiastowych działań ochronnych (*Urgent Protective Action Planning Zone – UPZ*). Wprowadzenie dwóch takich EPZ ma na celu zapewnienie stopniowanego podejścia do gotowości i reagowania na sytuacje awaryjne, aby uwzględnić przestrzenne i czasowe zmiany ryzyka radiologicznego w sytuacji awaryjnej.

Ważnym aspektem definiowania tych stref jest rodzaj obiektu jądrowego, który znajduje się w sytuacji awaryjnej. Różne obiekty jądrowe charakteryzują się różnymi poziomami zagrożenia. Na przykład mała fabryka paliwa nie wykazuje takiego samego poziomu zagrożenia radiacyjnego w przypadku awarii, jak duży reaktor energetyczny. W związku z tym, w interesie stopniowej odpowiedzi i unikania podejścia „jeden rozmiar dla wszystkich” („one-size-fits-all”), różne typy obiektów oraz aktywności (np. transport), w których mamy do czynienia z materiałami promieniotwórczymi, są kategoryzowane względem planów gotowości i reagowania kryzysowego EPR, odpowiednich do oczekiwanego zagrożenia radiacyjnego w sytuacji awaryjnej. Klasyfikacja ta obejmuje pięć kategorii. MAEA zaleca, aby PAZ ustanawiać dla obiektów kategorii I, zaliczamy do nich elektrownie jądrowe, natomiast UPZ dla kategorii I lub kategorii II, która obejmuje m.in. reaktory badawcze.

Strefa PAZ to obszar, w którym środki prewencyjne, takie jak natychmiastowa ewakuacja lub schronienie, mogą być wdrożone w sposób prewencyjny jeszcze przed rozpoczęciem uwolnień substancji promieniotwórczych w wyniku awarii w elektrowni jądrowej. Celem takich działań wyprzedzających lub zapobiegawczych w tej strefie jest uniknięcie ryzyka wystąpienia określonych poziomów dawek w sytuacji awaryjnej. MAEA zaleca, aby PAZ obejmowała promień od 3 do 5 km wokół elektrowni.

Strefa UPZ obejmuje większy obszar, w którym należy podjąć ustalenia dotyczące rozpoczęcia pilnych działań interwencyjnych, jeśli to możliwe przed wystąpieniem jakiegokolwiek znaczącego uwolnienia substancji promieniotwórczych, na podstawie warunków panujących w obiekcie, a po wystąpieniu uwolnienia, na podstawie monitoringu i oceny sytuacji radiologicznej poza terenem zakładu, w celu uniknięcia ryzyka wystąpienia określonych poziomów dawek w sytuacji awaryjnej. Zaleca się, aby UPZ obejmowała promień od 15 do 30 km wokół elektrowni.

Poza tymi strefami MAEA definiuje także dwie dodatkowe strefy: dystans rozszerzonego planowania (*Extended Planning Distance* – EPD) oraz dystans planowania spożycia i kontroli towarów (*Ingestion and Commodities Planning Distance* – ICPD). Te dystanse są głównie definiowane w celu umożliwienia monitoringu radiologicznego w ciągu tygodnia do miesiąca po awarii, aby wdrożyć długoterminowe działania ochronne, takie jak ograniczenia dotyczące żywności i handlu. Dlatego te dystanse wymagają pewnych ustaleń, aby umożliwić monitorowanie promieniowania na dużą skalę, szeroko zakrojone pobieranie próbek i analizę żywności, ograniczenia dotyczące konsumpcji artykułów spożywczych, mechanizmy monitorowania eksportu towarów itp. Te dystanse zazwyczaj nie polegają już na szczegółowych obliczeniach konsekwencji awarii, ale na zestawie różnych kryteriów porównawczych, takich jak progi prawdopodobieństwa akceptowalnego ryzyka lub wyniki historycznych wypadków jądrowych.

Strefy planowania awaryjnego i dystanse rekomendowane przez MAEA dla elektrowni jądrowych podsumowano w tabeli 1. Należy zwrócić także uwagę, że zgodnie z zaleceniami MAEA strefy PAZ i UPZ powinny być w przybliżeniu okrągłymi obszarami wokół obiektu, a ich granice powinny być określone, w stosownych przypadkach, przez lokalne punkty orientacyjne (np. drogi lub rzeki), aby umożliwić łatwą identyfikację w trakcie podejmowanych działań interwencyjnych po awarii. Należy także wziąć pod uwagę to, że strefy te nie powinny zatrzymywać się u granic państwowych.

W praktyce różne państwa członkowskie MAEA stosują nieco odmienne definicje stref i odległości planowania awaryjnego, a także różne metodyki określania ich wielkości.

Tabela 1. Sugerowane rozmiary stref planowania awaryjnego oraz obszarów rozszerzających i odległości, źródło: [11, 12].

Table 1. Suggested sizes for emergency planning zones and extension areas and distances, source: [11, 12].

Strefy planowania awaryjnego i obszary rozszerzające (dystanse)	Sugerowany maksymalny promień (km)	
	od 100 do 1000 MWt	1000 MWt
Precautionary Action Zone	od 3 do 5	
Urgent Protective action planning Zone	od 15 do 30	
Extended Planning Distance	50	100
Ingestion and Commodities Planning Distance	100	300

Podejście krajów do ustanawiania stref planowania awaryjnego wokół elektrowni jądrowych

Stany Zjednoczone

Stany Zjednoczone mają jeden z najbardziej rozwiniętych systemów planowania awaryjnego dla elektrowni jądrowych, co jest wynikiem długiej historii rozwoju energetyki jądrowej oraz doświadczeń zdobytych podczas różnych incydentów i wypadków. System ten jest kształtowany przez wytyczne i regulacje *U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC)* oraz *Federal Emergency Management Agency (FEMA)*, które współpracują w zakresie zapewnienia gotowości awaryjnej.

Amerykańskie przepisy, a konkretnie *Title 10 Code of Federal Regulations (CFR) Part 100 „Reactor siting criteria”* oraz *Part 50, „Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities”* [13] definiują trzy obszary wokół elektrowni jądrowej: strefę wykluczenia, strefę niskiego zaludnienia oraz odległość od centrum populacji (10 CFR 100.3):

- **Strefa wykluczenia** – strefa oznaczająca obszar otaczający reaktor, w którym licencjobiorca reaktora ma prawo decydować o wszelkich działaniach, w tym o wykluczeniu lub usunięciu personelu i mienia z tego obszaru. Przez ten obszar może przebiegać autostrada, linia kolejowa lub droga wodna, pod warunkiem że nie znajdują się one zbyt blisko obiektu, co mogłoby zakłócać normalne funkcjonowanie obiektu i pod warunkiem że zostaną podjęte odpowiednie i skuteczne zabiegi w celu kontroli ruchu na autostradzie, linii kolejowej lub drodze wodnej, w sytuacji awaryjnej, w celu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa publicznego. Pobyt na obszarze wyłączonym jest zwykle zabroniony. W każdym przypadku mieszkańcy zostaną w razie konieczności przesiedleni. Działalność niezwiązana z eksploatacją reaktora może być dozwolona na obszarze wyłączonym z eksploatacji, pod odpowiednimi ograniczeniami, pod warunkiem że nie będzie się wiązać z istotnym zagrożeniem zdrowia i bezpieczeństwa publicznego.
- **Strefa niskiego zaludnienia** – strefa oznaczająca obszar bezpośrednio otaczający teren wyłączony, na którym znajdują się mieszkańcy, których całkowita liczba i zagęszczenie są takie, że istnieje uzasadnione prawdopodobieństwo podjęcia w ich imieniu odpowiednich środków ochronnych w przypadku poważnego wypadku. Wytyczne te nie określają dopuszczalnej gęstości zaludnienia ani całkowitej populacji w tej strefie, ponieważ sytuacja może się różnić w zależności od przypadku. To, czy określona liczba osób będzie mogła zostać na przykład ewakuowana z określonego obszaru lub poinformowana, aby schroniła się w odpowiednim czasie, będzie zależęć od wielu czynników, takich jak lokalizacja, liczba i wielkość autostrad, zakres i zasięg planowania awaryjnego i faktycznego rozmieszczenia mieszkańców na danym obszarze.
- **Odległość od centrum populacji**, tj. odległość od reaktora do najbliższej granicy gęsto zaludnionego ośrodka liczącego ponad około 25 000 mieszkańców.
Poza tymi dwoma strefami w Stanach Zjednoczonych wokół elektrowni jądrowych ustanawia się także strefy planowania awaryjnego (10 CFR 50.47 „Emergency plans”), które podzielone są na dwie główne kategorie:
 - **Plume Exposure Pathway EPZ** – ta strefa obejmuje obszar w promieniu około 10 mil (około 16 km) wokół elektrowni jądrowej. Jest zaprojektowana z myślą o działaniach ochronnych mających na celu minimalizację narażenia na promieniowanie w przypadku uwolnienia substancji promieniotwórczych do środowiska. Działania te obejmują ewakuację, schronienie oraz dystrybucję jodku potasu, które mogą być podjęte w krótkim czasie po zdarzeniu.
 - **Ingestion Pathway EPZ** – ta strefa obejmuje obszar w promieniu około 50 mil (około 80 km) i koncentruje się na ochronie przed spożywaniem skażonej żywności i wody. W ramach tej strefy przeprowadzane są działa-

nia związane z monitorowaniem i kontrolą zanieczyszczenia w łańcuchu żywnościowym, co może obejmować ograniczenia dotyczące spożycia lokalnych produktów spożywczych oraz wody.

Koncepcja obydwu stref EPZ została wprowadzona w dokumencie „*Planning Basis for the Development of State and Local Government Radiological Emergency Response Plans in Support of Light Water Nuclear Power Plants (NUREG-0396)*” [14] w 1978 roku. Rozmiar stref EPZ został uzgodniony przez grupę zadaniową, a ich uzasadnienie opisano w tym dokumencie w następujący sposób:

Rozważono kilka możliwych powodów ustalenia wielkości stref EPZ. Obejmowały one ryzyko, prawdopodobieństwo, efektywność kosztową i spektrum konsekwencji wypadków. Po przeanalizowaniu tych alternatyw grupa zadaniowa zdecydowała się oprzeć uzasadnienie na pełnym spektrum wypadków i odpowiadających im konsekwencji, łagodzonych względami prawdopodobieństwa. (...) Po zapoznaniu się z potencjalnymi konsekwencjami związanymi z tego typu awariami grupa zadaniowa zgodziła się, że plany awaryjne mogą opierać się na ogólnej odległości, do której określone z góry działania zapewnią zmniejszenie dawki w przypadku takich awarii. (...) Ocena grupy zadaniowej dotycząca zasięgu strefy planowania awaryjnego wynika ze skutków awarii projektowych i wypadków klasy 9 (awarie ze stopieniem rdzenia). (...) wybrano promień około 10 mil dla strefy Plume Exposure Pathway i promień około 50 mil dla strefy Ingestion Pathway. Chociaż promień EPZ sugeruje okrągły obszar, rzeczywisty kształt zależy od charakterystyki konkretnego miejsca. Okrągły lub inny określony obszar byłby przeznaczony do planowania, podczas gdy początkowa reakcja prawdopodobnie obejmowałaby tylko część całkowitego obszaru.

Zatem wielkości stref EPZ zostały oparte na badaniach z lat 70. wykazujących, że najbardziej znaczące skutki wypadku będą oczekiwane w bezpośrednim sąsiedztwie elektrowni, dlatego wszelkie wstępne działania ochronne, takie jak ewakuacje lub schronienie w miejscu, powinny być tam skoncentrowane. Chociaż standardowe rozmiary dla EPZ wynoszą 10 i 50 mil, nie muszą one być sztywno stosowane do każdej elektrowni. Dokładne granice mogą być dostosowywane na podstawie ocen specyficznych dla danej lokalizacji, uwzględniając lokalną geografie, gęstość zaludnienia i inne istotne czynniki [15]. Wszystkie aktualnie pracujące elektrownie w USA posiadają dwie EPZ o promieniu około 10 i 50 mil.

Kanada

W Kanadzie zasady ustanawiania stref planowania awaryjnego są regulowane przez Kanadyjską Komisję Bezpieczeństwa Jądrowego (*Canadian Nuclear Safety Commission* – CNSC). Dokument regulacyjny REGDOC-2.10.1 zatytułowany „Nuclear Emergency Preparedness and Response” [16] zawiera wytyczne dotyczące opracowywa-

nia planów gotowości awaryjnej i reagowania w przypadku sytuacji kryzysowych związanych z zagrożeniami jądrowymi. Podobnie jak w Stanach Zjednoczonych, Kanada wyznacza „strefę wykluczenia”, która według aktu prawnego – *Class I Nuclear Facilities Regulations (SOR/2000-204)* – jest terenem niezamieszkałym będącym pod kontrolą licencjodawcy. Dokument [16] określa także dwie strefy planowania awaryjnego (dla reaktorów o mocy cieplnej powyżej 10 MW):

- *Plume Exposure Planning Zone (PEPZ)* – strefa znana również jako „primary zone”, „urgent protective action zone” lub „emergency planning zone”. PEPZ jest zaprojektowana do ochrony ludności przed natychmiastowym narażeniem na promieniowanie w przypadku uwolnienia substancji promieniotwórczych do środowiska. Zasięg tej strefy jest zazwyczaj określany przez odpowiednie władze i wynosi od 8 do 16 km wokół elektrowni jądrowej.
- *Ingestion Control Planning Zone (ICPZ)* – często nazywana „secondary zone”, „extended planning distance” lub „ingestion planning zone”. ICPZ koncentruje się na ochronie przed spożyciem skażonej żywności i wody. Rozmiar tej strefy jest zazwyczaj określany na podstawie planu awaryjnego i wynosi od 50 do 80 km.

W Kanadzie nie ma żadnych wymagań prawnych ani regulacyjnych dotyczących rozmiarów stref wyłączonych i stref planowania awaryjnego (EPZ) [17] i nie obowiązują żadne ograniczenia dotyczące minimalnych rozmiarów stref. Wyznaczanie EPZ i inne działania planistyczne należy podejmować w odniesieniu do ryzyk związanych z konkretną technologią z uwzględnieniem cyklu życia proponowanego projektu elektrowni jądrowej. Wielkość EPZ określa się na podstawie wyników analiz bezpieczeństwa – deterministycznych (ocena najgorszych scenariuszy awaryjnych oraz potencjalnych skutków uwolnienia substancji promieniotwórczych) i probabilistycznych (analiza prawdopodobieństwa różnych scenariuszy awaryjnych, w tym z uwzględnieniem wielu jednoczesnych zdarzeń zewnętrznych, które mogą spowodować awarię większą niż awarie projektowe). Ponadto należy uwzględnić czynniki, takie jak warunki meteorologiczne, topografia terenu, a także demograficzne, jak gęstość zaludnienia i lokalna infrastruktura, w tym obiekty w pobliżu reaktora, które są lub mogą się stać trudne do ewakuacji lub schronienia (na przykład szkoły, więzienia, szpitale). W wyniku analiz deterministycznych określa się dawkę promieniowania jonizującego na całe ciało na granicy strefy wykluczenia lub poza nią w okresie 30 dni od analizowanego zdarzenia. Głównym kryterium określania wielkości EPZ jest kryterium dawki promieniowania:

- w normalnych warunkach pracy dawka skuteczna na granicy strefy wykluczenia dla osoby niebędącej pracownikiem elektrowni jądrowej nie może przekraczać 1 mSv rocznie;

- w warunkach przewidywanego zdarzenia eksploatacyjnego dawka skuteczna na granicy strefy wykluczenia dla osoby niebędącej pracownikiem elektrowni jądrowej nie powinna przekraczać 0,5 mSv w czasie uwolnienia spowodowanego tym zdarzeniem;
- w warunkach awarii projektowej dawka skuteczna na granicy strefy wykluczenia dla osoby niebędącej pracownikiem elektrowni jądrowej nie powinna przekraczać 20 mSv w czasie uwolnienia spowodowanego tą awarią.

Należy zwrócić uwagę, że *Canadian Nuclear Safety Commission* dostarcza tylko ogólne wytyczne i ramy regulacyjne dotyczące EPZ. Szczegółowe zasady ich ustanawiania definiowane są przez odpowiednie organy prowincjonalne. Na przykład w Ontario kluczowym dokumentem określającym planowanie awaryjne dla obszarów wokół elektrowni jądrowych jest *Provincial Nuclear Emergency Response Plan (PNERP)* [19]. Dokument ten definiuje strefy, jakie powinny być ustanawiane wokół elektrowni jądrowych zlokalizowanych w tej prowincji, tj.:

- *Automatic Action Zone (AAZ)* – obszar bezpośrednio otaczający obiekt reaktora, w którym w przypadku wystąpienia awarii automatycznie wdrażane są wcześniej zaplanowane działania ochronne.
- *Detailed Planning Zone (DPZ)* – obszar otaczający obiekt reaktora, który obejmuje AAZ. W tej strefie wdrażane są zaplanowane działania ochronne uwzględniające warunki panujące w obiekcie reaktora, modelowanie dawek oraz monitorowanie środowiskowe.
- *Contingency Planning Zone (CPZ)* – obszar otaczający obiekt reaktora, znajdujący się poza DPZ. W tej strefie przygotowywane są plany awaryjne, które umożliwiają rozszerzenie działań ochronnych poza DPZ w razie potrzeby, aby zredukować potencjalne narażenie.
- *Ingestion Planning Zone (IPZ)* – obszar otaczający reaktor, w którym opracowywane są plany mające na celu ochronę łańcucha żywnościowego i zaopatrzenia w wodę pitną. Działania w tej strefie obejmują ograniczenia dotyczące spożycia i dystrybucji potencjalnie skażonych produktów, takich jak owoce, produkty dziko rosnące, mleko od zwierząt pasących się, woda deszczowa oraz pasza dla zwierząt. IPZ obejmuje strefy AAZ, DPZ oraz CPZ.

