



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska

Plan rozwoju zasobów ludzkich

NA POTRZEBY ENERGETYKI JĄDROWEJ

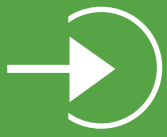


Działamy zgodnie z EMAS - zarządzając instytucją, dbamy o środowisko

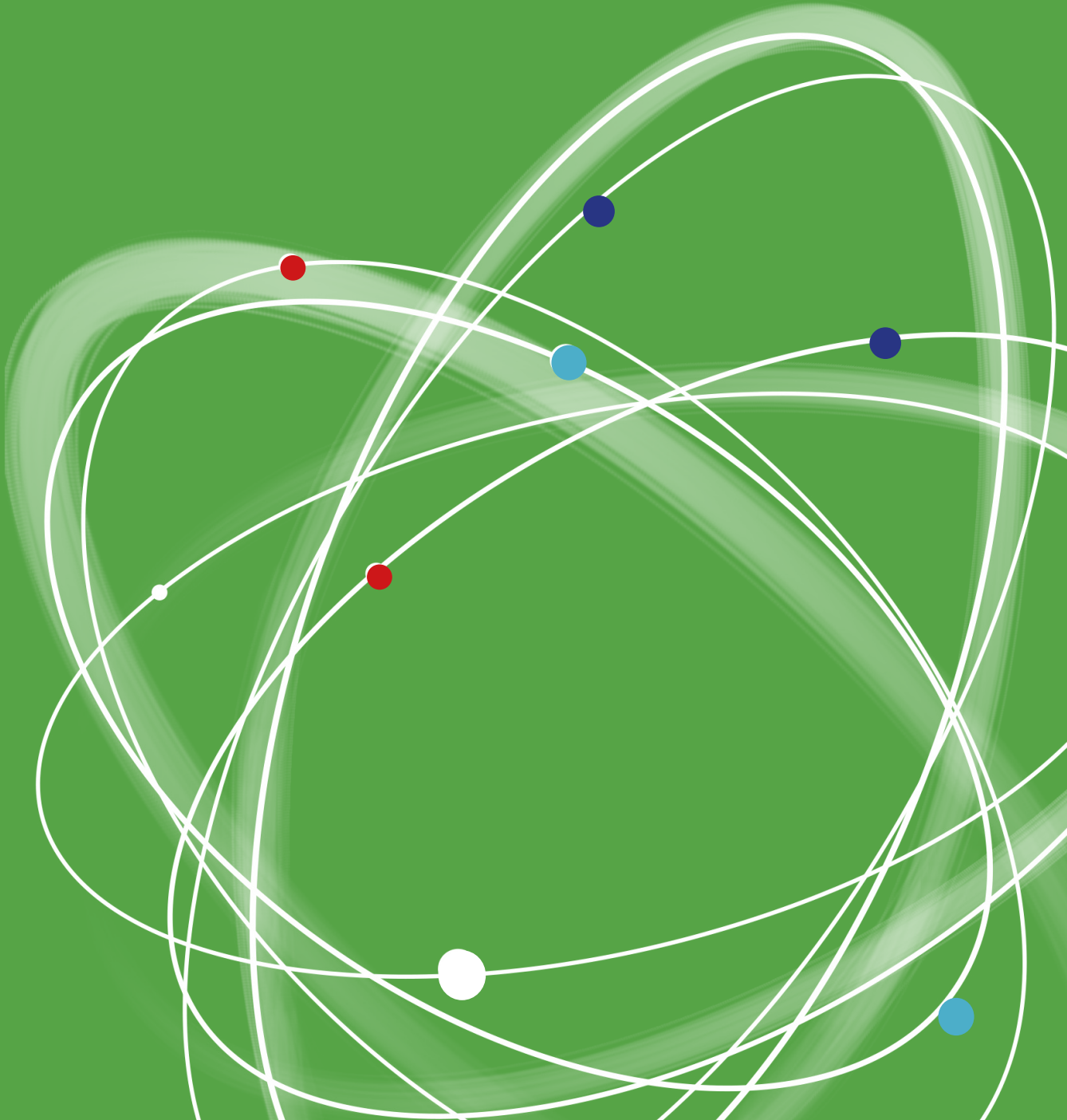
Spis treści

→	Wstęp	3
	1.1. Założenia ogólne wynikające z zapisów PPEJ	5
	1.2. Model rozwoju kadr według zaleceń MAEA	6
	1.2.1. Działania fazy 1 programu jądrowego	9
	1.2.2. Działania fazy 2 programu jądrowego	11
	1.2.3. Działania fazy 3 programu jądrowego	13
📄	Diagnoza aktualnej sytuacji w obszarach związanych z rozwojem kadr	17
	2.1. Departament Energii Jądrowej	19
	2.2. Państwowa Agencja Atomistyki	21
	2.3. Urząd Dozoru Technicznego	22
	2.4. Polskie Elektrownie Jądrowe	23
	2.5. Sektor naukowo-badawczy	27
	2.6. Szkolnictwo wyższe	30
	2.7. Szkolnictwo średnie	36
	2.8. Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP)	37
🎯	Działania kierunkowe	39
	3.1. Analiza ryzyka	43
	3.2. Finansowanie	45
📋	Podsumowanie i rekomendacje	46





Wstęp



Polska jest obecnie na etapie wdrażania energetyki jądrowej do swojego mixsu energetycznego. Uruchomienie pierwszych elektrowni jądrowych przewidują takie strategiczne dokumenty jak Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040)¹ oraz Program polskiej energetyki jądrowej (PPEJ)². Według zapisów PPEJ jego celem jest budowa oraz oddanie do eksploatacji w Polsce elektrowni jądrowych o łącznej mocy zainstalowanej od ok. 6 do ok. 9 GWe w oparciu o sprawdzone, wielkoskalowe, wodne ciśnieniowe reaktory jądrowe generacji III(+).

Harmonogram programu zakłada uruchomienie pierwszego bloku jądrowego w 2033 roku i docelowo sześciu w dwóch lokalizacjach do roku 2043. Dla pierwszej elektrowni wskazana została lokalizacja Lubiatowo-Kopalino w województwie pomorskim. PPEJ wskazuje również 25 potencjalnych lokalizacji drugiej elektrowni, z czego dwie, Bełchatów oraz Pątnów, są określone jako lokalizacje zalecane. W przypadku pierwszej elektrowni został wybrany również dostawca technologii, którym jest Westinghouse Electric Company z reaktorem AP1000. Dla drugiej elektrowni dostawca technologii nie został jeszcze wskazany. W celu realizacji zapisów zaktualizowanego PPEJ została powołana spółka celowa Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o. (PEJ), powstała z przekształcenia spółki PGE EJ1.

Poza realizacją zapisów PPEJ szereg innych podmiotów planuje obecnie inwestycje w energetykę jądrową. Decyzję zasadniczą poza spółką Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o. dla inwestycji polegającej na budowie elektrowni jądrowej z wykorzystaniem technologii reaktora AP1000 firmy Westinghouse Electric Company na terenie gmin Choczewo oraz Gniewino i Krokowa w województwie pomorskim, otrzymały również KGHM Polska Miedź S.A. dla inwestycji polegającej na budowie elektrowni

jądrowej (technologia preferowana reaktor VOYGR firmy NuScale) na terenie gminy Lubasz oraz gminy Wieleń w województwie wielkopolskim oraz PGE PAK Energia Jądrowa S.A. dla inwestycji polegającej na budowie elektrowni jądrowej z wykorzystaniem technologii reaktora APR1400 firmy Korean Electric Power Company (KEPCO) na terenie gminy Miasto Konin oraz gminy Kazimierz Biskupi, w województwie wielkopolskim. Wnioski o wydanie decyzji zasadniczych złożyło również 6 spółek celowych Orlen Synthos Green Energy sp. z o.o. oraz Last Energy Polska SPV 1 sp. z o.o. Kolejne podmioty również wyrażają zainteresowanie inwestycjami w energetykę jądrową.

Kluczowym elementem wdrożenia energetyki jądrowej jest przygotowanie niezbędnych zasobów ludzkich i kompetencji. Zostało to zdefiniowane jako jedno z zadań PPEJ, które mówi o potrzebie przygotowania wykwalifikowanych kadr do przygotowania, budowy i eksploatacji elektrowni jądrowych oraz wypełnienia zadań dozoru jądrowego. PPEJ przewiduje również przygotowanie *Planu rozwoju zasobów ludzkich na potrzeby energetyki jądrowej*.

Konieczność rozwoju i posiadania odpowiednich zasobów ludzkich dla pokojowego wykorzystania energii jądrowej, zarówno w obszarze energetyki, jak innych jej zastosowań, jest podkreślana w dokumentach Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA). Zwraca ona uwagę, że przemysł jądrowy stawia bardzo rygorystyczne wymagania w zakresie przygotowania zasobów ludzkich z następujących względów³:

- złożoność technologii wymaga jej wprowadzenia i stosowania przez wysoko wykształconą i przeszkoloną kadrę;

¹ Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r.

² Uchwała nr 141 Rady Ministrów z dnia 2 października 2020 r. w sprawie aktualizacji programu wieloletniego pod nazwą *Program polskiej energetyki jądrowej*.

³ International Atomic Energy Agency, *Managing Human Resources in the Field of Nuclear Energy*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-2.1, IAEA, Vienna (2009).

- potencjalne konsekwencje niewłaściwego wykorzystania technologii w zakresie bezpieczeństwa i ryzyko proliferacji wymagają wysokich standardów działania;
- strategia obrony w głąb obiektów jądrowych wymaga rygorystycznego, niezależnego podejścia do kontroli, co może stanowić wyzwanie w przypadku utrzymania indywidualnej czujności i motywacji;
- dla tej branży odpowiedni jest wyłącznie personel charakteryzujący się etyką i wartościami zgodnymi z powyższymi wymaganiami;
- aspekty wymagające wiedzy związanej z ochroną technologii i materiałów związanych z bronią jądrową mogą stanowić przeszkodę w skutecznej komunikacji z zainteresowanymi stronami, zarówno wewnętrznymi, jak i zewnętrznymi w stosunku do branży;
- ważna jest wysoka nietolerancja czynników zwiększających częstotliwość lub konsekwencje błędów ludzkich; jednakże ta sama wysoka nietolerancja błędów ludzkich może stanowić przeszkodę dla osób zgłaszających zdarzenia lub identyfikujących sposoby ciągłego doszkalania;
- niezbędna jest ocena wydajności personelu podmiotów sektora jądrowego; jednakże, jeśli nie zostanie odpowiednio wdrożona, ocena może być dla personelu źródłem stresu i niepewności zawodowej;
- konieczność szybkiej reakcji w przypadku zdarzenia lub wypadku oraz kompleksowego monitorowania obiektów jądrowych 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu, powoduje konieczność pracy zmianowej i dyżurów.

Powyższe wymagania sprawiają, że dla przemysłu jądrowego niezwykle ważne jest przyciągnięcie i utrzymanie odpowiedniego personelu, zarówno do

obsługi istniejących obiektów, jak i do wspierania realizacji kolejnych inwestycji. Wyjątkowe znaczenie w obszarze energetyki jądrowej, ma dokładna znajomość oczekiwań oraz poczucie odpowiedzialności za jakość wykonywanej pracy. W niektórych państwach członkowskich nazywa się to *profesjonalizmem jądrowym*.

1.1. Założenia ogólne wynikające z zapisów PPEJ

Polska, jako kraj nieposiadający energetyki jądrowej, obecnie nie dysponuje wystarczającymi zasobami ludzkimi przygotowanymi specjalnie na potrzeby energetyki jądrowej. Wraz z podjęciem decyzji o włączeniu energetyki jądrowej do krajowego miksu energetycznego Polska musi z wyprzedzeniem zaplanować ilość i strukturę kadr, która będzie potrzebna na każdym etapie przygotowania, budowy i funkcjonowania elektrowni jądrowej. Jak ważnym elementem realizacji programu jądrowego jest przygotowanie kadr mogą świadczyć doświadczenia Zjednoczonych Emiratów Arabskich, gdzie niedostateczne przygotowanie kadr doprowadziło do opóźnień w uruchomieniu elektrowni jądrowej⁴.

Zadania w obszarze przygotowania kadr określone w PPEJ to:

1. Ocena krajowego potencjału w zakresie zasobów ludzkich, a w szczególności:
 - określenie stanu przygotowania kadry dla energetyki jądrowej u głównych interesariuszy PPEJ oraz określenie stanu przygotowania sektorów edukacji i nauki pod kątem kształcenia w zakresie energetyki jądrowej. Działania w tym zakresie muszą objąć przede wszystkim organizację stacjonarnych studiów wyższych w zakresie energetyki jądrowej oraz wprowadzenie specjalizacji jądrowej, m.in. na kierunkach: inżynierii materiałowej,

⁴ Uchwała nr 141 Rady Ministrów z dnia 2 października 2020 r. w sprawie aktualizacji programu wieloletniego pod nazwą *Program polskiej energetyki jądrowej*.

mechanicznym, elektrycznym, elektronicznym, automatyki, budownictwa i ochrony środowiska. Istotną składową systemu kształcenia kadr będzie także szkolnictwo techniczne i zawodowe;

- aktualizacja treści podręczników i podstaw programowych w szkołach podstawowych i ponadpodstawowych innych niż techniczne i zawodowe pod kątem przekazywanej wiedzy na temat energetyki jądrowej;
- określenie możliwości wykorzystania istniejącej infrastruktury jądrowej w Polsce pod kątem edukacji i szkolenia kadr (ze szczególnym uwzględnieniem reaktora badawczego MARIA w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku oraz instalacji Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Otwocku i Różanie – składowisko odpadów promieniotwórczych).