Przykładowe wielkości EPZ w Kanadzie prezentuje tabela 2.

Korea Południowa

Podejście Korei do EPZ opiera się bezpośrednio na wytycznych Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, ale także uwzględnia krajowe uwarunkowania i specyfikę lokalnych elektrowni jądrowych [24]. W Korei Południowej strefy planowania awaryjnego dzielą się na dwie kategorie, znane z dokumentów MAEA, tj.:

- *Strefa działań prewencyjnych (Precautionary Action Zone – PAZ)* – PAZ w Korei obejmuje obszar o pro-

Tabela 2. Wielkości stref planowania awaryjnego dla elektrowni jądrowych w Kanadzie, oznaczenia: AAZ – Automatic Action Zone, DPZ – Detailed Planning Zone, CPZ – Contingency Planning Zone, IPZ – Ingestion Planning Zone, źródło: [20, 21, 22, 23].

Table 2. Sizes of emergency planning zones for nuclear power plants in Canada, designations. AAZ – Automatic Action Zone, DPZ – Detailed Planning Zone, CPZ – Contingency Planning Zone, IPZ – Ingestion Planning Zone, source: [20, 21, 22, 23].

Elektrownia jądrowa	Strefa	Wielkość strefy
• Pickering Nuclear Generating Station,	AAZ	ok. 3 km
	DPZ	10 km
• Bruce Nuclear Generating Station,	CPZ	20 km
	IPZ	50 km
• Darlington Nuclear Generating Station	AAZ	4 km
	DPZ	20 km
	CPZ	50 km
	IPZ	57 km

mieniu około 3 do 5 km wokół elektrowni jądrowej. Jest to strefa, w której podejmowane są natychmiastowe środki ochronne, takie jak ewakuacja czy schronienie, zanim nastąpi jakiegokolwiek uwolnienie substancji promieniotwórczych.

- **Strefa planowania natychmiastowych działań ochronnych** (*Urgent Protective Action Planning Zone – UPZ*) – obejmuje większy obszar, zwykle o promieniu od 20 do 30 km, w którym działania ochronne są wdrażane na podstawie prognoz i monitoringu środowiskowego. Celem tej strefy jest ochrona ludności przed opóźnionymi skutkami uwolnień promieniotwórczych.

W Korei Południowej EPZ są zdefiniowane przez wytyczne rządowe, a konkretnie ustawę *Act On Physical Protection And Radiological Emergency* [25], które uwzględniają różne poziomy zagrożenia i odpowiednie działania ochronne. Artykuł 20-2 wspomnianej ustawy określa szczegółowe zasady dotyczące ustanawiania EPZ. Strefy PAZ i UPZ są wyznaczane na podstawie analiz bezpieczeństwa (deterministycznych i probabilistycznych) oraz potencjalnego ryzyka radiologicznego związanego z funkcjonowaniem elektrowni jądrowej. Uwzględnia się czynniki takie jak typ reaktora, lokalne warunki geograficzne, demografia oraz potencjalne scenariusze awarii.

Wielka Brytania

Przepisy dotyczące planowania awaryjnego wokół obiektów jądrowych w Wielkiej Brytanii zawarte są w *The Radiation (Emergency Preparedness and Public Information) Regulations 2019 (REPPPIR 2019)* [26]. Zgodnie z tym dokumentem ustanawia się tu dwie strefy planowania awaryjnego: *Detailed Emergency Planning Zone* oraz *Outline Planning Zone*.

Detailed Emergency Planning Zone (DEPZ) – to obszar geograficzny wokół elektrowni jądrowej, w którym wdrażane są szczegółowe plany i środki zapobiegawcze mające na celu ochronę ludności przed potencjalnym narażeniem na promieniowanie, wprowadza się działania ochronne, takich jak ewakuacja, schronienie czy dystrybucja tabletek jodowych, w razie potrzeby. Odpowiedzialność za ustalenie DEPZ spoczywa na lokalnych władzach, w których rejonie znajduje się elektrownia jądrowa. Podstawą do wyznaczenia strefy jest tzw. *consequences report*, sporządzany przez operatora elektrowni. Raport ten jest kluczowym dokumentem, który zawiera ocenę potencjalnych zagrożeń w elektrowni jądrowej i przedstawia możliwe scenariusze uwolnienia substancji promieniotwórczych, analizuje skutki tych uwolnień i proponuje minimalny zasięg geograficzny DEPZ. Ocenie podlegają m.in. potencjalne dawki promieniowania, które mogą wpłynąć na ludność w otoczeniu obiektu, oraz czynniki takie, jak warunki atmosferyczne, gęstość zaludnienia i topografia terenu. Władze miejscowe, biorąc pod uwagę ten raport, określają ostateczne granice strefy, także uwzględniając przy tym lokalne czynniki, takie jak gęstość zaludnienia czy lokalną infrastrukturę, która może być kluczowa w sytuacjach awaryjnych. Dokument REPPPIR 2019 nie precyzuje konkretnych, standardowych rozmiarów DEPZ (lub ich zakresów), ponieważ ich wielkość zależy od specyfiki każdego obiektu jądrowego i związanych z nim zagrożeń. Strefy te są dostosowane do lokalnych warunków i mogą się różnić.

Outline Planning Zone (OPZ) – obejmuje tereny poza DEPZ. Celem ustanawiania tej strefy jest zapewnienie dodatkowej ochrony w przypadku bardzo rzadkich, ale potencjalnie poważnych zdarzeń radiacyjnych, które mogą wpłynąć na obszary poza DEPZ. Określenie wielkości OPZ opiera się na ocenie ryzyka, uwzględniając możliwe ekstremalne scenariusze awaryjne. Podczas ustalania granic OPZ brane są pod uwagę czynniki takie, jak topografia terenu, rozmieszczenie i gęstość ludności oraz obecność infrastruktury krytycznej. Operatorzy obiektów jądrowych, w konsultacji z lokalnymi władzami i innymi instytucjami odpowiedzialnymi za zarządzanie kryzysowe, ustalają granice OPZ na podstawie analiz ryzyka i potencjalnych skutków ekstremalnych zdarzeń. W REPPPIR 2019 zapisano także, że w niektórych przypadkach, mimo że wymagana jest strefa DEPZ, OPZ nie jest konieczna. Może to dotyczyć sytuacji, gdzie skutki najcięższej możliwej awarii są ograniczone do bliskości miejsca zdarzenia i nie uzasadniają tworzenia planów awaryjnych na większych odległościach. Operator elektrowni jądrowej powinien opisać geograficzny zasięg OPZ jako promień okręgu (w kilometrach) z wyraźnie wskazanym punktem centralnym. W przypadku elektrowni z wieloma blokami jej operator powinien określić jeden ogólny promień, który obejmuje wszystkie bloki.

Zgodnie z regulacjami zawartymi w REPIR 2019 operatorzy muszą ocenić potencjalne konsekwencje każdej zidentyfikowanej awarii z uwolnieniem substancji promieniotwórczych. Ta ocena koncentruje się na dawce efektywnej promieniowania (oraz, jeśli to konieczne, dawce równoważnej dla tarczycy), jaką mogą otrzymać najbardziej narażeni ludzie znajdujący się poza obiektem, z założeniem, że nie zostaną podjęte żadne pilne działania ochronne (Regulacja 4, Punkt 126a). Ocena ta musi również uwzględniać prawdopodobieństwo wystąpienia tych konsekwencji. Jednakże, na co warto zwrócić uwagę, małe prawdopodobieństwo nie powinno być stosowane jako uzasadnienie do pominięcia zagrożenia jako potencjalnej przyczyny awarii radiacyjnej (Regulacja 4, Punkt 126b), co jest innym podejściem niż to, które stosowane jest w Polsce, o czym będzie mowa dalej. Zatem nawet scenariusze o niezwykle niskim prawdopodobieństwie muszą być brane pod uwagę, jeśli mają potencjał do znaczących lub katastrofalnych skutków. Oczywiście, jeśli w wyniku przeprowadzonych analiz bezpieczeństwa zostanie stwierdzone, że konsekwencje radiologiczne konkretnej awarii z uwolnieniem substancji promieniotwórczych byłyby znikome (tj. dawka efektywna mniejsza niż 1 mSv w ciągu roku), nie ma potrzeby przeprowadzania dalszych ocen konsekwencji danej awarii (Regulacja 4, Punkt 128). Zatem tylko ten próg stanowi wyraźną granicę do wyłączenia pewnych zagrożeń z dalszej analizy.

Warto zwrócić uwagę na strukturę dokumentu *The Radiation (Emergency Preparedness and Public Information) Regulations 2019 (REPIR 2019)*, który jest wyjątkowym i dobrze zorganizowanym aktem prawnym, ustanawiającym ramy dla zarządzania sytuacjami awaryjnymi w obiektach jądrowych w Wielkiej Brytanii. REPIR 2019 jest podzielony na dwie główne części: „Regulations” (Regulacje) i „Guidance” (Wytyczne). „Regulations” stanowią formalne wymogi prawne, które muszą być przestrzegane przez operatorów obiektów jądrowych i inne zaangażowane strony. Z kolei „Guidance” dostarczą dodatkowych objaśnień i zaleceń, które pomagają w interpretacji i wdrażaniu przepisów zawartych w regulacjach. Chociaż nie mają one charakteru wiążącego, stanowią istotne wsparcie dla operatorów obiektów jądrowych i władz lokalnych, dostarczając praktycznych wskazówek dotyczących najlepszych praktyk oraz sposobów realizacji wymogów prawnych.

Wielkości stref planowania awaryjnego wokół obecnie eksploatowanych elektrowni jądrowych w Wielkiej Brytanii zaprezentowano w tabeli 3.

Francja

Szczegółowy plan działań interwencyjnych (*Plan Particulier d'Intervention* – PPI) jest podstawowym narzędziem planowania awaryjnego we Francji, stosowanym do zarządzania ryzykiem związanym z obiektami jądrowymi. PPI został zdefiniowany w *Code de la sécurité intérieure*

Tabela 3. Wielkości stref planowania awaryjnego wokół obecnie eksploatowanych elektrowni jądrowych Wielkiej Brytanii, źródło: [27, 28, 29, 30].

Table 3. Sizes of emergency planning zones around currently operating UK nuclear power stations, source: [27, 28, 29, 30].

Elektrownia jądrowa	Strefa planowania awaryjnego	Wielkość strefy
Sizewell B Nuclear Power Station	DEPZ	1,6 km
	OPZ	15 km
Torness Nuclear Power Station	DEPZ	2,4 km
	OPZ	30 km
Hartlepool Nuclear Power Station	DEPZ	1 km
	OPZ	nie zdefiniowano
Heysham 1 and 2 Nuclear Power Stations	DEPZ	2,4 km
	OPZ	30 km

(Kodeks Bezpieczeństwa Wewnętrznego), który zawiera szczegółowe przepisy dotyczące ochrony cywilnej i bezpieczeństwa ludności w przypadku zagrożeń technologicznych i naturalnych. PPI ustala strefę planowania awaryjnego, która początkowo ustanawiana była w promieniu 10 km od elektrowni jądrowych. PPI obejmuje działania mające na celu ochronę ludności, mienia i środowiska w przypadku awarii w obiekcie jądrowym. W ramach tego planu podejmowane są różnorodne środki ochronne, takie jak ewakuacja, schronienie oraz dystrybucja tabletek jodowych.

Jednak w odpowiedzi na wnioski płynące z katastrofy w Fukushima oraz międzynarodowe zalecenia w 2016 roku, Francja zdecydowała o rozszerzeniu PPI na obszar do 20 km od obiektu [31]. Rozszerzenie to ma na celu poprawę gotowości i ochrony ludności w obliczu potencjalnych awarii jądrowych o większym zasięgu. Decyzja ta wynikała z potrzeby zwiększenia efektywności działań informacyjnych oraz przygotowania społeczności na możliwe zagrożenia. Zwiększenie promienia strefy PPI spowodowało, że dodatkowo 2,2 mln osób i ponad 200 000 budynków ogólnodostępnych rozmieszczonych na terenie 1063 gmin zostało objętych działaniami interwencyjnymi.

We Francji przewidziano także dodatkową strefę ewakuacji obejmującą promień 5 km wokół elektrowni jądrowej. Ta strefa jest szczególnie ważna w scenariuszach, w których występuje powolna kinetyka zdarzenia, a emisja substancji promieniotwórczych może nastąpić od 24 do 48 godzin po wypadku. W takich przypadkach priorytetem jest szybka ewakuacja ludności znajdującej się w tej strefie, aby zminimalizować ryzyko narażenia na promieniowanie.

Zatem we Francji każda elektrownia jądrowa posiada dwie strefy – strefę ewakuacji o promieniu 5 km i strefę *Plan Particulier d'Intervention* o promieniu 20 km. Okazuje się, że z inicjatywy władz lokalnych niektóre elektrownie czy obiekty jądrowe mogą posiadać dodatkowe strefy

(zwykle PPI podzielona jest na strefy). Takim przykładem jest elektrownia jądrowa Flamanville, która stosuje rozbudowany *Plan Particulier d'Intervention* z trzema głównymi strefami, ustanowionymi z inicjatywy lokalnych władz, w celu zapewnienia skutecznej ochrony ludności w przypadku wypadku jądrowego. Elektrownia jądrowa Flamanville posiada następujące EPZ:

- *Zone d'Éloignement (ZE)* – strefa ta obejmuje obszar, z którego populacja powinna zostać ewakuowana na czas nieokreślony w przypadku potwierdzenia uwolnienia substancji promieniotwórczych. Strefa ZE jest najbliższej elektrowni i wymaga natychmiastowych działań ochronnych, takich jak ewakuacja. Promień tej strefy to 2 km.
- *Zone de Protection des Populations (ZPP)* – w tej strefie wdrażane są działania mające na celu minimalizację narażenia ludności na promieniowanie, poprzez środki takie jak ograniczenie spożycia skażonych produktów żywnościowych. ZPP obejmuje obszar, na którym ludność może pozostać, ale z zastosowaniem odpowiednich środków ochronnych. Promień tej strefy to 5 km.
- *Zone de Surveillance renforcée des Territoires (ZST)* – strefa ta koncentruje się na wzmocnionym monitorowaniu produktów rolnych i innych dóbr, zapewniając kontrolę jakości i bezpieczeństwa żywności. ZST jest najdalej położoną strefą o promieniu 20 km.

Belgia

W Belgii zasady ustanawiania stref planowania awaryjnego wokół obiektów jądrowych określa dokument rządowy *Nucleair en radiologisch noodplan voor het Belgisch grondgebied, de territoriale zee en de exclusieve economische zone* [32]. Prawo belgijskie przewiduje trzy główne strefy ochrony wokół elektrowni jądrowych: *Reflexzones*, *Noodplanningszone* oraz *Extensiezone*. Każda z tych stref pełni inną funkcję w ramach systemu planowania awaryjnego. Ponadto strefy te są podzielone na mniejsze jednostki zwane blokami, co pozwala na bardziej precyzyjne zarządzanie działaniami ochronnymi. Bloki te są definiowane na podstawie oceny ryzyka oraz potencjalnych skutków ewentualnych awarii. Każdy blok ma przypisane określone działania ochronne, takie jak ewakuacja, schronienie lub dystrybucja tabletek jodowych, co umożliwia elastyczną i skuteczną reakcję na różnorodne scenariusze awaryjne.

Reflexzone to pierwsza strefa wokół elektrowni jądrowej, która składa się z centralnej części (blok S) oraz pierścienia X wokół niej. W „*reflexzones*” wdrażane są natychmiastowe działania ochronne, takie jak alarmowanie, schronienie i monitorowanie środowiska, w momencie uruchomienia planu awaryjnego w trybie *General Emergency Reflex Mode*. Działania te mają na celu szybką reakcję na bezpośrednie zagrożenie radiacyjne i są kluczowym elementem pierwszej linii obrony.

Noodplanningszone to strefa planowania awaryjnego, która rozciąga się na odległość do 20 km od elektrowni jądrowych. Strefy te zostały rozszerzone z 10 km do 20 km, co zostało opisane w artykule dotyczącym harmonizacji działań ochronnych z prewencyjną dystrybucją tabletek jodowych w [32]. W ramach „*noodplanningszone*” mogą być ustanawiane podstrefy dedykowane ewakuacji, schronieniu oraz dystrybucji jodu, co pozwala na bardziej precyzyjne i skuteczne zarządzanie ochroną ludności.

Extensiezone to strefy rozszerzenia, które mogą obejmować obszar do 100 km od elektrowni jądrowej, aby uwzględnić przyjmowanie jodu i schronienie na szerszą skalę. W ramach „*extensiezone*” również mogą być tworzone podstrefy związane z ewakuacją i schronieniem, co umożliwia dostosowanie działań ochronnych do konkretnych potrzeb i warunków. Jest to szczególnie istotne w przypadku większych awarii, które mogą wymagać koordynacji działań na dużą skalę.

Wspomniane powyżej strefy ustanawiane są na podstawie międzynarodowych standardów oraz krajowych zaleceń, uwzględniając zarówno bezpośrednie, jak i pośrednie środki ochrony. Każda strefa jest dostosowana do specyficznych warunków lokalnych i scenariuszy awaryjnych.