2. Identyfikacja potrzeb w zakresie liczebności i kwalifikacji zawodowych pracowników, niezbędnych w różnych fazach realizacji projektu jądrowego, roli dostawcy technologii w rozwoju kadr dla energetyki jądrowej, systemu szkoleń i współpracy międzynarodowej.
3. Porównanie potrzeb kadrowych z obecnym stanem zatrudnienia i wykształcenia oraz ustalenie działań dla likwidacji wykrytych w tym zakresie luk. Rolą instytucji wdrażających projekt jądrowy powinno być stymulowanie uczelni w podejmowaniu skoordynowanych działań zmierzających do otwierania nowych kierunków związanych z energią jądrową i rozwoju już istniejących. Konieczne jest wypracowanie odpowiednich programów i uzupełnień oraz oszacowanie ilościowe potrzeb, aby możliwe

było zaplanowanie naboru studentów, mogących w przyszłości zasilić zasoby kadrowe elektrowni jądrowej.

4. Utworzenie mechanizmu współpracy w zakresie budowy kapitału ludzkiego na potrzeby energetyki jądrowej, który zajmie się m.in. zmianą przepisów prawa pod kątem nowych zawodów jądrowych oraz wsparciem polskiego zaplecza naukowo-badawczego w celu przygotowania oferty kierunków studiów wyższych, studiów podyplomowych i szkoleń specjalistycznych z zakresu energetyki jądrowej.

W ramach realizacji zapisów poprzedniej wersji PPEJ został również opracowany Ramowy plan rozwoju zasobów ludzkich na potrzeby energetyki jądrowej⁵.

1.2. Model rozwoju kadr według zaleceń MAEA

MAEA przygotowała szereg dokumentów⁶, które stanowią mapę drogową w tworzeniu planów rozwoju zasobów ludzkich na potrzeby programów jądrowych, także dla krajów dopiero wdrażających energię jądrową, takich jak Polska⁷. Wyróżnić można przy tym trzy zasadnicze fazy dla każdego krajowego programu energetyki jądrowej⁸:

1. rozważania przed podjęciem decyzji o uruchomieniu programu jądrowego;
2. prace przygotowawcze w celu zawarcia umów i rozpoczęcia budowy elektrowni jądrowej po podjęciu decyzji politycznej (strategicznej);
3. działania zmierzające do budowy i eksploatacji pierwszej elektrowni jądrowej.

Zwieńczeniem każdej z tych faz jest osiągnięcie

⁵ Zaakceptowany przez Ministra Energii w dniu 30 czerwca 2016 r.

⁶ International Atomic Energy Agency, Managing Human Resources in the Field of Nuclear Energy, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-2.1, IAEA, Vienna (2009).

⁷ International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

⁸ International Atomic Energy Agency, Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2015).

odpowiednich kamieni milowych, którymi są:

1. gotowość do świadomego, opartego na wiedzy zobowiązania w zakresie programu energetyki jądrowej;
2. gotowość do przyjęcia ofert i negocjowania kontraktów dla pierwszej elektrowni jądrowej;
3. gotowość do uruchomienia i eksploatacji pierwszej elektrowni jądrowej.

Każda z tych faz wiąże się z odpowiednim przygotowaniem zasobów ludzkich, przy czym wraz z postępującym zaawansowaniem programu jądrowego rośnie również zapotrzebowanie na odpowiednio przygotowane kadry. Wzrost ten ma równocześnie charakter ilościowy, jak i jakościowy, tj. oznacza wymaganie coraz bardziej zaawansowanej wiedzy technicznej, i nie tylko, niezbędnej do realizacji programu.

Każdy plan rozwoju kadr ma kilka kluczowych elementów, które musi uwzględniać. Są to⁹:

- Planowanie siły roboczej: systematyczna analiza wielkości, rodzaju i jakości siły roboczej, których organizacja będzie potrzebować w funkcji czasu, aby osiągnąć swoje cele. Określa, jaki zestaw doświadczenia i kompetencji będzie potrzebny, a także pomaga zapewnić, że w programie znajdzie się odpowiednia liczba osób z właściwymi umiejętnościami, we właściwym miejscu i we właściwym czasie. Ponadto termin siła robocza ma odnosić się do całego personelu zaangażowanego w daną działalność, w tym (pod) wykonawców. Planowanie siły roboczej należy postrzegać jako integralną część ogólnej strategii zarządzania zasobami ludzkimi organizacji oraz należy je dostosować i zintegrować z innymi działaniami i procesami związanymi z rozwojem zasobów ludzkich.

- Pozyskiwanie kandydatów do pracy: przygotowanie specyfikacji stanowisk pracy, w tym wszelkich wymagań dotyczących wykształcenia i doświadczenia związanych z poszczególnymi stanowiskami, identyfikacja źródeł kandydatów, utworzenie krótkiej listy kandydatów, rozmowy kwalifikacyjne i wreszcie dobór pracowników na określone stanowiska.
- Szkolenie i doskonalenie: działania zarówno w krajowym systemie edukacji, jak i w systemach specyficznych dla organizacji, wymagane do rozwinięcia kompetencji jednostki do określonej roli lub zadania. Obszar ten obejmie zarówno programy kształcenia profesjonalnego, wyższego, jak i programy szkolenia zawodowego i technicznego.
- Wynagrodzenia i retencja pracowników: obejmują zarówno bezpośrednie wynagrodzenie za pracę (płace zasadnicze i premie), jak i inne świadczenia mające na celu przyciągnięcie i utrzymanie personelu, takie jak subsydiowane mieszkania, środków transportu, edukacji oraz opieki medycznej dla personelu i ich rodzin.
- Zaangażowanie interesariuszy: proces włączania i angażowania szerokiego grona zainteresowanych stron w proces podejmowania decyzji dotyczących programów energetyki jądrowej w celu zwiększenia świadomości społecznej, zrozumienia i zaufania.

MAEA wskazuje również typową strukturę zatrudnienia w organizacji właścicielskiej/ operatorskiej według działów dla poszczególnych faz programu jądrowego. Zestawienie takie przedstawiono w Tabeli 1.

⁹ International Atomic Energy Agency, Managing Human Resources in the Field of Nuclear Energy, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-2.1, IAEA, Vienna (2009).