Belgijskie elektrownie jądrowe Doel i Tichange oraz francuska elektrownia Chooz i holenderska Borssele (obie po stronie belgijskiej) posiadają strefy planowania awaryjnego o następujących promieniach [32]:

- *Reflexzone* – 3,5 km,
- *Noodplanningszone*:
 - Strefa ewakuacji – 10 km,
 - Strefa schronienia – 20 km,
 - Strefa podawania stabilnego jodu – 20 km,
- *Extensiezone* – 100 km.

Hiszpania

W Hiszpanii zarządzanie strefami planowania awaryjnego wokół elektrowni jądrowych jest precyzyjnie uregulowane w dokumencie: *Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN)* [33]. Plan ten określa zasady, zakres oraz organizację działań mających na celu ochronę ludności i środowiska w sytuacjach awaryjnych związanych z potencjalnym uwolnieniem substancji promieniotwórczych z elektrowni jądrowych. W ramach PLABEN strefy planowania awaryjnego są podzielone na kilka kategorii, z których każda odgrywa specyficzną rolę w hierarchii działań ochronnych.

Podział EPZ w Hiszpanii przedstawia się następująco:

1. *Zona 0 (Zona bajo control del explotador)* – strefa ta obejmuje obszar bezpośrednio kontrolowany przez operatora elektrowni, który zwykle pokrywa teren samego zakładu oraz bezpośrednio otoczenie, gdzie operator ma pełne prawo zarządzania dostępem i działaniami. Działania w tej strefie są zorganizowane zgodnie z wewnętrznymi planami awaryjnymi elektro-

wni, które zawierają procedury ochrony personelu oraz minimalizacji skutków awarii.

2. Zona I (*Zona de Medidas de Protección Urgente*) – obejmuje obszar do 10 km od elektrowni i jest podzielona na trzy podstrefy: IA, IB oraz IC. Zona IA obejmuje obszar do 3 km od elektrowni, Zona IB rozciąga się od 3 do 5 km, a Zona IC obejmuje obszar od 5 do 10 km. W tej strefie mogą być wdrażane natychmiastowe środki ochronne, takie jak ewakuacja, schronienie oraz dystrybucja tabletek jodowych.
3. Zona II (*Zona de Medidas de Protección de Larga Duración*) – jest to strefa ochrony długoterminowej, która obejmuje obszar od 10 do 30 km od elektrowni jądrowej. W tej strefie podejmowane są działania mające na celu minimalizowanie długoterminowych skutków promieniowania, w tym ograniczenia dostępu, kontrola żywności i wody oraz inne środki ochrony ludności na większą skalę.
4. Strefa rozszerzona (*Zona de Atención Preferente*) – ta strefa może obejmować sektory wykraczające poza standardowe strefy I i II, w zależności od warunków atmosferycznych i innych czynników. Jest aktywowana w sytuacjach krytycznych, gdy istnieje ryzyko dalszego rozprzestrzeniania się substancji promieniotwórczych.

Określanie wielkości powyższych stref jest oparte na analizie ryzyka, ocenie potencjalnych skutków awarii oraz uwzględnieniu lokalnych warunków geograficznych i meteorologicznych. Strefy są projektowane tak, aby zapewnić maksymalną ochronę ludności w przypadku różnych scenariuszy awaryjnych, a ich granice są określane w sposób pozwalający na szybkie i skuteczne wdrożenie odpowiednich działań ochronnych. Wszystkie EPZ dla każdej elektrowni jądrowej w Hiszpani są tej samej wielkości – ich promienie podane zostały powyżej.

Niemcy

Chociaż niemieckie elektrownie jądrowe są już wyłączane na stałe, warto zwrócić uwagę na sposób ustanawiania i wielkości stref planowania awaryjnego wokół nich. W Niemczech EPZ regulowane są przez konkretny akt prawny – *Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen* [34], który definiuje trzy strefy: strefę centralną, środkową i zewnętrzną. Strefy środkowa i zewnętrzna są następnie podzielone na 12 sektorów, co pozwala na dokładniejsze dostosowanie działań interwencyjnych w zależności od kierunku wiatru i innych warunków atmosferycznych. Z kolei poza strefą zewnętrzną plany sporządzane są także dla całego terytorium Niemiec.

Centralna strefa (*Zentralzone*) to strefa o promieniu do 5 km od elektrowni jądrowej, w której podejmowane są natychmiastowe działania ochronne w przypadku awarii, takie jak ewakuacja i dystrybucja tabletek jodowych. Środkowa strefa (*Mittelzone*) obejmuje obszar od 5 do 20 km. Środki ochronne w tej strefie mogą obejmować ewakuację

oraz inne działania ograniczające narażenie ludności na promieniowanie. Z kolei zewnętrzna strefa (*Außenzone*) rozciąga się od 20 do 100 km od elektrowni. Strefa ta jest przygotowana na długoterminowe działania ochronne, w tym kontrolę zdrowia czy monitorowanie dostaw żywności.

Dokument [34] precyzuje także sposób wyznaczania wielkości i granic EPZ, który opiera się na analizach bezpieczeństwa deterministycznych i probabilistycznych. Granice stref są ustalane w taki sposób, aby zapewnić, że mieszkańcy nie otrzymają dawki skutecznej promieniowania po wystąpieniu najcięższej awarii przekraczającej określone progi interwencyjne, które są zgodne z zaleceniami Strahlenschutzkommission (Komisja Ochrony Radiologicznej). Ponadto granice stref są dostosowywane do lokalnych warunków geograficznych i demograficznych, w tym do struktury terenu oraz gęstości zaludnienia.

Czechy

W czeskim Prawie atomowym [35] zdefiniowana jest jedna strefa planowania awaryjnego (*Zóna havarijního plánování*), która obejmuje obszar wokół elektrowni jądrowej i nie ma podziału na mniejsze strefy o różnym promieniu. Szczegółowe zasady wyznaczania obszaru tej strefy reguluje rozporządzenie nr 359/2016 z dnia 17 października 2016 roku [34], które szczegółowo omawia zarządzanie sytuacjami awaryjnymi związanymi z promieniowaniem jonizującym.

§4 rozporządzenia [36] określa obszar strefy planowania awaryjnego, którego środek odpowiada środkowi najmniejszego okręgu obejmującego rzut budynku z reaktorem jądrowym lub wszystkich budynków z reaktorami jądrowymi zlokalizowanych na terenie elektrowni jądrowej. Promień tego okręgu jest równy odległości, na której nie jest wykluczone, że w razie awarii z prawdopodobieństwem większym lub równym 10^{-7} na rok będzie konieczne planowanie i wdrożenie pilnych środków ochronnych, takich jak ewakuacja czy profilaktyka jodowa. Wewnątrz obszaru stref należy zdefiniować 16 sektorów strefy planowania awaryjnego, które stanowią części okrągłego odcinka obszaru o kącie $22,5^\circ$. Każdy operator elektrowni jądrowej, przeprowadzając analizy bezpieczeństwa, musi zidentyfikować źródła zagrożeń oraz scenariusze możliwych awarii, w tym ciężkich awarii, które mogą mieć najpoważniejsze konsekwencje radiologiczne. W analizach należy wziąć pod uwagę różne warunki meteorologiczne, takie jak kierunek i prędkość wiatru, które mogą wpłynąć na rozprzestrzenianie się substancji promieniotwórczych.

W przypadku elektrowni jądrowej Dukovany promień EPZ wynosi 20 km [37], zawiera jednak również dwie mniejsze strefy: pierwsza to obszar o promieniu 5 km od środka, którego wyznaczanie opisano powyżej, druga to obszar o promieniu 10 km od środka. W przypadku elektrowni jądrowej w Temelinie promień EPZ wynosi

13 km i strefa ta ma jedną wewnętrzną strefę o promieniu 5 km od środka. Podział na mniejsze strefy wewnątrz EPZ wynika z konieczności dostosowania działań ochronnych do różnorodnych scenariuszy awaryjnych oraz poziomu ryzyka w różnych odległościach od elektrowni. Im bliżej elektrowni, tym bardziej intensywne i pilne mogą być środki ochronne, takie jak ewakuacja, schronienie czy dystrybucja tabletek jodowych.

Ustanawianie stref planowania awaryjnego w Polsce

W Polsce, zgodnie z ustawą Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 roku [4] art. 86m. 1., strefy planowania awaryjnego określa się na podstawie wyników analiz bezpieczeństwa potencjalnych skutków sytuacji awaryjnych o prawdopodobieństwie wystąpienia równym lub większym niż raz na 10^7 lat (podobnie jak w Czechach), zidentyfikowanych w raporcie bezpieczeństwa dla wykonywanej działalności. Analizy bezpieczeństwa wykonywane są dla konkretnej lokalizacji elektrowni jądowej i uwzględniają wszystkie potencjalne sytuacje awaryjne polegające na poważnym uszkodzeniu rdzenia reaktora, skutkujące uwolnieniami substancji promieniotwórczych. Wynikiem analiz jest określenie m.in. prawdopodobieństwa zajścia danej awarii oraz rozkładu mocy dawki promieniowania jonizującego wokół elektrowni jądowej po jej wystąpieniu. Następnie, na podstawie tych danych, można określić przybliżone wielkości stref planowania awaryjnego. Biorąc pod uwagę obliczenia dawek, charakterystykę lokalnej infrastruktury, średnie warunki pogodowe i inne czynniki, które mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo obiektu, ustalana jest konkretna wielkość stref planowania awaryjnego.

Art. 86l ust. 1 oraz art. 86n ust. 1 ustawy Prawo atomowe definiuje następujące strefy planowania awaryjnego:

- a) strefę planowania wyprzedzających działań interwencyjnych, tzw. strefa wewnętrzna. Określa się ją jako obszar, na którym dawki dla ludności po wystąpieniu zdarzenia radiacyjnego, w przypadku niepodjęcia działań interwencyjnych, osiągają poniższe wartości [38]:
- a. dla narażenia zewnętrznego w dowolnym okresie 10 godzin po awarii:
 - i. dla czerwonego szpiku kostnego dawka równoważna 1 Sv;
 - ii. dla skóry – liczone jako wartość średnia dla dowolnej powierzchni narażonej skóry równej 100 cm^2 – dawka równoważna na głębokości 0,4 mm 10 Sv;
 - b. dla narażenia wewnętrznego w dowolnym okresie 30 dni:
 - i. dla czerwonego szpiku kostnego:
 1. od izotopów o liczbie atomowej Z 89 dawka równoważna 2 Sv;
 2. od izotopów o liczbie atomowej Z 90 dawka równoważna 0,2 Sv;

ii. dla tarczycy dawka równoważna 2 Sv;

iii. dla płuc dawka równoważna 30 Sv.

b) strefę planowania natychmiastowych działań interwencyjnych, tzw. strefa zewnętrzna. Określa się ją jako obszar, na którym w ciągu pierwszych 7 dni po awarii prognozowane dawki dla ludności bez podjęcia działań interwencyjnych osiągają poniższe wartości [38]:

- a. dawki skutecznej – na skutek narażenia zewnętrznego i wewnętrznego, z wyjątkiem wchłonięcia substancji promieniotwórczych drogą pokarmową 100 mSv;
- b. dawki równoważnej w tarczycy pochodzącej od wchłonięć promieniotwórczych izotopów jodu 50 mSv.

Ponadto kierownik jednostki organizacyjnej musi wyznaczyć dodatkowe dwa obszary rozszerzające powyższe strefy (poza strefą zewnętrzną), tj.: dystans rozszerzonego planowania, na którym przewiduje się konieczność prowadzenia monitoringu radiacyjnego środowiska w celu niezwłocznej identyfikacji terenów skażonych wymagających wprowadzenia działań interwencyjnych, w tym czasowego lub stałego przesiedlenia ludności, oraz działań naprawczych, a także dystans planowania spożycia i kontroli towarów, czyli obszar poza dystansem rozszerzonego planowania, dla którego planuje się wprowadzenie działań interwencyjnych obejmujących ochronę żywności, wody i surowców przed skażeniem oraz zakaz lub ograniczenie spożywania skażonej żywności i skażonej wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, żywienia zwierząt skażonymi środkami i pojenia skażoną wodą oraz wypasu zwierząt na skażonym terenie.

Analizując podejścia innych krajów, można dojść do wniosku, że tylko Czechy i Polska posiadają w regulacjach prawnych zapis, że EPZ określa się na podstawie wyników analiz bezpieczeństwa potencjalnych skutków sytuacji awaryjnych o prawdopodobieństwie wystąpienia równym lub większym niż raz na 10^7 lat. W raporcie bezpieczeństwa elektrowni jądowej AP1000 w części 19 – *Probabilistic Risk Assessment* [39] w tabeli 19.59-2 oraz 19.59-3 zebrano wyniki analiz probabilistycznych, a konkretnie prawdopodobieństwa uszkodzenia rdzenia spowodowane zdarzeniami inicjującymi i ich sekwencjami. Żadne z analizowanych zdarzeń inicjujących lub ich sekwencji nie prowadzi do uszkodzenia rdzenia z prawdopodobieństwem większym lub równym 10^7 lat. Powoduje to pewien precedens. Trzymając się literalnie prawa, faktycznie operator elektrowni jądowej nie musiałby w ogóle ustanawiać stref planowania awaryjnego wokół obiektu w takim przypadku. Spółka Polskie Elektrownie Jądowe (PEJ), która, realizując Polski Program Energetyki Jądowej, buduje trzy bloki z reaktorem AP1000 w gminie Choczewo, zamieściła w tomie IV Raportu o oddziaływaniu na środowisko [40] ocenę skutków radiologicznych dla awarii projektowej – duża ucieczka chłodziwa z reaktora (tzw. awaria LB

LOCA, *large break loss of coolant accident*) oraz dla ciężkiej awarii ze stopieniem rdzenia reaktora, nie podając prawdopodobieństw tych awarii. Zaproponowano w tym raporcie obszar stref planowania awaryjnego oraz dystansów, przy czym maksymalny zasięg zewnętrznej strefy planowania awaryjnego określono na około 12 km od elektrowni jądrowej w gminie Choczewo, a także obszar o promieniu około 1,4 km objęty zostałby ewakuacją i około 1,65 km czasowym przesiedleniem ludności.

Pozostaje pytanie, czy rzeczywiście kryterium prawdopodobieństwa wystąpienia awarii zostało słusznie zapisane w polskim Prawie atomowym. Zupełnie inne podejście praktykują np. Brytyjczycy, którzy wyraźnie podali w swoich przepisach, że małe prawdopodobieństwo wystąpienia awarii nie powinno być stosowane jako uzasadnienie do pominięcia zagrożenia i stosowane jest tylko kryterium dawki skutecznej dla ludności po uwolnieniu materiału radioaktywnego do środowiska. Na osobną dyskusję zasługują strefy planowania awaryjnego wokół małych reaktorów modułowych (SMR), tam prawdopodobieństwa wystąpienia awarii projektowych i ciężkich awarii mogą być porównywalne lub mniejsze niż w dużych elektrowniach generacji III/III+. Czy wówczas zaakceptowalibyśmy brak stref planowania awaryjnego wokół SMR w Polsce?

Należy także zwrócić uwagę, że w wielu krajach w procedurze ustanawiania EPZ biorą również władze lokalne, których opinia jest brana pod uwagę przy nakreśleniu granic stref. Polskie Prawo atomowe oraz wytyczne Państwowej Agencji Atomistyki nie zakładają w tym momencie udziału i zasięgania opinii władz lokalnych.

Kwestie społeczne ustanawiania stref planowania awaryjnego

Na koniec warto zastanowić się, czy tylko wyniki analiz bezpieczeństwa i ocena skutków potencjalnych awarii powinny być tymi kryteriami, na podstawie których ustanawia się i określa wielkości stref planowania awaryjnego. Równie istotna może być także opinia lokalnej społeczności. W Korei Południowej przeprowadzono bardzo ciekawe badanie opinii społecznej, które miało na celu ocenę akceptacji publicznej dla redukcji strefy planowania awaryjnego wokół elektrowni jądrowej APR1400 [41]. Badanie to miało znaczenie nie tylko techniczne, ale również społeczne, biorąc pod uwagę, że zmniejszenie strefy EPZ mogło budzić obawy społeczne, mimo że technicznie było uzasadnione. Badanie zostało przeprowadzone między 25 czerwca a 13 lipca 2001 roku. Respondenci zostali podzieleni na dwie grupy: mieszkańców okolicznych terenów oraz pracowników elektrowni w lokalizacji Kori. W badaniu wzięło udział łącznie 686 osób, z czego 406 stanowili pracownicy, a 280 mieszkańcy. Ankieta składała się z 21 pytań, które miały na celu zbadać, w jakim stopniu społeczeństwo akceptuje zmiany

w rozmiarze EPZ, a także jakie są preferowane przez nich metody wdrożenia tych zmian.

Okazuje się, że w grupie pracowników większość (58%) opowiedziała się za wyższymi wartościami kryteriów PAG (10 mSv), podczas gdy mieszkańcy preferowali bardziej rygorystyczne normy (57% opowiedziało się za wartością poniżej 10 mSv). Wskazuje to na pewną różnicę w postrzeganiu ryzyka między tymi dwoma grupami. Kryterium PAG (*Protective Action Guides*) to wytyczne dotyczące działań ochronnych, które powinny być podjęte w przypadku incydentu radiacyjnego, aby zminimalizować narażenie ludności na promieniowanie jonizujące. Kryteria PAG określają poziomy dawki promieniowania, przy których zaleca się wdrożenie określonych działań ochronnych, takich jak ewakuacja, schronienie się wewnątrz budynków czy podanie środków stabilizujących jod (np. jodek potasu).

Istotną część mieszkańców (47%) uznała obecny rozmiar EPZ za niewystarczający, a 39% z nich stwierdziło, że jest on „absolutnie niewystarczający”. Z kolei 66% pracowników uznało go za wystarczający. Większość respondentów z obu grup preferowała, aby strefa EPZ miała promień co najmniej 2 km, z przewagą preferencji dla 4 km. Mieszkańcy preferowali utrzymanie obecnej wielkości strefy EPZ, podczas gdy pracownicy byli bardziej skłonni do zaakceptowania stopniowej redukcji strefy.

Autorzy publikacji doszli do wniosku, że mimo technicznej możliwości redukcji EPZ do 700 m, akceptacja społeczna takiego kroku jest ograniczona. Większość respondentów nie była gotowa zaakceptować strefę mniejszą niż 1 km, a preferowana była raczej większa strefa, o promieniu powyżej 2 km. Warto mieć to na uwadze, ustanawiając w przyszłości strefy planowania awaryjnego wokół elektrowni jądrowych w Polsce.

Podsumowanie

W artykule przeanalizowano różnorodne podejścia do ustanawiania stref planowania awaryjnego (EPZ) wokół elektrowni jądrowych, zarówno w Polsce, jak i w wybranych krajach na świecie. Na podstawie przeglądu praktyk międzynarodowych oraz analiz regulacji prawnych w poszczególnych krajach można stwierdzić, że mimo istnienia ogólnych wytycznych Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) każdy kraj przyjmuje własne podejście do definiowania EPZ, uwzględniając lokalne warunki geograficzne, demograficzne oraz specyfikę technologii jądrowej.

W Polsce, zgodnie z ustawą Prawo atomowe, strefy planowania awaryjnego są określane na podstawie wyników analiz bezpieczeństwa, które uwzględniają prawdopodobieństwo wystąpienia awarii równe lub większe niż raz na 10^7 lat. Takie podejście, podobnie jak w Czechach, prowadzi do potencjalnej możliwości, że dla niektórych elektrowni strefy te nie będą musiały być w ogóle ustana-

wiane, co budzi pytania o adekwatność takich przepisów w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa publicznego. Warto zaznaczyć, że inne kraje, takie jak Wielka Brytania, przyjmują podejście, które nie dopuszcza do pominięcia potencjalnych zagrożeń, nawet przy bardzo niskim prawdopodobieństwie ich wystąpienia.

Analiza społecznych aspektów ustanawiania EPZ, na przykładzie badań przeprowadzonych w Korei Południowej, wskazuje, że akceptacja społeczna jest istotnym elementem w procesie planowania. Wyniki tych badań sugerują, że mimo technicznej możliwości redukcji stref społeczeństwo może preferować bardziej rygorystyczne podejście, co powinno być brane pod uwagę przez operatorów elektrowni jądrowych.

Notka o autorze

mgr Łukasz Koszuc – fizyk jądrowy, absolwent Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, obecnie pracownik Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, współzałożyciel i prezes Fundacji Forum Atomowe, prowadzi także własną firmę doradczą „AI and Nuclear”.

Literatura

1. „Defence in Depth in Nuclear Safety.” *INSAG-10*, Vienna, IAEA, 1996.
2. Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants. 75-INSAG-3 Rev.1, INSAG-12, IAEA, Vienna, 1999.
3. Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements. SSR-2/1 Rev. 1, IAEA, Vienna, 2016.
4. Ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. z późn. zm. Dz.U.2023.1173 t.j.
5. International Atomic Energy Agency. „Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency.” *IAEA Safety Guides Series No. GSG-2*, Vienna, IAEA, 2011.
6. International Atomic Energy Agency. „Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency.” *IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7*, Vienna, IAEA, 2015.
7. International Atomic Energy Agency. „Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency.” *IAEA Safety Standards Series No. GS-G-2.1*, Vienna, IAEA, 2007.
8. US Atomic Energy Commission. *WASH-3: Summary Report of Atomic Safeguard Committee*. Oak Ridge, USA, 1950.
9. Westinghouse Electric Company LLC. *Next Generation Nuclear Plant – Emergency Planning Zone Definition at 400 Meters*, July 2009.
10. International Atomic Energy Agency. *Preparedness of Public Authorities for Emergencies at Nuclear Power Plants*. IAEA Safety Series No. 50-SG-G6, Vienna, IAEA, 1982.
11. International Atomic Energy Agency. *Safety Standards Series No. GSR Part 7: Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*. Vienna, IAEA, 2015.
12. International Atomic Energy Agency. *Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor. Emergency Preparedness and Response*, Vienna, IAEA, 2013.
13. „NRC Regulations Title 10, Code of Federal Regulations.”
14. Collins H. E., B. K. Grimes, and F. Galpin. *Planning Basis for the Development of State and Local Government Radiological Emergency Response Plans in Support of Light Water Nuclear Power Plants (NUREG-0396)*. United States, 1978.
15. „NRC Regulations Title 10 of the Code of Federal Regulations, Part 50.47: Emergency Plans.”
16. Canadian Nuclear Safety Commission. *REGDOC-2.10.1: Nuclear Emergency Preparedness and Response*.
17. Miller D., C. Morin, N. Allison, and K. Cormier. *Approach to Establishing Emergency Planning Zones for New Reactor Facilities*. Canadian Nuclear Safety Commission, March 2019.
18. Office of the Fire Marshal and Emergency Management.
19. Ministry of Community Safety and Correctional Services. *Provincial Nuclear Emergency Response Plan (PNERP) Master Plan*. Ontario, Kanada, 2017.
20. Office of the Fire Marshal and Emergency Management Ministry of Community Safety and Correctional Services. *PNERP Implementing Plan for the Pickering Nuclear Generating Station*, 2019.
21. Office of the Fire Marshal and Emergency Management Ministry of Community Safety and Correctional Services. *PNERP Implementing Plan for the Bruce Nuclear Generating Station*, 2019.
22. Office of the Fire Marshal and Emergency Management Ministry of Community Safety and Correctional Services. *PNERP Implementing Plan for the Darlington Nuclear Generating Station*, 2019.
23. New Brunswick Department of Justice and Public Safety. *Point Lepreau Nuclear Off-Site Emergency Plan*, 2023.
24. Chang-Keun Y., and Jong-Kwon L. „Analysis on the Establishment of Domestic and Foreign Emergency Planning Zones.” *Transactions of Korean Nuclear Society Virtual Spring Meeting*, 2020.
25. Ustawa Act On Physical Protection And Radiological Emergency, Korea Południowa, https://elaw.klri.re.kr/eng_mobile/viewer.do?hseq=55157&type=part&key=18 (dostęp 10.08.2024).
26. Office for Nuclear Regulation. *Radiation (Emergency Preparedness and Public Information) Regulations 2019 (REPPPIR)*. Wielka Brytania, 2019.
27. EDF. *Sizewell B Nuclear Power Station Emergency Plan*, 2020.
28. EDF. *Torness Nuclear Power Station Emergency Plan*, 2020.
29. EDF. *Hartlepool Nuclear Power Station Emergency Plan*, 2019.
30. EDF. *Heysham 1 and 2 Nuclear Power Stations Emergency Plan*, 2020.
31. L’Autorité de sûreté nucléaire. „Extension of the off-site emergency plans around the French nuclear power plants. New information campaign: 19 NPPs and 2.2 million persons concerned.” <https://www.french-nuclear-safety.fr/asn-informs/news-releases/extension-of-the-off-site-emergency-plans-around-the-french-nucl> (dostęp 10.08.2024), 2019.
32. Rząd Belgii. *Nucleair en radiologisch noodplan voor het Belgisch grondgebied, de territoriale zee en de exclusieve economische zone*, 2024.
33. Ministerio del Interior. *Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear*. Hiszpania, 2024.
34. Strahlenschutzkommission. *Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. Empfehlung der Strahlenschutzkommission*, 2015.
35. Parlament se usnesl na tomto zákoně České republiky. *ZÁKON č. 263/2016 Sb. ze dne 14. července 2016 Atomový zákon*.
36. VYHLÁŠKA č. 359/2016 Sb. ze dne 17. října 2016 o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události.
37. State Office for Nuclear Safety, Ministry of the Interior of the Czech Republic. *National Radiation Emergency Plan*.
38. Państwowa Agencja Atomistyki. *Wyznaczenie stref planowania awaryjnego oraz rozszerzających je dystansów wokół jednostki organizacyjnej wykonującej działalność zakwalifikowaną do I lub II kategorii zagrożeń*, 2021.
39. Westinghouse. *AP1000 Design Control Document Rev. 16. Tier 2 Chapter 19: Probabilistic Risk Assessment*.
40. Polskie Elektrownie Jądrowe. *Raport o oddziaływaniu na Środowisko przedsięwzięcia polegającego na budowie i eksploatacji pierwszej w Polsce Elektrowni Jądrowej o mocy elektrycznej do 3750 MWe, na obszarze gmin: Choczewo lub Gniewino i Krokowa*, 2022.
41. Lee, Young Wook, Chang Sun Kang, and Joo Hyun Moon. „Reduction of EPZ Area for APR1400 and Its Public Acceptance.” *Progress in Nuclear Energy*, vol. 44, no. 2, 2004.

Narażenie medyczne: ekspozycje niezamierzone i narażenie przypadkowe w Polsce

Medical exposure: unintended and accidental exposures in Poland

Jarosław Kurp, Katarzyna Jeziorska, Dariusz Kluszczyński
Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia

Streszczenie: Publikacja opisuje stan prawny oraz kierunki działań istotnych dla jednostek ochrony zdrowia w Polsce, w których wystąpiły ekspozycje niezamierzone i narażenia przypadkowe w trakcie realizacji medycznych procedur radiologicznych, a także wskazuje ustawowe obowiązki, które w tym zakresie powinny zostać podjęte przez jednostkę oraz przez właściwego konsultanta krajowego bądź wojewódzkiego. Praca przedstawia podział ekspozycji z uwzględnieniem kategorii oraz opisuje zakres Centralnego Rejestru Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych publikowanego na stronie Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia.

Słowa kluczowe: Ochrona radiologiczna pacjenta, ekspozycja niezamierzona, narażenie przypadkowe, Centralny Rejestr Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych, diagnostyczny poziom referencyjny, jednostka ochrony zdrowia, konsultant krajowy, konsultant wojewódzki, Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia.

Abstract: *The paper describes the legal status and directions of undertaken actions important for health care units in Poland, when unintended and accidental exposures occur as consequence of medical radiological protocol implementation. It indicates the obligations that should be undertaken by the unit and the appropriate national or provincial consultant. It presents the categorisation of exposures and describes the scope of the Central Register of Unintended and Accidental Exposures published on the website of the National Centre for Radiation Protection in Health Care.*

Keywords: *Radiation protection of the patient, unintended exposure, accidental exposure, Central Register of Unintended and Accidental Exposures, diagnostic reference level, health care unit, national consultant, provincial consultant, National Centre for Radiation Protection in Health Care.*

Podstawy prawne, definicje

Realizując ustawowe zadania wynikające z art. 33m ust. 11 ustawy – Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 roku (Dz.U. z 2024 poz. 1277), Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia prowadzi Centralny Rejestr Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych. Natomiast kategorie oraz kryteria kwalifikowania ekspozycji niezamierzonych i narażeń przypadkowych, działań, które należy podjąć w jednostce ochrony zdrowia po ich wystąpieniu, a także zakresu informacji objętych Centralnym Rejestrem Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych określa rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 grudnia 2022 roku w sprawie kategorii oraz kryteriów kwalifikowania ekspozycji

niezamierzonych i narażeń przypadkowych, działań, które należy podjąć w jednostce ochrony zdrowia po ich wystąpieniu, a także zakresu informacji objętych Centralnym Rejestrem Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych (Dz.U. z 2022 r. poz. 2700).

Definicje:

- 1) **ochrona radiologiczna pacjenta** – zespół czynności i ograniczeń zmierzających do zminimalizowania narażenia pacjenta na promieniowanie jonizujące, które nie będzie nadmiernie utrudniało lub uniemożliwiało uzyskania pożądanych i uzasadnionych informacji diagnostycznych lub efektów leczniczych;
- 2) **ekspozycja niezamierzona** – ekspozycja medyczna, która w znaczącym stopniu różni się od ekspozycji medycznej przewidzianej dla danego celu;

- 3) **narażenie przypadkowe** – narażenie w wyniku wypadku osób innych niż członkowie ekip awaryjnych;
- 4) **diagnostyczny poziom referencyjny** – poziom dawki w rentgenodiagnostyce i w radiologii zabiegowej lub, w przypadku produktów radiofarmaceutycznych, poziom aktywności tych produktów w odniesieniu do typowych badań diagnostycznych i zabiegów, którym poddawani są pacjenci o standardowej budowie ciała lub które przeprowadzane są na standardowych fantomach w odniesieniu do szeroko określonych kategorii sprzętu;
- 5) **Centralny Rejestr Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych** – jawny rejestr zgłoszonych ekspozycji niezamierzonych i narażeń przypadkowych z wyłączeniem danych pozwalających na identyfikację jednostki ochrony zdrowia prowadzony przez Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia;
- 6) **jednostka ochrony zdrowia** – jednostka organizacyjna będąca podmiotem wykonującym działalność leczniczą w rozumieniu art. 2 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 15 kwietnia 2011 roku o działalności leczniczej (Dz.U. z 2022 r. poz. 633, z późn. zm.);
- 7) **konsultant krajowy, konsultant wojewódzki** – odpowiednio konsultant krajowy bądź wojewódzki w dziedzinie radioterapii onkologicznej albo medycyny nuklearnej, albo radiologii i diagnostyki obrazowej.

Podział ekspozycji niezamierzonych i narażeń przypadkowych oraz ich kategorie

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 grudnia 2022 roku określa kategorie ekspozycji niezamierzonych i narażeń przypadkowych oraz kryteria kwalifikowania tych ekspozycji i narażeń do odpowiednich kategorii. Opisuje działania, które należy podjąć w jednostce ochrony zdrowia po wystąpieniu ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego, właściwe dla kategorii, do której ta ekspozycja lub narażenie zostały zakwalifikowane, w tym działania służące ograniczeniu negatywnych skutków zdrowotnych dla pacjentów, wobec których doszło do ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego. Ponadto określa zakres informacji objętych Centralnym Rejestrem Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych.

Ekspozycje niezamierzone i narażenia przypadkowe dzielą się na zdarzenia kategorii I, II oraz III. Ekspozycje z kategorii I to błędy ludzkie i proceduralne, II – wyższe niż planowane narażenie pacjenta, natomiast kategoria III to ekspozycja kobiet w ciąży, jeśli stan ciąży ustalono dopiero po przeprowadzeniu procedury.

W radiologii zabiegowej powtórzenie procedury prowadzącej do określonej sumarycznej dawki przekraczającej odpowiednie wskaźniki, nie zalicza się do zdarzeń kategorii I, jeżeli to powtórzenie jest uzasadnione klinicznie.

Jednocześnie w przypadku wystąpienia określonych zdarzeń z zakresu rentgenodiagnostyki i fluoroskopii oraz radiologii zabiegowej dotyczących przekroczenia wartości diagnostycznego poziomu referencyjnego lub wartości określonych w przepisach rozporządzenia nie zalicza się do zdarzeń kategorii II, jeżeli to przekroczenie albo ta wartość są uzasadnione klinicznie.

Należy zaznaczyć, iż przepisów nie stosuje się w działalności związanej z narażeniem polegającej jedynie na wykonywaniu stomatologicznych zdjęć wewnątrzustnych za pomocą aparatów rentgenowskich służących wyłącznie do tego celu lub w działalności związanej z narażeniem polegającej jedynie na wykonywaniu densytometrii kości za pomocą aparatów rentgenowskich służących wyłącznie do tego celu.

W rentgenodiagnostyce i fluoroskopii do zdarzeń kategorii I zalicza się: powtórzenie procedury niewynikające ze wskazań klinicznych i prowadzące do sumarycznej dawki przekraczającej wskaźniki, wykonanie procedury, której skutkiem jest wystąpienie nieoczekiwanego efektu deterministycznego, wykonanie procedury błędnie zidentyfikowanej osobie oraz wykonanie procedury w niewłaściwym obszarze anatomicznym. Do zdarzeń kategorii II zalicza się: czterokrotne przekroczenie wartości diagnostycznego poziomu referencyjnego, w przypadku badań tomograficznych głowy – przekroczenie wartości 120 mGy ważonego tomograficznego indeksu dawki ($CTDI_w$), w przypadku badań tomograficznych innych niż badania głowy – przekroczenie wartości 200 mGy ważonego tomograficznego indeksu dawki ($CTDI_w$), natomiast w przypadku fluoroskopii – przekroczenie 200 Gy·cm² sumarycznej wartości iloczynu dawka – powierzchnia (DAP).

W radiologii zabiegowej do zdarzeń kategorii I zalicza się: powtórzenie procedury prowadzące do sumarycznej dawki przekraczającej określone wskaźniki, wykonanie procedury, której skutkiem jest wystąpienie nieoczekiwanego efektu deterministycznego, wykonanie procedury błędnie zidentyfikowanej osobie oraz wykonanie procedury w niewłaściwym obszarze anatomicznym.

Do zdarzeń kategorii II zalicza się natomiast czterokrotne przekroczenie wartości diagnostycznego poziomu referencyjnego, w przypadku procedur realizowanych do celów diagnostycznych – przekroczenie 2,5 Gy sumarycznej wartości kermy w powietrzu w punkcie referencyjnym lub 250 Gy·cm² sumarycznej wartości iloczynu dawka – powierzchnia (DAP), wystąpienie w ciągu 21 dni od zabiegu skutku w postaci popromiennego uszkodzenia skóry co najmniej II stopnia, jeżeli w czasie realizacji procedury nastąpiło przekroczenie 5 Gy sumarycznej wartości kermy w powietrzu w punkcie referencyjnym lub 500 Gy·cm² sumarycznej wartości iloczynu dawka – powierzchnia (DAP).