Tabela 1. Zatrudnienie według działów dla typowej dwublokowej elektrowni jądrowej (liczby po lewej stronie – kadra posiadająca wykształcenie wyższe, po prawej stronie – kadra techniczna posiadająca średnie wykształcenie¹⁰

Dział pracy	Faza 2: Faza przygotowawcza	Faza 3: Budowa	Rozruch	Eksploatacja
Inżynieria	20/0	60/20	60/20	60/10
Planowanie i zarządzanie projektem	15/5	15/5	35/15	35/15
Gospodarka materiałowa	10/0	20/20	10/10	0
Nadzór budowlany	10/0	15/15	10/10	-
Rozruch	-	35/15	70/100	-
Utrzymanie ruchu	-	-	30/70	30/200
Wsparcie techniczne	5/0	15/0	30/70	30/70
Zarządzanie, HR, szkolenia i zamówienia	15/0	90/35	50/10	70/30
Bezpieczeństwo jądrowe i zarządzanie jakością	20/0	20/0	30/0	30/0
Ochrona fizyczna i zabezpieczenia	5/0	10/20	5/55	5/55
Operatorzy	0	30/30	90/90	90/90
Razem	100/5	310/160	420/450	350/470

W zestawieniu w tym założono jedną elektrownię z dwoma blokami jądrowymi o mocy 1000 MW każdy. Orientacyjne liczby w tabeli obejmują personel w każdym dziale pracy i są dodatkowo podzielone na personel profesjonalny (wykształcenie wyższe i specjalistyczne) i techniczny (wykształcenie średnie), wymagany na każdym etapie projektu. Liczby te nie uwzględniają pracowników administracyjnych elektrowni oraz pracowników firm podwykonawczych świadczących usługi

dla elektrowni w czasie m.in. prac serwisowych. W przypadku realizacji budowy dwóch elektrowni zgodnie z zapisami PPEJ zapotrzebowanie na personel będzie zatem około trzykrotnie wyższe.

MAEA określa również jakie działania w poszczególnych obszarach należy podjąć w poszczególnych fazach realizacji programu jądrowego.

¹⁰ International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

1.2.1. Działania fazy 1 programu jądrowego

Planowanie siły roboczej¹¹

Kluczowym celem w fazie 1 jest określenie przybliżonej liczby specjalistów oraz zakresu umiejętności, które będą potrzebne, aby móc ocenić, czy obecna infrastruktura edukacyjna i programy szkolenia zawodowego mogą zaspokoić te potrzeby.

Wielkość personelu organu regulacyjnego zależy od jego charakteru, przyjętego podejścia regulacyjnego, poziomu dostępności kandydatów do zatrudnienia i niezależnego specjalistycznego wsparcia oraz liczby planowanych elektrowni jądrowych. Jednakże do celów planowania w fazie 1, w przypadku w pełni funkcjonalnego organu regulacyjnego, składającego się głównie z absolwentów kierunków ścisłych i inżynierskich, MAEA zaleca zatrudnić ogółem około 100–150 pracowników.

W fazie 1, proponowane przez MAEA kroki w zakresie planowania siły roboczej są następujące:

Przeprowadzenie badania krajowej siły roboczej, aby określić dostępność kompetencji niezbędnych do realizacji programu:

- identyfikacja i przegląd programów edukacyjnych (szkoły wyższe i średnie) dla każdego obszaru technicznego potrzebnego organizacjom, aby zapewnić ich przydatność do spełnienia obecnych i przyszłych wymagań;
- identyfikacja krajowych placówek zapewniających szkolenia i doświadczenie związane z potrzebami programu, aby zapewnić ich gotowość i dostępność do prowadzenia przyszłych szkoleń;
- identyfikacja luk kompetencyjnych, które mogą stanowić ryzyko dla programu;
- rozważenie, w jaki sposób doświadczona kadra nadzorcza i zarządzająca będzie rekrutowana

i rozwijana w celu wspierania kluczowych organizacji;

- przeprowadzenie *due diligence*, aby rozważyć potencjalne zmiany w zakresie lub harmonogramie programu oraz ich wpływ na planowanie zatrudnienia.

Bazując na obserwacji doświadczeń w innych programach jądrowych, istotne na tym etapie są następujące czynności:

- zdefiniowanie na wczesnym etapie celów programu energetyki jądrowej (np. zakresu programu, liczby bloków, możliwości zawarcia umów itp.), tak aby znane było zapotrzebowanie na siłę roboczą;
- zawiązanie partnerstwa strategicznego (dla krajów wdrażających program po raz pierwszy), aby zmniejszyć ogólne obciążenie i zdobyć wiedzę fachową od doświadczonego partnera;
- zrozumienie potencjalnego wpływu tego projektu na siłę roboczą w ramach innych planowanych lub istniejących krajowych projektów infrastrukturalnych;
- uwzględnienie w początkowym planie zatrudnienia ram czasowych (obejmujących 10–15 lat), zgodne z podejściem opartym na kamieniach milowych, aż do początku eksploatacji;
- uwzględnienie ewolucji charakteru i zakresu krajowego planu dotyczącego zatrudnienia, w trzech fazach podejścia opartego na kamieniach milowych;
- konieczność potraktowania planów kadrowych jako „żywych” dokumentów, które należy utrzymywać i w razie potrzeby aktualizować.

¹¹ International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

Rekrutacja¹²

Działania w fazie pierwszej obejmują głównie zapewnienie zasobów ludzkich dla organizacji implementującej program energetyki jądrowej (Nuclear Energy Programme Implementing Organization – NEPIO). Rozmiary i struktura NEPIO może się różnić w poszczególnych krajach członkowskich MAEA. NEPIO musi mieć zdolność niezbędną do rozwiązywania zagadnień stanowiących szczegółowy raport, który jest opracowany na koniec fazy 1. Aby ułatwić przyszłą rekrutację, lepiej jest rozpocząć działania informacyjne na tym etapie programu, by poinformować nauczycieli i studentów o potrzebach i możliwościach naukowych i inżynierskich oferowanych przez przemysł jądrowy. Aspekt rekrutacyjny strategii zarządzania zasobami ludzkimi, który jest ściśle powiązany ze strategią edukacji, szkoleń i rozwoju, również musi uwzględniać możliwość pozyskiwania wiedzy specjalistycznej z innych krajów w zakresie umiejętności, których może brakować w ramach krajowej siły roboczej.

Edukacja, szkolenia i rozwój¹³

NEPIO musi rozważyć potencjalne rozwiązania w przypadku, gdy określone umiejętności nie są łatwo dostępne w ramach krajowej siły roboczej. Rozwiązania te mogą obejmować inwestycje w możliwości rozwoju siły roboczej oraz uruchomienie lub udoskonalenie infrastruktury i programów edukacyjnych. Wymagania te mają być dostosowane do dostępności kandydatów do pracy na rynku oraz harmonogramach zajęć pracy dla absolwentów i praktykantów różnych programów edukacyjnych i zawodowych.