W medycynie nuklearnej – diagnostyce związanej z podawaniem pacjentom produktów radiofarmaceutycznych do zdarzeń kategorii I zalicza się: powtórzenie procedury

niewynikające ze wskazań klinicznych, prowadzące do sumarycznej dawki przekraczającej wskaźniki, wykonanie procedury, której skutkiem jest wystąpienie nieoczekiwane- go efektu deterministycznego, wykonanie procedury błędnie zidentyfikowanej osobie, wykonanie procedury z wykorzystaniem produktu radiofarmaceutycznego o aktywności terapeutycznej zamiast diagnostycznej oraz wykonanie procedury z wykorzystaniem niewłaściwego produktu radiofarmaceutycznego. Do zdarzeń kategorii II zalicza się natomiast przekroczenie zaplanowanej wartości dawki skutecznej o więcej niż 20 mSv lub wartości dawki równoważnej o więcej niż 100 mSv, przypadających na jedno badanie.

W medycynie nuklearnej – leczeniu związanym z podawaniem pacjentom produktów radiofarmaceutycznych do zdarzeń kategorii I zalicza się: wykonanie procedury błędnie zidentyfikowanej osobie, wykonanie procedury z wykorzystaniem niewłaściwego produktu radiofarmaceutycznego oraz wykonanie procedury, której skutkiem jest wystąpienie nieoczekiwane- go efektu deterministycznego. Do zdarzeń kategorii II zalicza się natomiast wykonanie procedury, w której odchylenie wartości podanej pacjentowi aktywności od wartości zaplanowanej przekracza 10%, wykonanie procedury, w której wystąpiło wynaczenie po podaniu produktu radiofarmaceutycznego, jeżeli ponad 15% aktywności zostało podanych nieprawidłowo oraz przypadkowe skażenie pacjenta substancją promieniotwórczą podczas wykonywania procedury, jeżeli w wyniku skażenia wartość dawki skutecznej przekroczyła 20 mSv lub wartość dawki równoważnej przekroczyła 100 mSv.

W radioterapii do zdarzeń kategorii I zalicza się: wykonanie radioterapii w niewłaściwym obszarze anatomicznym również w przypadku jednej frakcji, wykonanie radioterapii błędnie zidentyfikowanej osobie, zastosowanie niewłaściwego planu leczenia, wykonanie radioterapii, w której odstępstwo czasu pomiędzy frakcjami przekracza 7 dni, chyba że odstępstwo to zostało spowodowane przez osobę poddaną radioterapii oraz wykonanie radioterapii, której skutkiem jest wystąpienie nieoczekiwane- go efektu deterministycznego. Do zdarzeń kategorii II zalicza się natomiast wykonanie radioterapii, w której odchylenie wartości całkowitej dawki w objętości tarczowej¹ lub narządach krytycznych od wartości zaplanowanych przekracza 10% oraz wykonanie radioterapii, w której wartość dawki frakcyjnej jest większa niż 120% wartości zaplanowanej dawki.

Do zdarzeń kategorii III zalicza się wykonanie badania diagnostycznego lub zabiegu w obszarze jamy brzusznej lub podanie produktu radiofarmaceutycznego w celu diagnostycznym lub leczniczym, lub wykonanie radioterapii – u kobiety w ciąży, jeżeli stan ciąży został ustalony już po przeprowadzeniu procedury, a wartość dawki dla zarodka lub płodu przekracza 20 mSv.

Należy wskazać, iż przepisu nie stosuje się w przypadku, gdy wykonanie badania diagnostycznego lub zabiegu w obszarze jamy brzusznej było bezpośrednio związane z ratowaniem życia kobiety w ciąży poddawanej temu badaniu diagnostycznemu lub zabiegowi.

Ustawowe obowiązki jednostki ochrony zdrowia oraz działania, które należy podjąć po wystąpieniu ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego

Wystąpienie w jednostce ochrony zdrowia ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego skutkuje koniecznością niezwłocznego podjęcia przez jednostkę ochrony zdrowia określonych działań. Jednostka jest zobligowana do zakwalifikowania zdarzenia do właściwej kategorii ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego i przeprowadzenia postępowania wyjaśniającego. Celem tego postępowania jest ustalenie przyczyn i okoliczności wystąpienia tego zdarzenia oraz przekazanie pisemnej informacji o tym zdarzeniu (wraz z informacją o kategorii, do której zostało ono zakwalifikowane) do właściwego konsultanta wojewódzkiego lub krajowego, a ponadto – do Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia. Wyjaśnianie przyczyn oraz okoliczności wystąpienia zdarzenia jest w dalszej kolejności przedmiotem przeprowadzanego przez jednostkę ochrony zdrowia wewnętrznego postępowania wyjaśniającego. Wyniki tego postępowania, w terminie 30 dni od wystąpienia zdarzenia, są przekazywane do konsultanta lub – w przypadku incydentów istotnych z punktu widzenia ochrony radiologicznej pacjenta – do komisji powołanej w tym celu przez Ministra Zdrowia.

W przypadku wystąpienia w jednostce ochrony zdrowia zdarzenia kategorii I z zakresu rentgenodiagnostyki i fluoroskopii, radiologii zabiegowej, medycyny nuklearnej i radioterapii sporządza się protokół ze zdarzenia zawierający: datę wystąpienia zdarzenia, nazwę procedury szczegółowej, w czasie wykonywania której doszło do zdarzenia, opis tej procedury, liczbę osób, które zostały poddane ekspozycji medycznej w okresie, w którym istniało prawdopodobieństwo wystąpienia błędu prowadzącego do wystąpienia tego zdarzenia, parametry pozwalające na obliczenie wartości dawek otrzymanych przez osoby oraz opis zdarzenia, w tym informacje pozwalające na weryfikację prawidłowości kwalifikacji zdarzenia do odpowiedniej kategorii.

W przypadku kategorii II – jeżeli przyczyną wystąpienia zdarzenia była awaria urządzenia radiologicznego lub urządzenia pomocniczego – osoba upoważniona do obsługi tego urządzenia jest obowiązana wyłączyć urządzenie z eksploatacji, w sytuacji gdy awaria urządzenia została stwierdzona w czasie wykonywania ekspozycji – przerwać

¹ Objętość tarczowa – objętość tkanki obejmująca całkowitą objętość guza wraz z subklinicznym obszarem szerzenia się choroby nowotworowej.

wykonywanie ekspozycji, chyba że nie ma wątpliwości, że kontynuowanie ekspozycji jest związane z mniejszym ryzykiem wystąpienia uszczerbku na zdrowiu pacjenta. W przypadku awarii urządzenia w czasie podawania pacjentowi produktów radiofarmaceutycznych – wykonać należy czynności mające na celu ograniczenie skutków podania produktów radiofarmaceutycznych, chyba że nie ma wątpliwości, że wykonanie tych czynności zwiększy ryzyko wystąpienia uszczerbku na zdrowiu pacjenta. Ponadto należy zgłosić wystąpienie awarii urządzenia osobie odpowiedzialnej w jednostce ochrony zdrowia za stan techniczny urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych.

Protokół ze zdarzenia wystąpienia ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego z zakresu rentgenodiagnostyki i fluoroskopii, radiologii zabiegowej, medycyny nuklearnej i radioterapii kategorii II zawiera: datę wystąpienia zdarzenia, nazwę procedury szczegółowej, w czasie wykonywania której doszło do zdarzenia, opis tej procedury, a także identyfikator urządzenia, na którym wykonywano tę procedurę, liczbę pacjentów, u których wykonywano medyczne procedury radiologiczne w okresie, w którym doszło do zdarzenia lub mogło do niego dojść, parametry pozwalające na obliczenie wartości dawek otrzymanych przez pacjentów, kopię wyników testów eksploatacyjnych, gdy zdarzenie związane było z awarią urządzenia radiologicznego lub urządzenia pomocniczego oraz opis zdarzenia, w tym informacje pozwalające na weryfikację prawidłowości kwalifikacji zdarzenia do odpowiedniej kategorii.

Natomiast w przypadku wystąpienia w jednostce ochrony zdrowia zdarzenia z zakresu rentgenodiagnostyki i fluoroskopii, radiologii zabiegowej, medycyny nuklearnej i radioterapii kategorii III sporządza się protokół ze zdarzenia zawierający: datę wystąpienia zdarzenia, nazwę procedury szczegółowej, w czasie wykonywania której doszło do zdarzenia, opis tej procedury, a także identyfikator urządzenia, na którym wykonywano tę procedurę, określenie tygodnia ciąży pacjentki w czasie zdarzenia, parametry pozwalające na obliczenie wartości dawek otrzymanych przez pacjentkę oraz przez zarodek lub płód oraz opis zdarzenia, w tym informacje pozwalające na weryfikację prawidłowości kwalifikacji zdarzenia do odpowiedniej kategorii.

Protokół ze zdarzenia jest przekazywany przez kierownika jednostki ochrony zdrowia niezwłocznie, nie później niż w terminie 7 dni od dnia wystąpienia zdarzenia właściwemu konsultantowi, na potrzeby przeprowadzanej przez niego weryfikacji bądź weryfikacji w przypadku konieczności powołania komisji.

Ustawowe obowiązki właściwego konsultanta krajowego lub wojewódzkiego

Konsultant, któremu jednostka ochrony zdrowia przekazała informację o wystąpieniu ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego, niezwłocznie przeprowadza na jej podstawie weryfikację prawidłowości kwalifikacji ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego do odpowiedniej kategorii.

W przypadku zdarzeń dotyczących radioterapii, gdy w wyniku weryfikacji konsultant stwierdzi, że ekspozycja niezamierzona lub narażenie przypadkowe są istotne z punktu widzenia ochrony radiologicznej pacjenta, występuje niezwłocznie do ministra właściwego do spraw zdrowia z wnioskiem o powołanie komisji do zbadania okoliczności i przyczyn wystąpienia tej ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego.

Konsultant, któremu przedstawiono wyniki postępowania wyjaśniającego, a w przypadku powołania komisji niezwłocznie po otrzymaniu tych wyników przeprowadza na ich podstawie weryfikację prawidłowości działań jednostki ochrony zdrowia podjętych w wyniku postępowania wyjaśniającego, a także ustala przyczyny i okoliczności wystąpienia ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego. Ponadto konsultant, któremu przekazano powyższą informację, przekazuje ustalenia do Krajowego Centrum w terminie 14 dni od dnia zakończenia czynności.

Centralny Rejestr Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych

Centralny Rejestr Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych prowadzony jest przez Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej na podstawie przekazywanych przez jednostki ochrony zdrowia informacji o wystąpieniu ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego. Jest on jawny (z wyłączeniem danych osobowych i danych identyfikujących jednostkę) oraz obejmuje każdy przypadek ekspozycji niezamierzonej lub narażenia przypadkowego (niezależnie od kategorii).

Corocznie w Polsce wykonywane jest około 30 mln procedur w zakresie rentgenodiagnostyki, około 700 tys. procedur w zakresie radiologii zabiegowej, natomiast w zakresie medycyny nuklearnej około 260 tys. procedur. W okresie od stycznia 2000 roku do czerwca 2024 roku do Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia wpłynęło łącznie 35 zgłoszeń do Centralnego Rejestru Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych. W odniesieniu do zakresów działalności jednostek ochrony zdrowia z rentgenodiagnostyki i fluoroskopii wpłynęło 26 zgłoszeń, z zakresu radiologii zabiegowej – 4 zgłoszenia, z radioterapii – 3 zgłoszenia, natomiast z zakresu medycyny nuklearnej – 2 zgłoszenia.

Rodzaj zgłoszenia	Liczba zdarzeń (w latach 2020–2022)
niewłaściwe dane pacjenta	10
wynacznienie środka kontrastującego	5
niewłaściwe ułożenie pacjenta	4
niespokojny pacjent w trakcie wykonywania procedury	3
niewłaściwe parametry ekspozycji	2
niewłaściwe oznaczenie strony badanej	2
niewłaściwe ustawienie zakresu badania	1
brak podłączenia kontrastu do żyły	1
nieprawidłowe przygotowanie pacjenta do badania	1
brak podłączenia strzykawki automatycznej do pacjenta	1

Z 26 zgłoszeń z zakresu rentgenodiagnostyki i fluoroskopii do Centralnego Rejestru Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych: 17 dotyczyło wykonania procedury w niewłaściwym obszarze anatomicznym, 4 zgłoszenia dotyczyły wykonania dodatkowego (nadmiarowego) badania, 3 zgłoszenia dotyczyły wykonania badania błędnej osobie, po 1 zgłoszeniu o awarii aparatu oraz wykonaniu badania tomografii komputerowej kobiecie w ciąży.

Przed wejściem w życie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13 grudnia 2022 roku jednostki z zakresu radiologii zabiegowej zgłaszały poszczególne narażenia przypadkowe bądź ekspozycje niezamierzone według kategorii uznawanych i używanych w danej jednostce, z otrzymanych zgłoszeń można przedstawić poszczególne zbiorcze liczby i rodzaje zgłoszeń:

Od dnia obowiązywania ww. rozporządzenia, tj. 5 stycznia 2023 roku w zakresie radiologii zabiegowej zgłoszenia dotyczyły: niewłaściwych parametrów ekspozycji oraz błędnego ułożenia pacjenta do badania.

Pośród trzech zgłoszeń z zakresu radioterapii dwa dotyczą wykonania radioterapii w niewłaściwym obszarze anatomicznym, a jedno zgłoszenie dotyczy błędnego ułożenia pacjenta podczas wykonywania radioterapii. Powołane przez Ministra Zdrowia do zbadania okoliczności i przyczyn wystąpienia ekspozycji niezamierzonych komisje ustaliły, iż przyczynami wystąpienia ekspozycji niezamierzonych z zakresu radioterapii był pośpiech i brak skupienia lekarza oraz zespołu dokonującego radioterapii, a także błędna interpretacja obrazów weryfikacyjnych i zła

organizacja pracy w jednostce ochrony zdrowia. Wynikiem prac komisji było wydanie zaleceń dla jednostek w postaci dodatkowych szkoleń dla lekarzy oraz techników elektrowizji w zakresie ułożenia pacjenta podczas wykonywania radioterapii, wprowadzenia zmian w treści procedury wewnętrznej jednostki oraz ogólna poprawa organizacji pracy jednostki.

Dwa zgłoszenia z zakresu medycyny nuklearnej dotyczą natomiast podania niewłaściwego radiofarmaceutyku do zleconej procedury radiologicznej oraz pozanaczyniowego podania terapeutycznej dawki radiofarmaceutyku.

Notka o autorach

Jarosław Kurp, Katarzyna Jeziorska – Dział Organizacji Ochrony Radiologicznej, Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia.

dr inż. Dariusz Kluszczyński – Dyrektor Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia.

Literatura

1. Ustawa Prawo Atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. – (Dz.U. 2024 poz. 1277).
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 grudnia 2022 r. w sprawie kategorii oraz kryteriów kwalifikowania ekspozycji niezamierzonych i narażeń przypadkowych, działań, które należy podjąć w jednostce ochrony zdrowia po ich wystąpieniu, a także zakresu informacji objętych Centralnym Rejestrem Ekspozycji Niezamierzonych i Narażeń Przypadkowych (Dz.U. 2022 poz. 2700).
3. https://www.kcor.gov.pl/creninp_tab

Detektory edukacyjne dla szkół – nauczanie fizyki promieniowania jonizującego metodą badawczą

Educational detectors for schools – teaching the physics of ionizing radiation using the research method

Katarzyna Deja, Justyna Jaczewska-Özcan
Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk

Streszczenie: Mimo że promieniowanie jonizujące jest badane od ponad wieku i znajduje szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach życia, nadal zagadnienia promieniowania jonizującego i energetyki jądrowej budzą powszechny niepokój w społeczeństwie. Badanie źródeł tych irracjonalnych obaw ujawnia braki w zrozumieniu natury, źródeł i skutków promieniowania. Edukacja może skutecznie pomóc w przezwyciężaniu tych lęków, umożliwiając społeczeństwu racjonalne podejmowanie decyzji i budowanie akceptacji dla pokojowego wykorzystania energii jądrowej. Projekt „Detektory edukacyjne dla szkół” realizowany przez Dział Edukacji i Szkoleń Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ), mający na celu edukację młodzieży szkolnej w zakresie promieniowania jonizującego koncentruje się na przekazywaniu wiedzy o naturze promieniowania, jego źródłach oraz metodach ochrony przed nim poprzez aktywne, interaktywne zajęcia edukacyjne. W ramach projektu uczniowie mają możliwość samodzielnego eksperymentowania z użyciem dedykowanych detektorów, co wspiera ich rozwój umiejętności badawczych oraz zainteresowanie naukami STEM (ang. *Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Dzięki elastyczności dostosowania poziomu zajęć do potrzeb grupy oraz ogromnemu zainteresowaniu warsztatami zajęcia stanowią odpowiedź na potrzebę zwiększenia świadomości społecznej oraz edukacji na temat promieniowania jonizującego, przyczyniając się do przezwyciężenia irracjonalnych obaw i budowania pozytywnego stosunku do jego pokojowego wykorzystania.

Słowa kluczowe: Edukacja, detektory, praca metodą projektu, promieniowanie jonizujące.

Abstract: *Although radiation has been studied for more than a century and is widely used in various areas of life, there is still widespread public concern about nuclear radiation and nuclear power. Investigating the sources of these irrational fears reveals gaps in understanding of the nature, sources and effects of radiation. Education can effectively help overcome these fears, enabling the public to make rational decisions and build acceptance for the peaceful use of nuclear energy. The „Educational Detectors for Schools” project implemented by the Education and Training Department of the National Center for Nuclear Research (NCBJ) to educate schoolchildren about ionizing radiation focuses on spreading knowledge about the nature of radiation, its sources and methods of protection against it through active, interactive educational activities. As part of the project, students have the opportunity to experiment on their own with dedicated detectors, which supports their development of research skills and interest in STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) sciences. Thanks to the flexibility of adapting the level of classes to the needs of the group and the great interest in the workshops, the classes respond to the need to increase public awareness and education about nuclear radiation, contributing to overcoming irrational fears and building a positive attitude towards its peaceful use.*

Keywords: *Education, detectors, work by project method, ionizing radiation.*

1. Wstęp

Chociaż promieniowanie jonizujące zostało odkryte ponad wiek temu, a jego właściwości wykorzystujemy w wielu dziedzinach naszego życia, wciąż ogromna część społeczeństwa wykazuje irracjonalny strach przed promienio-

waniem jonizującym lub wszystkim, co jest związane z energetyką jądrową. Źródłem tego irracjonalnego lęku jest niewłaściwe postrzeganie zagrożeń związanych z promieniowaniem jonizującym, często wynikające z braku wiedzy na ten temat lub wpływu opinii publicznej.

Jednym z głównych czynników leżących u podstaw radiofobii jest niedostateczne rozumienie przez ogół społeczeństwa natury, własności i źródeł promieniowania jonizującego oraz brak wiedzy o sposobach ochrony przed promieniowaniem jonizującym.

Jak argumentują w wydanej publikacji Taşoğlu et al. [1], przyczyną obaw społecznych związanych z wykorzystaniem promieniowania jonizującego są: brak odpowiedniej edukacji oraz sensacyjne lub przekłamane informacje medialne – a w szczególności raportowane w mediach doniesienia dotyczące katastrofy w Czarnobylu, katastrofy w elektrowni jądrowej w Fukushima czy pojawiające się w ostatnich latach informacje o sytuacji w Zaporoskiej elektrowni jądrowej.

„Niczego w życiu nie należy się bać, należy to tylko zrozumieć” cytat za Marią Skłodowską-Curie podkreśla wagę edukacji i zrozumienia danego zagadnienia w kontekście przezwycięzania strachu. Wiedza i zrozumienie mogą pomóc nam radzić sobie z lękiem przed nieznanym. Odpowiednia edukacja pozwala pozbyć się irracjonalnych lęków, podejmować bardziej racjonalne i świadome decyzje, ale również uświadamia powszechność wykorzystania promieniowania w służbie społeczeństwu, jak to ma miejsce w medycynie, przemyśle i innych dziedzinach nauki. Zrozumienie naukowych podstaw fizyki jądrowej, takich jak natura promieniowania jonizującego, źródła promieniowania, sposoby pomiaru może pomóc w rozwianiu mitów i błędnych przekonań. W przypadku radiofobii odpowiednia edukacja, otwarta komunikacja oraz zapewnienie wiarygodnych źródeł informacji mogą przyczynić się do zdobycia rzetelnej informacji na temat promieniowania jonizującego oraz pomóc w ograniczeniu nieuzasadnionego, irracjonalnego strachu przed promieniowaniem jonizującym i budowaniu społecznej akceptacji dla pokojowego zastosowania promieniowania i energii jądrowej. Jest to niezwykle ważne w kontekście planowanej w Polsce budowie elektrowni jądrowej [2] i małych modułowych reaktorów jądrowych.

Celem projektu „Detektory edukacyjne dla szkół”, będącego rozwinięciem zainicjowanego i rozwijanego przez lata w Dziale Edukacji i Szkoleń (DEiS) Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) programu „Detektory dla szkół” [3] jest szerzenie wśród młodzieży szkolnej, w możliwie najprzystępniejszej, angażującej uwagę uczniów formie, wiedzy o promieniowaniu, o jego źródłach oraz o tym, jak się przed promieniowaniem jonizującym chronić.

W pracy zatytułowanej *The Project Method: The Use of the Purposeful Act in the Education Process* W.H. Kilpatrick [4] podkreśla, że podstawą działań podejmowanych przez uczniów powinny być ich zainteresowania – zgodnie z twierdzeniem, że nie powinno się nikogo zmuszać do podejmowania niechcianych aktywności. Jednocześnie, aby zainteresować uczniów i bardziej zaangażować, warto rozszerzyć dotychczasowo stosowane formy przekazywania

wiedzy m.in. o projekty, eksperymenty czy dyskusje. Takie podejście do nauczania fizyki jądrowej już w 2011 roku zaproponowali Elbanowska-Ciemuchowska i Giembicka [5].

Takie też podejście do procesu edukacyjnego zostało zaproponowane w ramach realizowanego projektu „Detektory edukacyjne dla szkół”. DEiS NCBJ zdecydowało się na współpracę ze szkołami i nauczycielami, organizując nietypowe lekcje o promieniowaniu. Program ten idealnie wpisuje się w szkolny kurs fizyki, w szczególności w zagadnienia z zakresu fizyki jądrowej. Umożliwia uczniom szkół ponadpodstawowych bezpośrednio doświadczalne badanie podstawowych własności promieniowania jonizującego oraz zasad ochrony radiologicznej, które są często teoretycznie omawiane w podręcznikach, ale rzadko praktycznie badane. Działanie to ma na celu wprowadzenie fizyki jądrowej i pracy metodą badawczą do szkół, aby rozbudzać zainteresowania uczniów promieniowaniem jonizującym i promieniotwórczością oraz zwiększać wśród nich głębsze poznanie nauk STEM.

W ramach projektu „Detektory edukacyjne dla szkół” staraliśmy się dać uczniom narzędzia i stworzyć warunki do samodzielnego zdobywania wiedzy oraz rozwijania innych umiejętności, takich jak umiejętność pracy w zespole czy planowanie eksperymentów.

W artykule przedstawiono główne założenia projektu „Detektory edukacyjne dla szkół”, omówiono zasady pomiarów i przykładowe doświadczenia z użyciem oferowanych przez DEiS NCBJ detektorów oraz opisano fazy realizacyjne wraz z jego wynikami.

2. Zestaw eksperymentalny

Dydaktyczny zestaw eksperymentalny udostępniany przez Dział Edukacji i Szkoleń (DEiS) Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) został stworzony w celu badania podstawowych własności promieniowania jonizującego oraz wyjaśnienia budowy i zasady działania detektorów promieniowania jonizującego. Zestaw został przygotowany z myślą o wykorzystaniu w celach edukacyjnych, prezentacyjnych lub szkoleniowych. Detektory nie zostały poddane wzorcowaniu, dlatego, bazując na danych uzyskanych z użyciem zestawu detekcyjnego, nie można wyciągać żadnych wniosków na temat zdeponowanej dawki promieniowania czy aktywności użytego źródła.

Pojedynczy zestaw składa się z edukacyjnego licznika Geigera-Müllera oraz dwóch detektorów scyntylacyjnych CosmicWatch, zestawu przewodów służących do połączenia detektorów ze źródłem zasilania lub komputerem, nośnika wraz z oprogramowaniem i plikami konfiguracyjnymi potrzebnymi do uruchomienia detektorów oraz zestawu osłon, które mogą zostać użyte w eksperymencie.

Zestaw eksperymentalny nie zawiera próbek promieniotwórczych. Na stronie internetowej, dedykowanej projektowi [6], użytkownik znajdzie jednak listę przykła-

dowych naturalnych źródeł promieniotwórczych, które mogą być użyte w celu przeprowadzania doświadczeń.

Dokładny opis detektora Geigera-Müllera został przedstawiony w publikacji [3]. Szczegóły budowy detektora CosmicWatch można znaleźć na stronie MIT, który jest producentem urządzenia [7]. Instrukcje użytkownika, zarówno szczegółowe, jak i skrócone, są dostępne na stronie internetowej projektu pod adresem [6].

3. Opis projektu

Kierując się maksymą ojca nauki nowożytnej Galileusza „Aby zrozumieć to, co już zostało odkryte, powinniśmy sami to zbadać”, stworzono program projektu edukacyjnego, w trakcie którego uczniowie mogą rozwijać umiejętności projektowania i przeprowadzania eksperymentów, analizy danych i wyciągania wniosków, poprzez rozwiązywanie problemów badawczych. Takie podejście do nauczania fizyki jądrowej pozwala uczniom szkół ponadpodstawowych lepiej zrozumieć skomplikowane zagadnienia zawarte w podstawie programowej oraz zaznajomić się z zasadami ochrony radiologicznej dzięki praktycznym eksperymentom. Metoda ta, rzadko stosowana w tradycyjnym nauczaniu fizyki jądrowej z powodu braku odpowiednich urządzeń detekcyjnych w szkolnych pracowniach, jest realizowana dzięki udostępnionym detektorom oraz opracowanym scenariuszom pomiarów i lekcji. Ze względu na to, że fizyka jądrowa jest omawiana dopiero w ostatnich klasach szkoły średniej, zajęcia przygotowano w taki sposób, aby wystarczała podstawowa wiedza o budowie materii. Dzięki temu mogą w nich uczestniczyć już uczniowie klas pierwszych. Zajęcia eksperymentalne mogą mieć różny stopień trudności, zależny od wiedzy i umiejętności uczestników. To prowadzący, opierając się na swoim doświadczeniu, decyduje, jakie eksperymenty zostaną przeprowadzone oraz jak szczegółowa będzie analiza uzyskanych danych eksperymentalnych.

Projekt zakładający rozbudowę urządzeń znajdujących się na wyposażeniu DEiS NCBJ, przygotowanie materiałów dydaktycznych oraz program przeprowadzenia kilkogodzinnych warsztatów, został zgłoszony w ramach konkursu „Społeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu”. Projekt pt. „Detektory edukacyjne dla szkół” uzyskał pozytywną opinię i został dofinansowany ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki w ramach programu Społeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu SONP/SP/513714/2021.

3.1. Wypożyczanie detektorów – kontynuacja programu realizowanego w ramach działalności DEiS NCBJ

Od kilku lat Dział Edukacji i Szkoleń Narodowego Centrum Badań Jądrowych prowadzi program nieodpłatnego wypożyczania edukacyjnych detektorów promieniowania

jonizującego w celu przeprowadzania eksperymentów w zaciszu szkolnej pracowni. Dofinansowany przez MEiN projekt pod nazwą „Detektory edukacyjne dla szkół” w swej idei kontynuuje to przedsięwzięcie, dając uczestnikom możliwość realizacji własnych projektów badawczych lub wykonywania pomiarów naturalnych obiektów promieniotwórczych zgodnie z opracowanymi scenariuszami. Dzięki temu działaniu mają oni możliwość samodzielnie zmierzyć promieniowanie jonizujące w miejscu zamieszkania lub zrealizować w warunkach szkolnych swój autorski projekt badawczy. Na każdym etapie realizacji przez uczniów projektu badawczego zespół DEiS NCBJ zapewnia wsparcie merytoryczne, a przygotowane i zamieszczone na stronie internetowej [6] filmy instruktażowe stanowią dodatkowe źródło informacji. Warunkiem wypożyczenia detektorów jest przygotowanie opisu idei własnego projektu z wykorzystaniem detektorów promieniowania wchodzących w skład oferowanego zestawu, zgodnie z zamieszczonym na stronie internetowej Działu DEiS formularzem [6]. Detektory przesyłane są kurierem do szkoły, a szkolenie z ich obsługi odbywa się on-line.

3.2. Etapy realizacji projektu „Detektory edukacyjne dla szkół”

Projekt „Detektory edukacyjne dla szkół” realizowany był przez okres 22 miesięcy. Rozpoczął się w grudniu 2021 roku i zakończył z końcem września 2023 roku. Główną fazą realizacji projektu było przeprowadzenie kilkudziesięciu sesji warsztatowych z detekcji promieniowania. Przez kilka pierwszych miesięcy projekt, ze względu na sytuację epidemiczną i polityczną, nie mógł być realizowany w formule stacjonarnej na terenie NCBJ. Zajęcia w formule stacjonarnej, rozpoczęły się dopiero w czerwcu 2022 roku. W okresie od grudnia 2021 roku do czerwca 2022 pracownicy DEiS NCBJ prowadzili zajęcia w formule zdalnej z jednoczesną możliwością wypożyczenia zestawów detekcyjnych w celu samodzielnego przeprowadzania eksperymentów. Do zainteresowanych skierowana była także oferta zajęć z programowania detektorów edukacyjnych.

Realizacja projektu podzielona była na trzy zasadnicze części i obejmowała przygotowanie techniczne, przygotowanie materiałów edukacyjnych oraz przeprowadzenie warsztatów.

3.2.1. Przygotowania techniczne

W pierwszym etapie realizacji projektu opracowano intuicyjne oprogramowanie desktopowe, które w czasie rzeczywistym przedstawia zmiany poziomu promieniowania w formie graficznej. Dzięki temu możliwe jest przeprowadzanie dłuższych pomiarów bez konieczności ciągłego zapisywania wyświetlanych danych. Oprogramowanie jest kompatybilne z oboma detektorami. Wprowadzono również drobne zmiany w oprogramowaniu detektora CosmicWatch, umożliwiające zmianę trybu pomiaru

z MASTER na SLAVE z poziomu stworzonej aplikacji desktopowej. Rozbudowano istniejącą aparaturę o moduł bluetooth umożliwiający przesyłanie danych z detektora na smartfon lub tablet bez potrzeby podłączenia urządzenia do komputera. W ostatniej fazie, testowania, jest przygotowywane oprogramowanie na system Android. Rysunek 1a przedstawia wykonanie pomiarów z użyciem aplikacji oraz elektrody spawalniczej TIG z dodatkiem 2% Th-232. Zrzut ekranu prezentujący liczbę zliczeń w czasie, wraz z odpowiednim histogramem, został przedstawiony odpowiednio na rysunkach 1b i 1c. Oprogramowanie umożliwia użytkownikowi na bieżąco monitorowanie oraz rejestrowanie poziomu promieniowania, co zwiększa możliwości wykorzystania aparatury znajdującej się na wyposażeniu DEiS NCBJ do przeprowadzania długotrwałych pomiarów terenowych.

3.2.2. Przygotowanie materiałów edukacyjnych

Faza właściwej realizacji projektu – warsztaty z detekcji promieniowania – została rozpoczęta po przygotowaniu materiałów dydaktycznych wspierających i ułatwiających proces przekazywania wiedzy oraz wspomagających nauczycieli i uczniów w osiąganiu celów edukacyjnych i rozwijaniu kompetencji. Materiały te zostały umieszczone na dedykowanej stronie internetowej poświęconej projektowi [6] w pierwszych miesiącach trwania projektu.

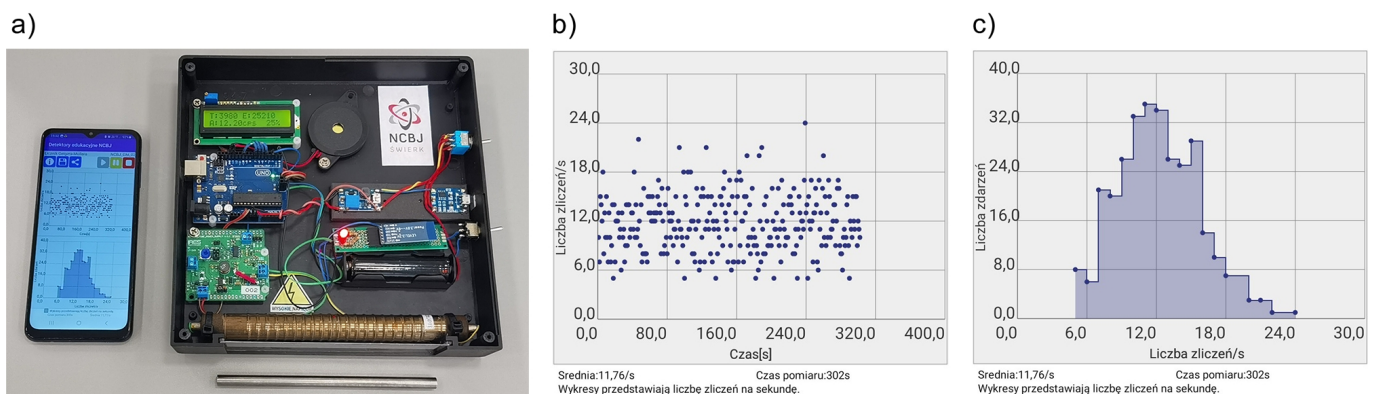
Taka forma prezentacji projektu pozwala w prosty sposób na dotarcie z informacją o projekcie do praktycznie nieograniczonej liczby osób. Strona została zaprojektowana tak, aby znajdowały się na niej nie tylko informacje o samym projekcie i jego celach, ale także ułożone w logiczny i spójny sposób materiały edukacyjne przeznaczone zarówno dla uczniów, jak i nauczycieli. Przygotowano popularnonaukowe teksty na temat promieniowania jonizującego i sposobów jego detekcji, wprowadzające czytelnika w tematykę zagadnienia. Umieszczone na stronie internetowej scenariusze proponowanych ćwiczeń i scenariusze lekcji mają na celu ułatwienie nauczycielom procesu przekazywania wiedzy oraz pomaganie w zaplano-

waniu i przeprowadzeniu zajęć. Specjalna zakładka z opisami kilku doświadczeń przeprowadzonych przez byłych uczestników projektu może stanowić bazę wiedzy lub inspirację do zajęć prowadzonych z użyciem oferowanego zestawu dydaktycznego. Na stronie umieszczono również instrukcje w formacie PDF oraz filmy instruktażowe stanowiące przewodnik dla użytkowników korzystających z detektorów edukacyjnych. Dzięki tym inicjatywom uczniowie i nauczyciele, którzy zdecydowali się na wypożyczenie detektorów i przeprowadzenie eksperymentów w szkole, jak i ci, którzy podejmą ten krok po zakończeniu projektu, mają dostęp do pełnego zestawu informacji wspierającego proces nauczania.