Chociaż sektor jądrowy ma pewne unikalne wymagania w zakresie kształcenia i szkolenia, niektóre umiejętności są podobne do tych, które obowiązują w innych gałęziach przemysłu

istotnych dla bezpieczeństwa, takich jak medycyna, przemysł petrochemiczny czy lotnictwo. W związku z tym kraj implementujący program jądrowy może już posiadać dobrze rozwiniętą infrastrukturę edukacyjną i programy szkolenia zawodowego, z których część będzie wspierać program energetyki jądrowej. Jednakże w każdym systemie kształcenia edukacja STEM (nauki ścisłe, technologia, inżynieria i matematyka) stanowi podstawowe elementy składowe takiego programu, bez którego studenci nie będą przygotowani do dalszych programów kształcenia i szkolenia w zakresie inżynierii/ technologii. Stąd pierwszym krokiem w ocenie przydatności istniejącego modelu edukacji w kraju jest sprawdzenie treści i jakości edukacji STEM.

W przypadku konieczności wprowadzenia zmian w modelu edukacji państwa, oprócz opracowania specjalistycznych programów edukacyjnych na potrzeby sektora jądrowego, konieczne będą znaczne inwestycje, a ich realizacja może zająć znaczną ilość czasu (do dziesięciu lat). Może to okazać się znaczącym wyzwaniem w kontekście ogólnych ram czasowych nowego programu energetyki jądrowej i będzie wymagało podjęcia odpowiednio wczesnych decyzji.

NEPIO ma także ważną rolę do odegrania w zapewnieniu zrozumienia przez rząd potrzeb energetyki jądrowej w zakresie wszelkich dodatkowych wymagań w odniesieniu do infrastruktury edukacyjnej i szkoleniowej. Pracodawcy (organizacja właścicielska, organizacja operatorska, organ regulacyjny, inne organizacje) będą rekrutować personel do programu energetyki jądrowej spośród krajowej siły roboczej. Uczelnie i szkoły zawodowe tworzą zasoby ludzkie, z których pracodawcy rekrutują kadrę. Aby proces ten był skuteczny, przygotowani kandydaci do pracy muszą odpowiadać potrzebom kluczowych organizacji, dlatego też organizacje te muszą odpowiednio

¹² International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

¹³ *Ibid.*

wcześniej komunikować swoje potrzeby uczelniom wyższym i szkołom średnim. Niemniej jednak w fazie 1 NEPIO musi zidentyfikować te potrzeby.

Z kolei uczelnie wyższe i szkoły średnie, w zakresie polityki edukacyjnej, podlegają organizacji rządowej (Ministerstwo Edukacji i Nauki) lub samorządom, przez które są finansowane. Dlatego niezbędna jest skuteczna komunikacja między tymi podmiotami. Chociaż ich role są różne, uzupełniają się wzajemnie. Dlatego ważne jest uwzględnienie pełnego zakresu wymagań edukacyjnych ze strony pracodawców. Potencjalne konflikty dotyczące zasobów ludzkich, których potrzebują zarówno interesariusze programu jądrowego, jak i inni pracodawcy, mogą również wymagać rozwiązania tych problemów przez organizację rządową.

Konieczne może być także zawarcie dwustronnych umów międzynarodowych w celu wspierania rozwoju poszczególnych pracowników, w tym możliwości kształcenia i szkolenia. NEPIO może również rozważyć oddelegowanie kadry kierowniczej wyższego szczebla do organizacji jądrowych w innych krajach.

1.2.2. Działania fazy 2 programu jądrowego

Planowanie siły roboczej¹⁴

Program energetyki jądrowej będzie wymagał szerokiego zakresu kompetencji, zarówno jądrowych, jak i niejądrowych, zarówno na poziomie specjalistycznym (szkolnictwo wyższe), jak i technicznym. Dlatego ważne jest zrozumienie różnicy pomiędzy poziomem wykształcenia a wymaganiami zawodowymi stawianymi na poszczególnych stanowiskach pracy.

Nie jest wskazane, aby interesariusze opierali swoje planowane poziomy zatrudnienia wyłącznie na dojrzałych, stabilnych organizacjach w krajach, w których działają już elektrownie

jądrowe. Doświadczenie pokazało, że dojrzałe programy jądrowe mogą obejmować różne podejścia, które rozwijały się z biegiem czasu i są zazwyczaj specyficzne dla poszczególnych krajów i okoliczności. Podstawowe wymagania kadrowe należy zatem opracować, korzystając z doświadczeń międzynarodowych przy jednoczesnym zrozumieniu specyfiki programu danego kraju – na przykład dostępność krajowych organizacji wsparcia technicznego (TSO), liczbę planowanych bloków elektrowni oraz planowany podział zadań pomiędzy różnych interesariuszy programu.

Organ regulacyjny, aby móc ustalić podejście do udzielania licencji i wydać odpowiednie przepisy we właściwym czasie, musi dysponować znaczną częścią pracowników, którzy posiadają wymagane kompetencje w fazie 2. Może zawrzeć umowy z innymi organami regulacyjnymi lub TSO w celu zapewnienia specjalistycznej wiedzy pomagającej w opracowaniu przepisów i weryfikacji wniosku licencyjnego oraz raportu oceny bezpieczeństwa dla pierwszej i kolejnych elektrowni. Ponieważ nadzór nad budową oraz dostarczaniem komponentami jest zadaniem specjalistycznym i tymczasowym, można również rozważyć wykorzystanie zasobów zewnętrznych do wsparcia tych potrzeb, ponieważ mają one znaczący wpływ na wymagania kadrowe organu regulacyjnego i muszą zostać odzwierciedlone w planie zatrudnienia.

Dla organizacji właścicielskiej i/lub organizacji operatorskiej priorytetem w fazie 2 jest ustalenie kompetencji w zakresie identyfikacji wymagań technicznych elektrowni jądrowej i przeglądu ofert otrzymanych od dostawców. Pod koniec fazy 2 i począwszy od fazy 3 organizacja musi rozwinąć kompetencje, aby móc nadzorować umowę na projektowanie, dostawę i budowę (EPC). Oprócz kompetencji technicznych działania te wymagają umiejętności zarządzania dużymi projektami.

¹⁴ International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

Rekrutacja¹⁵

Chociaż organizacja właścicielska/operatorska w fazie 2 skupia się głównie na pierwszym projekcie elektrowni jądrowej, ważne jest również utworzenie oddzielnego zespołu, który rozpocznie planowanie zatrudnienia organizacji na potrzeby uruchomienia i eksploatacji kolejnych bloków elektrowni jądrowych. Kluczowym elementem jest uwzględnienie wymagań dotyczących szkolenia początkowego i ustawicznego. Zwykle zakłada się, że szczegółowe ustalenia organizacyjne nie zdążą być uzgodnione przed podpisaniem umowy. Ważne jest jednak, aby rozpocząć rekrutację na stanowiska o długim okresie przygotowania do pracy i rozpocząć ich szkolenie wystarczająco wcześnie, aby być gotowym do rozpoczęcia szkolenia zaraz po tym, kiedy umowa jest podpisana.