3.2.3. Warsztaty

Kulminacyjną część projektu stanowiły warsztaty z detekcji promieniowania i analizy danych. Na terenie Narodowego Centrum Badań Jądrowych oraz m.in. podczas warszawskich Festiwalu Nauki i Letniej Szkoły Fizyki przeprowadzone zostały kilkugodzinne zajęcia, w których udział brali uczniowie szkół ponadpodstawowych z całej Polski. Zajęcia, w formule stacjonarnej, odbywały się średnio cztery razy w miesiącu, począwszy od czerwca 2022 do lipca 2023 roku. Ze względu na obowiązujące obostrzenia spowodowane sytuacją epidemiologiczną i polityczną w fazie realizacyjnej projektu zmuszeni byliśmy zrezygnować z planowanych wizyt studyjnych w akredytowanych laboratoriach NCBJ prowadzących pracę z wykorzystaniem promieniowania jonizującego. Uczestnicy warsztatów nie mieli niestety możliwości na własne oczy przekonać się o powszechności zastosowania promieniowania jonizującego w badaniach naukowych, z bliska obejrzeć profesjonalnej aparatury służącej do detekcji promieniowania, zobaczyć przykłady wykorzystania promieniowania ani zwiedzić jedyne w Polsce czynnego reaktora badawczego MARIA.

Kilkugodzinne warsztaty składały się z części teoretycznej oraz eksperymentalnej. Wykładowa część teoretyczna miała na celu przekazanie uczestnikom podstawowej wie-



Rys. 1. Fotografia ilustrująca zestaw do wykonania pomiarów z użyciem aplikacji i elektrody spawalniczej TIG z 2% dodatkiem Th-232 (a), zrzut ekranu przedstawiający liczbę zliczeń w czasie (b) oraz zrzut ekranu przedstawiający histogram liczby impulsów 1(c).

Fig. 1. A photograph illustrating the measurement set-up using the application and a TIG 2% thoriated (2% Th-232) welding rod 1(a), a screenshot showing the number of counts over time (b), and a screenshot showing a histogram of the number of pulses (c).

dzy na temat promieniowania jonizującego, jego rodzajów (alfa, beta, gamma) oraz pochodzenia. W tej części wyjaśniono zjawiska fizyczne wykorzystywane do rejestracji promieniowania oraz opisano budowę i zasadę działania detektora Geigera-Müllera oraz detektora scyntylacyjnego CosmicWatch. Po wprowadzeniu uczestnicy rozpoczynali pomiary. Za pomocą dostępnego sprzętu przeprowadzali pomiary naturalnych próbek, ucząc się, jak oceniać poziom promieniowania i analizować zebrane dane. Bazując na dostępnej informacji o pochodzeniu próbek, uczestnicy mogli wydedukować skład izotopowy oraz rodzaj emitowanego przez próbkę promieniowania, a następnie sprawdzić swoje przypuszczenia co do rodzaju promieniowania, stosując różne osłony.

W ramach warsztatów uczestnicy praktycznie poznawali kolejne etapy naukowej metody badawczej: obserwowali zjawiska, formułowali problemy, stawiali hipotezy, eksperymentalnie je weryfikowali, analizowali wyniki i wyciągali wnioski. Dowiadywali się, jak metodę badawczą wykorzystać w codziennej edukacji. Celem warsztatów było także przekazanie wiedzy teoretycznej tak, aby w przyszłości dyskusja prowadzona w społeczeństwie na temat potencjalnych zagrożeń i korzyści wynikających ze stosowania promieniowania toczyła się w oparciu o argumenty merytoryczne, a nie mity i emocje. W trakcie warsztatów uczestnicy oprócz wykonywania doświadczeń dowiedzieli się, w jakich warunkach promieniowanie jonizujące niesie zagrożenie, jakie są określone prawem limity dawek, a także kiedy jego wykorzystanie powoduje skutki dobroczynne.

4. Proponowane doświadczenia

Tradycyjne podejście do uczenia to pasywne uczenie się. Metoda ta skupia się na wykładowcy jako osobie przekazującej informację dużej grupie odbiorców, np. klasie. Niestety, z reguły skutkuje to niezadowolającymi wynikami: uczniowie nie są zmotywowani do nauki i wkrótce zapominają większość przyswojonego materiału. Uczenie polegające na rozwiązywaniu problemów to konstruktywistyczne podejście, które kładzie nacisk na aktywne uczenie się oparte na dociekaniu, które odbywa się poprzez interakcję w grupie. Uczniowie angażują się w uczenie się, zadają pytania, stawiają hipotezy, wyszukują odpowiednich informacji, planują eksperyment, zbierają dane, dyskutują, dzielą się pomysłami, wyciągają wnioski i formułują tezy. Prowadzenie zajęć metodą badawczą wymaga zaprojektowania dobrego zapytania badawczego. Postawione pytanie nie powinno mieć przewidywalnych odpowiedzi, ale ma zmusić do logicznego myślenia. Projektując ćwiczenia, staraliśmy się tak dobrać proponowane eksperymenty, aby aktywizować uczestników, umożliwiając im samodzielne przeprowadzanie pomiarów. Kluczowym elementem prowadzonych warsztatów była interakcja i zaangażowanie uczestników. Ponadto, ćwiczenia zostały tak dobrane i przygotowane, aby z łatwością

dopasować poziom trudności przekazywanych treści do poziomu wiedzy i umiejętności uczestników, innymi słowy, by były one odpowiednie dla różnych grup wiekowych. Z naszych obserwacji wynika, że aby nie przytłoczyć uczniów ogromem wiedzy i nie zniechęcić, należy przeprowadzić maksymalnie 4 ćwiczenia, co wynika z ograniczeń czasowych i nagromadzenia nowego dla młodzieży materiału. W zależności od stopnia zaawansowania (najmłodszy uczestnicy zajęć wakacyjnych dopiero ukończyli 6 klasę szkoły podstawowej) i zainteresowania grupy wybrane eksperymenty można przeprowadzić bardzo skrupulatnie z pełną analizą danych bądź skupić się wyłącznie na jakościowym pokazaniu obserwowanych zjawisk. Poniżej prezentujemy kilka zadań warsztatowych zaprojektowanych w taki sposób, aby stopniowo przechodzić od prostych do bardziej skomplikowanych tematów.

4.1. Badanie: zależność intensywności promieniowania w funkcji odległości

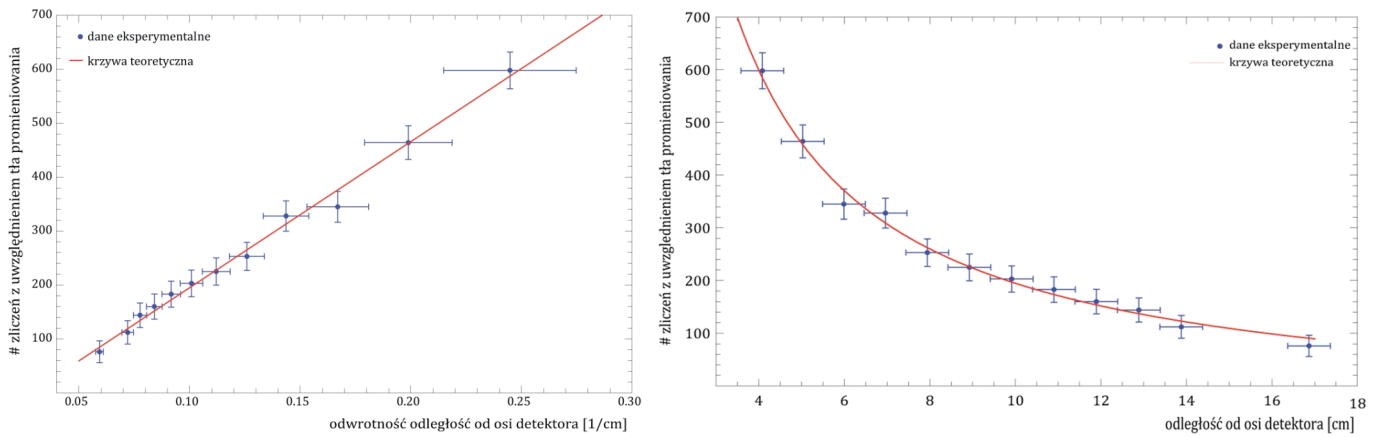
4.1.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zaprezentowanie jednej z fundamentalnych zasad ochrony radiologicznej, którą można sparafrazować jako „im dalej od źródła promieniowania, tym bezpieczniej”. Przed uczniami postawiono problem badawczy: czy i w jaki sposób intensywność promieniowania zależy od odległości od źródła promieniowania? Czy tę zależność da się opisać prostą zależnością matematyczną? Czy da się teoretycznie przewidzieć, jakiej zależności należy się spodziewać?

Z uczniami klas matematyczno-fizycznych można rozważyć, jak istotną kwestią interpretacji otrzymanych wyników pomiarów jest geometria pomiaru. Umieszczenie źródła w odległości znacznie większej niż rozmiar źródła sprawia, że jest ono postrzegane jako źródło punktowe. W takim przypadku, zakładając brak rozproszenia promieniowania w danym ośrodku oraz jego prostoliniowe rozchodzenie się, jesteśmy w stanie wykazać, że intensywność promieniowania maleje z kwadratem odległości (jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości od źródła, czyli $I = \text{const} \cdot R^{-2}$).

4.1.2. Proponowany przebieg ćwiczenia

W praktyce, wykonując doświadczenia ze źródłami naturalnymi, trudno jest tak dobrać geometrię, aby źródło uważać za punktowe. Uczniowie mają za zadanie sprawdzić tę hipotezę, przeprowadzając serię pomiarów dla wybranego eksponatu w różnych odległościach od detektora. W trakcie eksperymentu uczniowie najczęściej wykorzystują jako źródło promieniowania elektrodę spawalniczą domieszkowaną torem, która bardziej przypomina liniowe niż punktowe źródło promieniowania. W przypadku źródeł liniowych intensywność jest odwrotnie proporcjonalna do odległości ($I = \text{const} \cdot R^{-1}$). Czasem stosowanym źródłem promieniowania przypominającym



Rys. 2. Liczba zliczeń pochodzących od elektrody spawalniczej TIG z dodatkiem 2% Th-232 zarejestrowanych przez detektor w ciągu 1 minuty. W lewym panelu pokazana zależność od odległości, natomiast w prawej kolumnie w funkcji odwrotności odległości.

Fig. 2. Number of counts from a TIG welding rode with 2% Th-232 recorded by the detector in 1 minute. The left panel shows the dependence on distance, while the right column shows counts as a function of the inverse of distance.

źródło punktowe są nieduże kamyki ze zwiększoną koncentracją uranu. Na podstawie zmierzonych danych eksperymentalnych uczniowie sporządzają wykres zależności intensywności liczby zliczeń w funkcji odległości $I(R)$ oraz wykres spodziewanej zależności $I(R^{-n})$ (rys. 2). Analizując wykresy otrzymanych zależności pomiędzy danymi wielkościami, formułują odpowiedź na postawione pytania. Następnie uczniowie przygotowują wykres zależności liczby impulsów w funkcji odległości źródło-detektor w skali logarytmiczno-liniowej. Z dopasowanej do punktów pomiarowych zależności można odczytać wykładnik n zgodnie z poniższą teoretyczną zależnością:

$$I \propto R^{-n}$$

$$\ln(I) \propto -n \ln(R)$$

gdzie: I to intensywność promieniowania (wyrażona w liczbie impulsów na minutę), a R – odległość między źródłem i detektorem wyrażona w cm.

4.2. Osłony przed promieniowaniem jonizującym

4.2.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest eksperymentalna weryfikacja kolejnej podstawowej zasady ochrony radiologicznej: „stosowanie osłon osłabia promieniowanie jonizujące”.

Przed uczniami postawiony jest problem badawczy: czy umieszczenie osłony pomiędzy źródłem promieniowania a detektorem wpływa na intensywność rejestrowanego promieniowania? Czy ta zmiana zależy od grubości osłony i materiału użytego do jej wykonania (a zatem od gęstości absorbentu)?

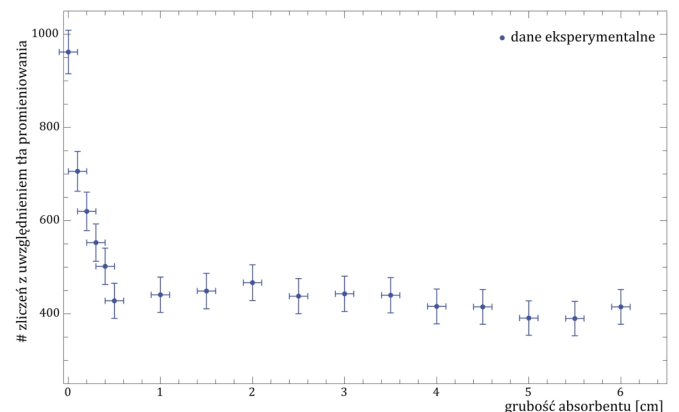
Dla bardziej zaawansowanych grup można także wprowadzić pojęcie grubości połowkowej dla promieniowania gamma.

4.2.2. Proponowany przebieg ćwiczenia

Uczniowie badają wpływ osłon wykonanych z różnych materiałów na intensywność rejestrowanego promienio-

wania. Grupy o niższym poziomie zaawansowania skupiają się na sprawdzeniu, która z dostępnych w przygotowanym zestawie osłon (ołów, aluminium, plastik, drewno) jest najskuteczniejszą ochroną przed promieniowaniem jonizującym oraz na obserwowaniu, w jaki sposób grubość osłony wpływa na intensywność promieniowania.

Grupy o wyższym poziomie zaawansowania mogą przeprowadzić eksperymenty z użyciem elektrody spawalniczej TIG z dodatkiem 2% Th-232 jako źródłem promieniowania beta i gamma oraz dużą liczbą cienkich osłon aluminiowych (każda o grubości 0,8 mm). W tym przypadku wyraźnie można zaobserwować skuteczne pochłanianie promieniowania beta i bardzo słabe pochłanianie promieniowania gamma w aluminium (rys. 3). Dla osłon o łącznej grubości do kilku milimetrów można zaobserwować wyraźny spadek intensywności związany z absorpcją emitowanego przez elektrodę TIG promieniowania beta, a następnie prawie stałą intensywność (plateau) związaną z bardzo słabym pochłanianiem promieniowania gamma przez aluminium.



Rys. 3. Zależność intensywności zarejestrowanego promieniowania w funkcji grubości osłony wykonanej z aluminium.

Fig. 3. The dependence of the intensity of the recorded radiation as a function of the thickness of the shielding made of aluminum.

Doświadczenia polegające na pomiarze intensywności promieniowania z naturalnych próbek w zależności od odległości detektora od źródła (źródeł) promieniowania oraz od grubości absorbentu są kluczowe dla lepszego zrozumienia własności promieniowania (przenikliwość), zasad ochrony radiologicznej, jak również zasad bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym.

4.3. Promieniowanie kosmiczne (pomiar w koincydencji)

Poniższe ćwiczenie może zostać przeprowadzone jedynie z użyciem detektorów CosmicWatch.

Detektory CosmicWatch mają możliwość pracy w trybie koincydencji, co umożliwia rejestrowanie promieniowania kosmicznego [8]. W ramach eksperymentu rejestruje się przelatujące przez detektor miony, czyli nietrwałe cząstki wtórnego promieniowania kosmicznego, wchodzące w skład tzw. twardej składowej promieniowania kosmicznego.

Część z mionów powstających w górnych warstwach atmosfery posiada dostatecznie wysoką energię, by dotrzeć do powierzchni ziemi, a nawet na kilkadziesiąt metrów w głąb ziemi. W miarę wzrostu wysokości nad powierzchnią ziemi warstwa słupa powietrza stanowiącego osłonę przed promieniowaniem jonizującym staje się coraz cieńsza, a co za tym idzie, rejestrujemy większą liczbę mionów. Podobnie, w głąb ziemi warstwa gruntu staje się grubsza, co oznacza, że miony potrzebują większej energii, aby ją przeniknąć. W rezultacie mniejsza ilość promieniowania dociera pod powierzchnię ziemi w porównaniu z powierzchnią.

4.3.1. Cel ćwiczenia

Ćwiczenie to ze względu na długi czas pomiaru, jak również poruszane treści skierowane jest do uczniów bardziej zainteresowanych i koncentruje się raczej na samodzielnej pracy z użyciem wypożyczonego zestawu eksperymentalnego.

Celem niniejszego ćwiczenia jest przeprowadzenie pomiarów intensywności promieniowania kosmicznego w różnych miejscach: na dużych wysokościach nad poziomem morza, na różnych głębokościach pod powierzchnią ziemi oraz w różnych konfiguracjach detektorów (np. pod różnymi kątami, detektory ustawione w różnych konfiguracjach geometrycznych względem siebie itp.), a także o różnych porach dnia.