Edukacja, szkolenia i rozwój¹⁶

W fazie 2 należy opracować i wdrożyć plany wszelkich niezbędnych ulepszeń istniejącej krajowej infrastruktury i programów edukacyjnych i zawodowych. Ulepszenia te muszą opierać się na oczekiwanym zapotrzebowaniu na absolwentów różnych programów edukacyjnych i zawodowych. W miarę powstawania nowych organizacji ustalają one swoje funkcje szkoleniowe i określają wymagania szkoleniowe, początkowo w celu zaspokojenia potrzeb fazy 2 i wczesnej fazy 3. Planowanie szkoleń wymaga uwzględnienia czasu potrzebnego na zdefiniowanie zakresu wymaganego szkolenia, potencjalnych źródeł szkoleń, utworzenia i obsady centrum szkoleniowego, przygotowania odpowiednio wykwalifikowanej kadry szkoleniowej i przeprowadzenia szkoleń w równoległe z zatrudnianiem pracowników. Dlatego planowanie programu szkoleniowego należy rozpocząć wcześnie.

Konieczne będzie także zapewnienie pracownikom specjalistycznych szkoleń dotyczących rozważanych

technologii reaktorów i kultury bezpieczeństwa wymaganej w przypadku energii jądrowej, nawet w przypadku personelu posiadającego stopnie naukowe związane z energią jądrową.

Wszyscy pracownicy zaangażowani w realizację programu energetyki jądrowej będą wymagać szkolenia wprowadzającego z podstaw energetyki jądrowej, a następnie szkolenia specjalistycznego na danym stanowisku. Na tym etapie można rozwijać zarówno ogólne kształcenie, jak i szkolenia z zakresu podstaw energetyki jądrowej, niezależnie od wyboru technologii, natomiast bardziej szczegółowe, specyficzne dla danego stanowiska szkolenie będzie zależeć od technologii i wymogów regulacyjnych. Niektóre role, np. w organizacji operatorskiej, mogą wymagać początkowo intensywnego, kilkuletniego szkolenia w specjalistycznych placówkach zagranicznych wykorzystujących infrastrukturę zgodną z oferowaną przez dostawcę technologii, a następnie w obiektach krajowych. Personel organizacji właścicielskiej/operatorskiej będzie również wymagał szkolenia w zakresie zarządzania projektami.

Sponsorowanie studentów w ramach krajowych i międzynarodowych programów edukacyjnych może stanowić istotne źródło pozyskania przyszłych kandydatów do pracy. Na tym etapie można również rozważyć plany oddelegowania personelu w celu szkolenia i rozwoju do odpowiednich organizacji w krajach realizujących programy energii jądrowej, szczególnie w przypadku przyszłej kadry zarządzającej.

¹⁵ International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

¹⁶ Ibid.

1.2.3. Działania fazy 3 programu jądrowego

Planowanie siły roboczej¹⁷

Na początku fazy 3 organizacja właścicielska/operatorska będzie musiała kontynuować rozwój planu zatrudnienia i szerszą strategię zasobów ludzkich w oparciu o wybraną technologię, model zatrudnienia zaproponowany przez dostawcę oraz wiedzę zdobytą podczas procesu negocjacji. Plan będzie musiał odzwierciedlać następujące czynniki, które mogą mieć wpływ na termin rekrutacji i czas trwania programów szkoleniowych:

- czas potrzebny na przeszkolenie i certyfikację personelu;
- czas potrzebny na przeprowadzenie wcześniejszej rekrutacji personelu, aby mógł on zdobyć wiedzę podczas budowy i rozruchu;
- konieczność oddelegowania personelu do innych organizacji w celu zdobycia doświadczenia;
- zakres szkoleń zapewnianych przez dostawcę technologii;
- konieczność licencjonowania kwalifikacji personelu przez organ regulacyjny.

W planie należy również uwzględnić następujące kwestie, które mogą mieć wpływ na liczebność personelu zatrudnionego:

- plany zaangażowania podmiotów krajowych w realizację programu jądrowego;
- zakres i czas trwania oddelegowania przez doświadczoną organizację właścicielską/operatorską;
- początkowe wskaźniki niepowodzeń w szkoleniu związanych z wymaganym wysokim poziomem umiejętności;
- utrata pracowników na rzecz innych branż lub

innych organizacji jądrowych;

- dodatkowy personel pełniący rolę mentorów/doradców;
- rozwijanie kompetencji na potrzeby przyszłych projektów;
- posiadanie wystarczającej liczby pracowników umożliwiającej kierowanie części personelu na szkolenia i inne działania mające na celu rozwijanie kompetencji;
- samodzielność w obszarach takich jak podstawowe obliczenia, analiza bezpieczeństwa itp.;
- sposoby uzyskiwania wsparcia technicznego.

Wszystko to będzie wymagało inwestycji w rekrutację i szkolenie personelu na długo przed uruchomieniem elektrowni jądrowej i wygenerowaniem z niej przychodów.

Podobnie organ regulacyjny będzie musiał posiadać plan rozwoju zasobów ludzkich mający na celu rozwój kompetencji wraz z postępem w realizacji projektu – przejściem z etapu analizy wniosku licencyjnego, przez nadzór nad budową do nadzoru nad eksploatacją. Strategia w tym zakresie będzie zależała od liczby i harmonogramu przyszłych jednostek i będzie obejmować wymagane programy szkoleniowe w zakresie bezpieczeństwa operacyjnego.

Rekrutacja¹⁸

Organ regulacyjny musi kontynuować rekrutację i szkolenie personelu, aby móc zapewnić odpowiedni nadzór nad budową, produkcją urządzeń i, w dalszej części fazy 3, uruchomieniem i eksploatacją elektrowni. Organ regulacyjny musi także zapewnić wystarczające zasoby i wsparcie ze strony TSO i wykonawców, aby móc dokonać przeglądu wniosków o wydanie zezwolenia na prowadzenie działalności.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

Na początku fazy 3 organizacja właścicielska/operatorska będzie musiała zatrudnić dodatkowy personel określony w trakcie fazy 2 w celu nadzorowania budowy. Będzie także musiała zatrudnić większość personelu operacyjnego w terminie zgodnym z planem projektu budowlanego i uwzględniającym czas trwania wymaganego szkolenia. Budowa i uruchomienie elektrowni jądrowej zapewnia wyjątkowe możliwości uczenia się przyszłej kadrze operatorskiej. Dlatego też wczesna rekrutacja i zaangażowanie personelu krajowego w budowę i oddanie do użytku elektrowni jądrowej to zadania mające na tym etapie na celu maksymalizację wiedzy. Rekrutacja będzie zatem istotnym działaniem dla organizacji właścicielskiej/operatorskiej na tym etapie. Tam, gdzie to możliwe, włączenie personelu krajowego do zespołu projektowego dostawcy od początku projektu będzie wspierać transfer odpowiedniej wiedzy i kompetencji, dlatego należy to uwzględnić w planach rekrutacyjnych organizacji. Należy rekrutować kadrę kierowniczą wyższego szczebla organizacji operatorskiej na początku fazy 3 oraz nadzorować prace związane z przygotowaniem do eksploatacji. Nakład pracy związany z tymi rolami, szczególnie pod koniec fazy 3, oznacza, że nie mogą zostać w nich zatrudnione osoby, które nadal pełnić będą istotne funkcje w organizacji zarządzającej projektami.

W planach rekrutacyjnych dla obu wyżej wymienionych organizacji należy również uwzględnić czas potrzebny na monitorowanie i mentoring, aby zapewnić przekazanie doświadczenia ekspertów zewnętrznych pracownikom krajowym przed przewidywanym odejściem ekspertów zewnętrznych.

Edukacja, szkolenie i rozwój¹⁹

Do fazy 3 wszystkie wymagane ulepszenia istniejącej infrastruktury edukacyjnej i zawodowej muszą zostać ukończone, a NEPIO musi monitorować te inicjatywy, aby upewnić się, że ich postępy są zadowalające

i odpowiadają zmieniającym się potrzebom programu. Szkolenia i inne działania rozwojowe w fazie 3 będą miały podwójny cel:

- rozwinięcie kompetencji w zakresie nadzorowania budowy zgodnie z wymaganiami zarówno organizacji właścicielskiej/operatorskiej, jak i organu regulacyjnego;
- rozwinięcie kompetencji wymaganych na etapach rozruchu i eksploatacji.

Należy dopilnować, aby cały wymagany personel techniczny organizacji właścicielskiej/operatorskiej był dostępny przed fazą rozruchu, aby zdobyć doświadczenie i wykorzystać na przyszłość wnioski wyciągnięte podczas rozruchu.

Na tym etapie kontynuowane będą szkolenia personelu organu regulacyjnego, aby zapewnić kompetencje niezbędne do prowadzenia dozoru działającej elektrowni jądrowej. Organ regulacyjny powinien zawrzeć umowę ze swoim odpowiednikiem w kraju dostawcy technologii oraz bardziej doświadczonymi dozoramijądrowymi z innych krajów, co pomoże w rozwijaniu jego kompetencji. Będzie to jednak musiało zostać uzgodnione w ramach umów dwustronnych między krajami, ponieważ nie będzie stanowić części umowy z dostawcą.

Faza 3 zapewnia także wszystkim pracownikom możliwość uczenia się poprzez obserwację budowy i pracę z doświadczonym personelem. Dla organu regulacyjnego (oraz każdego przyszłego krajowego TSO) przegląd wniosków licencyjnych stanowi niepowtarzalną okazję do uczenia się od doświadczonych organizacji wspierających proces, takich jak doświadczony regulator lub TSO. Podobnie współpraca dostawcy technologii i wybranej grupy inżynierów z organizacji właścicielskiej zapewni możliwości uczenia się, które nie będą dostępne w fazie eksploatacji. Na tym etapie można również kontynuować odelegowywanie personelu do

¹⁹ International Atomic Energy Agency, Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).

innych organizacji jądrowych, ale w harmonogramie należy również uwzględnić korzyści wynikające z przebywania na miejscu podczas określonych etapów budowy i testowania.

Oprócz organu regulacyjnego i organizacji właścicielskiej/operatorskiej, na współpracy międzynarodowej z organizacjami z kraju dostawcy mogą również skorzystać instytucje edukacyjne i organizacje normalizacyjne. Takie partnerstwa mogą zapewniać specjalistyczne możliwości szkoleniowe dla personelu krajowego.

Utworzenie odpowiedniego i skutecznego systemu szkoleń wspierających eksploatację elektrowni jądrowej samo w sobie jest dużym projektem. Organizacja właścicielska/operatorska będzie musiała współpracować z dostawcą technologii, aby sfinalizować i wdrożyć plany szkoleniowe dotyczące konkretnych stanowisk pracy na etapie eksploatacji elektrowni jądrowej. Należy określić i opracować wymagania dotyczące szkoleń i kwalifikacji, biorąc pod uwagę projekt elektrowni jądrowej, system zarządzania oraz doświadczenia i praktyki kraju dostawcy. Wymogi regulacyjne dotyczące kwalifikacji i licencjonowania niektórych pracowników będą miały również wpływ na ogólne ustalenia dotyczące szkoleń i kwalifikacji.

Model szkoleniowy powszechnie stosowany w sektorze jądrowym opiera się o Systematyczne Podejście do Szkolenia (SAT). Organizacja właścicielska/operatorska, a także organ regulacyjny i odpowiednie organizacje będą musiały upewnić się, że cały personel zaangażowany w opracowywanie i wdrażanie modelu i programów szkoleniowych jest kompetentny w korzystaniu z SAT. Treść programów szkolenia wstępnego i ustawicznego zostanie ustalona adekwatnie do fazy analizy modelu SAT, która umożliwi także określenie odpowiedniego środowiska prowadzenia szkolenia (sala lekcyjna, laboratorium, warsztat itp.) oraz dobór odpowiednich narzędzi szkoleniowych, w tym makiet, modeli i symulatorów.

Ważnym elementem systemu opartego na SAT jest zapewnienie pełnego symulatora, który replikuje nastawnię i dokładnie odzwierciedla zachowanie systemów elektrowni. Dostępność symulatora nastawni o pełnym zakresie do szkolenia operatorów jest zazwyczaj wymogiem licencyjnym dla elektrowni jądrowych. Jednak wraz z postępem technologii symulatory komputerowe o ograniczonym zakresie są coraz częściej wykorzystywane do zaspokajania różnych potrzeb szkoleniowych, np. szkolenia stacjonarne dotyczące zasad działania, szkolenia w zakresie inżynierii systemów i szkolenia w zakresie zarządzania kryzysowego. Doświadczenie pokazuje, że pełnoskalowy symulator nastawni musi zostać zbudowany, oddany do użytku i uruchomiony co najmniej 18 miesięcy przed pierwszym załadunkiem paliwa, aby przeszkolić i certyfikować operatorów bloku jądrowego oraz inny niezbędny personel. Należy zauważyć, że po dostarczeniu paliwa wymagana będzie minimalna liczba personelu zmianowego oraz pełna zdolność reagowania w sytuacjach awaryjnych.

Dostarczenie głównych elementów systemu szkoleniowego wraz z projektowaniem, budową i wyposażeniem centrum szkoleniowego zazwyczaj wchodzi w zakres usług dostawcy technologii elektrowni jądrowej. Dostawca będzie wówczas odpowiedzialny za dostawę infrastruktury systemu szkoleniowego, niezbędnej dokumentacji oraz symulatora pełnozakresowego, a także zapewnienie szkoleń wspierających podnoszenie kwalifikacji personelu operacyjnego elektrowni jądrowej. Dostawca technologii może również w ramach odpowiedniej umowy przygotować personel odpowiedzialny za dalsze przygotowanie personelu elektrowni, jednak nawet w takich okolicznościach inwestor musi posiadać kompetencje umożliwiające weryfikację tych wymagań i zobowiązań w ramach umowy. Jest to konieczne, aby zapewnić, żeby personel dostawcy elektrowni jądrowej zaangażowany w obszar szkoleń posiadał wiedzę i doświadczenie we wdrażaniu i dostarczaniu modelu

szkoleniowego opartego na SAT oraz żeby zastosował SAT przy analizie wyników szkolenia.