W zależności od poziomu zaawansowania młodzieży można również poruszyć kilka kwestii związanych z ochroną radiologiczną, takich jak na przykład narażenie na promieniowanie jonizujące na różnych wysokościach, w tym:

- narażenie na promieniowanie jonizujące załóg samolotów,

- narażenie na promieniowanie jonizujące podczas lotów kosmicznych itp.

Przed uczniami stawiany jest problem badawczy: jakie czynniki mogą wpływać na intensywność promieniowania kosmicznego? Czy istnieją skuteczne sposoby ochrony przed promieniowaniem kosmicznym?

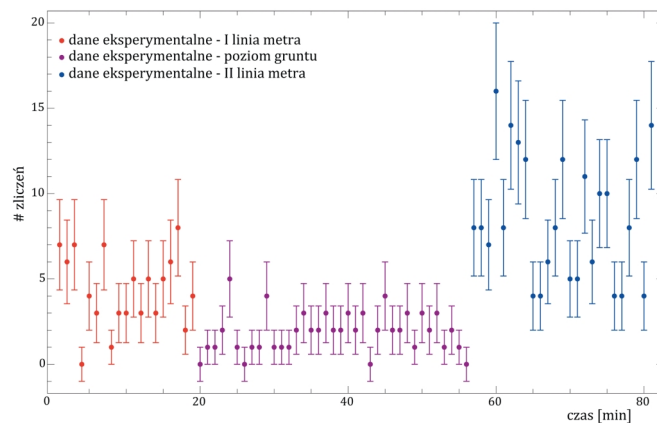
4.3.2. Proponowany przebieg ćwiczenia

Uczniowie decydujący się na wykonanie tego eksperymentu mają szansę sami go zaprojektować, a mianowicie wybrać miejsca, w których dokonają pomiarów, czas pomiarów, konfigurację detektorów itd.

Podstawowe doświadczenie, wykorzystujące zestaw detektorów CosmicWatch pracujących w trybie koincydencji, polega na pomiarze liczby rejestrowanych mionów. Eksperymenty te koncentrują się na analizie zmian liczby rejestrowanych mionów w zależności od wysokości ponad lub głębokości pod powierzchnią gruntu.

Zalecane jest dokonanie wyboru lokalizacji, w których promieniowanie kosmiczne może być wyraźnie mniejsze ze względu na czynniki takie, jak grubość warstwy skał i grubość warstwy atmosfery, a następnie porównanie tych wyników z rezultatami uzyskanymi na powierzchni ziemi. Przykładowe pomiary przeprowadzone w Warszawie podczas spaceru zostały przedstawione na rysunku 4. Kolorem czerwonym zaznaczono zarejestrowaną liczbę zliczeń podczas 20-minutowego przejazdu pierwszą linią metra (trasa ze stacji Młociny do stacji Świętokrzyska) na głębokościach od około 5 do około 12 metrów. Punkty pomiarowe w kolorze fioletowym prezentują wyniki pomiarów w czasie przejścia pomiędzy I a II linią metra oraz dane pochodzące z najgłębszych stacji drugiej linii metra (na stacji Nowy Świat – 23 metry, na stacji Świętokrzyska – 19 metrów), kolorem niebieskim zaznaczone zostały punkty pomiarowe zebrane po wyjściu ze stacji metra – na poziomie gruntu.

Interesujący może być również pomiar liczby zliczeń np. w czasie lotu samolotem. Zależność liczby zarejestrowa-

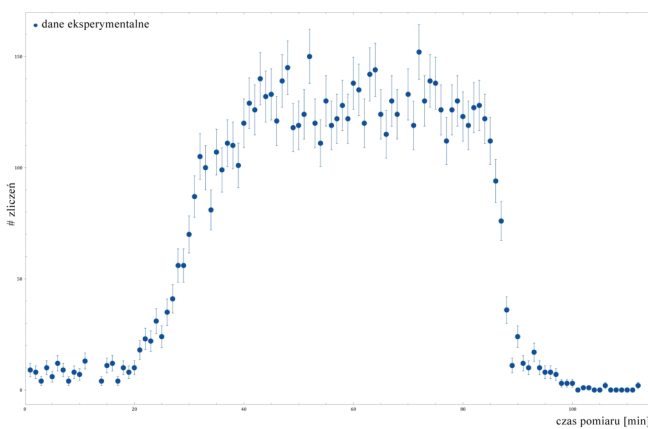


Rys. 4. Zarejestrowana liczba zliczeń w warszawskim metrze (czerwony – linia I, fioletowy – linia II) i po wyjściu z metra (niebieski).

Fig. 4. The recorded number of counts in the Warsaw subway (red – line I, purple – line II) and after exiting the subway (blue).

ných mionów, na trasie lotu Warszawa(WAW)-Bruksela(BRI), w funkcji czasu lotu zilustrowano na rysunku 5.

Mając dostęp do zestawu do samodzielnego eksperymentowania, zaleca się przeprowadzenie pomiarów przez okres 24 godzin, aby zbadać, czy intensywność promieniowania zależy od pory dnia, tj. czy występuje mniejsza intensywność promieniowania w nocy. Ten eksperyment może stanowić punkt wyjścia do dyskusji na temat pochodzenia cząstek pierwotnego promieniowania kosmicznego, które powodują wytworzenie rejestrowanych mionów. Warto podkreślić, że samodzielne planowanie eksperymentów, przy wsparciu nauczyciela, może być wartościowym narzędziem w nauczaniu nauk przyrodniczych. Pomaga to uczniom rozwijać umiejętności myślenia krytycznego, planowania eksperymentów oraz rozwiązywania problemów.



Rys. 5. Liczba zliczeń zarejestrowana podczas lotu relacji WAW-BRL.
Fig. 5. The number of counts recorded during the WAW-BRL flight.

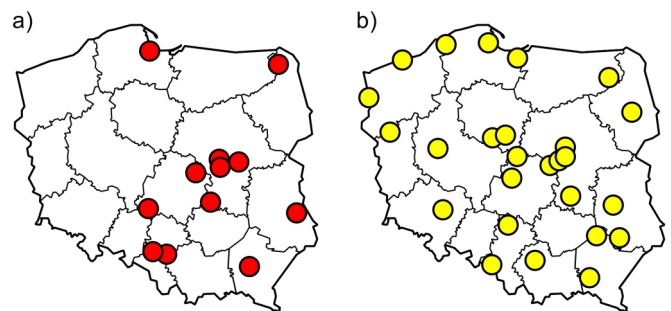
5. Zasięg projektu

W okresie trwania projektu, tj. od grudnia 2021 roku do końca września 2023 roku, odbyło się łącznie 59 sesji warsztatowych, które prowadzone były zarówno w formule stacjonarnej, jak i on-line. Zdecydowana większość zajęć to zajęcia dla młodzieży szkół ponadpodstawowych. Podczas zajęć stacjonarnych, które miały miejsce na terenie Ośrodka Jądrowego Świerk, mieliśmy przyjemność gościć uczniów z różnorodnych typów szkół, takich jak technika, licea oraz szkoły branżowe, pochodzących z całej Polski. Na lewym panelu rysunku 6, na konturowej mapie, zaznaczone zostały lokalizacje szkół uczestniczących w projekcie. Dodatkowo, w ramach warsztatów organizowanych podczas Festiwalu Nauki (gdzie przeprowadzono łącznie 12 sesji warsztatowych), prowadziliśmy po kilka zajęć dla czterech szkół z Warszawy oraz jednej z Piaseczna.

Działalność edukacyjną, w formie warsztatów, prowadziliśmy również podczas zajęć wakacyjnych, w ramach obozów dla uzdolnionej młodzieży organizowanych przez Krajowy Fundusz na rzecz Dzieci (2 sesje warsztatowe), Letniej Szkoły Fizyki (6 sesji warsztatowych) czy warszta-

tów Promieniuj Wiedzą (4 sesje warsztatowe). Zajęcia te ze względu na formę organizacji, internetowe zapisy poprzez stronę organizatora, adresowane były także dla młodszych uczniów ze szkół podstawowych. Pomimo niższego wieku niż docelowa grupa adresatów projektu, byli to uczniowie zdolni i zainteresowani poruszaną podczas warsztatów tematyką. Oprócz wyjazdowych zajęć wakacyjnych na terenie NCBJ odbyły się także dwukrotnie po 2 sesje warsztatowe zajęć dla uzdolnionej młodzieży szkolnej. Uczestnicy wymienionych zajęć wakacyjnych pochodzili z różnych miejscowości z całej Polski. Prawy panel na rysunku 6 przedstawia lokalizacje miejscowości, z których pochodzili uczniowie uczestniczący w zajęciach warsztatowych organizowanych poza siedzibą NCBJ oraz wakacyjnych dla zdolnej młodzieży na terenie NCBJ.

Realizowany projekt adresowany był do odbiorców, których można podzielić w niżej zdefiniowane grupy: młodzież w wieku licealnym, uczniowie wybitnie uzdolnieni oraz zainteresowani nauką. W sumie, w trakcie trwania projektu, z warsztatów na terenie NCBJ skorzystało 538 uczniów i nauczycieli, a w zajęciach zdalnych i poza terenem naszego ośrodka – ponad 300.



Rys. 6. Miejsowości, z których klasy szkolne uczestniczyły w projektowych zajęciach stacjonarnych w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) (a), oraz pochodzenie uczniów uczestniczących w organizowanych zajęciach wakacyjnych (b).

Fig. 6. Locations of schools that classes participated in onsite project activities at the National Center for Nuclear Research (NCBJ) (a), and the origin of students participating in summer project activities (b).

6. Podsumowanie

W ramach projektu w nietypowych, warsztatowych lekcjach fizyki wzięło udział ponad 800 uczniów z całej Polski. To dowód na zaangażowanie i oddanie społeczności edukacyjnej w promowaniu edukacji i wsparciu młodzieży w ich rozwoju. Dzięki tej liczbie uczestników mogliśmy stworzyć bogate i różnorodne środowisko, które zaowocowało cennymi wnioskami i osiągnięciami.

Dzięki zastosowaniu metody zaproponowanej w projekcie oraz warsztatom podjęte działania pozwoliły zachęcić uczniów z całej Polski do podjęcia pierwszego kroku w kierunku pracy badawczej. Zastosowana podczas programu metoda rozwiązywania problemu, a następnie kontynuowanie prac nad własnym projektem służyły zdobywaniu wiedzy m.in. poprzez stawianie pytań badaw-

czych, weryfikację hipotez, praktyczne działanie i refleksję nad wybranym procesem czy zjawiskiem, co kształtuje myślenie krytyczne. W trakcie warsztatów pozostawiono dużą samodzielność uczniom, lecz na każdym etapie mogli oni liczyć na pomoc i wsparcie edukatorów przeprowadzających zajęcia. Zaproponowane działania i zastosowane metody są wzbogaceniem i uzupełnieniem tego, co oferuje system szkolnictwa, który często nie dysponuje sprzętem, który udostępniłszy w niniejszym programie.

Włączenie młodych, zdolnych jednostek jako liderów w promowaniu wiedzy o promieniowaniu może mieć znaczący wpływ na społeczne zrozumienie i minimalizację wśród społeczeństwa irracjonalnego strachu przed promieniowaniem jonizującym. Natomiast zapewnienie szerokiego dostępu do edukacji to kluczowy aspekt rozwoju społecznego i gospodarczego, a projekt „Detektory edukacyjne dla szkół” dzięki włączeniu tak wielu szkół z pewnością przyczynił się do realizacji tego celu. Wszystkie te działania doprowadziły do zainteresowania uczniów fizyką jądrową i pogłębienia ich zaangażowania w nauki STEM, a docelowo zmniejszenia nieuzasadnionego strachu przed promieniowaniem jonizującym.

Projekt „Detektory edukacyjne dla szkół” był realizowany w latach 2021–2023 przez Dział Edukacji i Szkoleń Narodowego Centrum Badań Jądrowych w ramach programu Ministerstwa Edukacji i Szkolnictwa Wyższego Społeczna Odpowiedzialność Nauki; moduł: „Popularyzacja nauki i promocja sportu” SONP/SP/513714/2021.

Notki o autorach

dr Justyna Jaczewska-Özcan – uzyskała tytuł magistra informatyki na Uniwersytecie Jagiellońskim w 2003 roku, a następnie doktorat

z fizyki na tej samej uczelni w 2008 roku. Po odbyciu stażu doktorskim w Florida Atlantic University Schmidt College of Medicine, gdzie kontynuowała badania nad mikroskopią sił atomowych, pracowała w branży IT jako programistka i inżynier oprogramowania. Od 2019 roku związana jest z Narodowym Centrum Badań Jądrowych, gdzie zajmuje się popularyzacją nauki o promieniowaniu oraz prowadzi zajęcia edukacyjne, zajęcia laboratoryjne oraz szkolenia.

dr Katarzyna Deja – ukończyła Uniwersytet Jana Kochanowskiego w 2009 roku, zdobywając tytuł magistra fizyki z informatyką. W 2016 roku obroniła doktorat z fizyki teoretycznej w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ). Od 2015 roku pracuje w NCBJ, gdzie obecnie pełni funkcję dyrektora Działu Edukacji i Szkoleń. Zajmuje się działalnością dydaktyczną, szkoleniową i popularyzatorską w zakresie promieniowania i ochrony radiologicznej. Jest autorką lub współautorką około 20 publikacji naukowych i aktywnie uczestniczy w konferencjach oraz szkoleniach.

Literatura

1. A. K. Taşoğlu, O. Ates, M. Bakac “*Prospective Physics Teachers’ Awareness of Radiation and Radioactivity*”, European J of Physics Education Tom 6 Wydanie 1 2015.
2. *Uchwała nr 141 RADY MINISTRÓW* z dnia 2 października 2020 r. w sprawie aktualizacji programu wieloletniego pod nazwą „*Program polskiej energetyki jądrowej*” <https://www.gov.pl/web/polski-atom/program-polskiej-energetyki-jadrowej-2020-r>
3. K. Deja, Ł. Adamowski, M. Kirejczyk, M. Marcinkowska-Sanner, M. Gąsowska “*Detektory Dla Szkół: a pilot detector-lending project for Polish schools Physics*”, Education[40] Vol. 55 No 045003 (2020).
4. W.H. Kilpatrick “*The Project Method: The Use of the Purposeful Act in the Education Process*”, Teachers College Record, 19, 319-335(1918).
5. S. Elbanowska- Ciemachowska, M. A. Giembicka „*How to stimulate students’ interest in nuclear physics?*”, US China Education Review B, 5, 678-687 (2011).
6. <https://www.ncbj.gov.pl/deis/DetektoryDlaSzkol/index.php>
7. <http://www.cosmicwatch.lns.mit.edu/>
8. S.N. Axani, K. Frankiewicz, J.M.Conrad “*The CosmicWatch cosmic Muon Detector: a self-cointained, pocked size particle detector*”, arXive :1801.03029.

Biuletyn „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” wydawany jest od 1989 r. Do 2013 r. był drukowany i kolportowany (ostatnio w nakładzie 700 egzemplarzy) wśród osób i instytucji zainteresowanych zagadnieniami dozoru nad bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną. Od 2014 r. biuletyn wydawany jest w nowej, elektronicznej formie. Każdy numer biuletynu zamieszczany jest na stronie internetowej.

Biuletyn „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” znajduje się w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Edukacji i Nauki. Kwartalnik wydawany przez PAA otrzymał 40 pkt. w następujących dyscyplinach naukowych:

- nauki o bezpieczeństwie,
- nauki fizyczne,
- nauki chemiczne,
- nauki prawne,
- nauki medyczne.

INFORMACJA DLA AUTORÓW

Wydawca przyjmuje artykuły naukowe, których tematyka jest związana z zapewnieniem i kontrolą bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, w tym również związane z zabezpieczeniem i ochroną fizyczną materiałów jądrowych i obiektów jądrowych, technologiami jądrowymi i technikami radiacyjnymi, fizyką i chemią oraz inżynierią jądrową, naukami prawnymi, geologią i geofizyką czy bezpieczeństwem narodowym.

Każdy artykuł zamieszczony w biuletynie jest recenzowany przez dwóch recenzentów.

ZASADY OGÓLNE

Tekst artykułu powinien prezentować aktualny stan wiedzy na poruszany temat oraz najnowsze dane. Artykuł powinien być podzielony na mniejsze logiczne fragmenty redakcyjne, opatrzone śródtytułami. Artykuł nie może być wcześniej publikowany ani zgłoszony do publikacji w innym czasopiśmie. Wydawca zastrzega sobie prawo nieprzyjęcia artykułu do publikacji, dokonywania skrótów, wprowadzania poprawek stylistycznych i redakcyjnych oraz zmian w tytule artykułu. Autorzy są zobowiązani do współpracy z Wydawcą w całym procesie przygotowywania artykułu do publikacji, w tym do terminowej korekty autorskiej.

ZGŁOSZENIE DZIEŁA

Egzemplarze artykułu wraz z pełnym zestawem ilustracji mogą być przesyłane na adres:

Biuletyn „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna”

Państwowa Agencja Atomistyki

ul. Nowy Świat 6/12,

00-400 Warszawa, Polska

E-mail: biuletyn@paa.gov.pl

Zachęcamy do przesyłania artykułów drogą elektroniczną na wyżej wskazany adres e-mail. Szczegółowe informacje można uzyskać na stronie internetowej:

<https://www.gov.pl/web/paa/biuletyn-bezpieczenstwo-jadrowe-i-ochrona-radiologiczna>

Państwowa Agencja Atomistyki
ul. Nowy Świat 6/12, 00-400 Warszawa
www.gov.pl/web/paa