Zaleca się, aby pierwsze szkolenie stanowiskowe dla personelu wyznaczonego do obsługi lub nadzorowania pracy elektrowni odbyło się w zakładzie referencyjnym. Od personelu elektrowni jądrowych oczekuje się, że będzie posiadał formalne kwalifikacje na swoje stanowiska w oparciu o wykształcenie oraz odpowiednie dalsze przeszkolenie. Będzie się to również wiązać z weryfikacją kwalifikacji przez organ regulacyjny.

Weryfikacja taka to formalne uznanie przez inwestora lub organ regulacyjny, że dana osoba lub organizacja posiada niezbędne kompetencje i jest upoważniona do wykonywania swoich zadań. Również zakontraktowane przez dostawcę szkolenie zespołów do prac serwisowych musi zostać wdrożone w elektrowni referencyjnej lub zakładach o konstrukcji podobnej do elektrowni w budowie.

W przypadku personelu budowlanego i projektowego, oprócz szkolenia specjalistycznego na danym stanowisku, ważne jest przeszkolenie go w takich aspektach jak standardy i wymagania jakościowe, a także podkreślenie znaczenia tych tematów dla zapewnienia długoterminowego bezpieczeństwa i niezawodności instalacji.

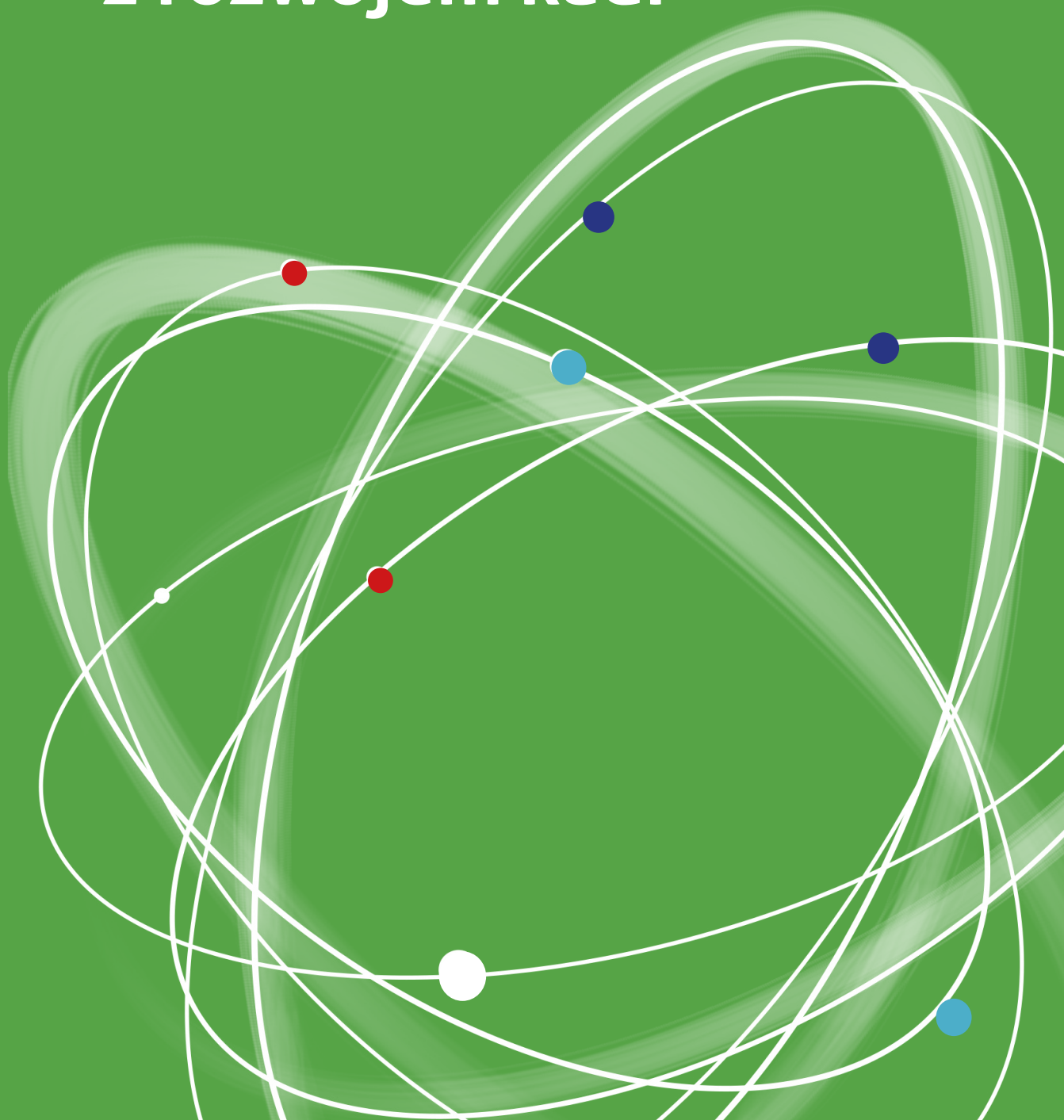
W elektrowni jądrowej, składającej się z dwóch bloków, typowy podstawowy personel szkoleniowy liczy od 40 do 60 osób. Wpływ na zatrudnienie

personelu szkoleniowego w samej elektrowni może mieć liczba instruktorów zewnętrznych i wykonawców, a także wybrana technologia. W dojrzałych programach energetyki jądrowej powszechną praktyką jest także bezpośrednio zaangażowanie kadry kierowniczej wyższego szczebla w prowadzenie szkoleń, zarówno po to, aby pokazać swoje zaangażowanie w szkolenia, jak i dać im możliwość ustalenia standardów i oczekiwań w zakresie zachowania pracowników i wyników pracy. Dla kraju dopiero wdrażającego program jądrowy może to stanowić większe wyzwanie, ponieważ wielu menedżerów będzie nadal szkolić się w fazie 3. Jednakże w miarę możliwości menedżerowie muszą aktywnie angażować się w szkolenia przyszłych kadr.

Nawet w przypadku zapewnienia części kadr przez dostawcę technologii potrzebne będą znaczne zasoby ludzkie, aby dokonać przeglądu dużej liczby dokumentów szkoleniowych, planów zajęć, materiałów dla osób szkolących się itp., a wszystko to będzie musiało zostać sprawdzone i zaakceptowane przez organizację operatorską, często w napiętych ramach czasowych. W takich okolicznościach zaleca się, aby pracownicy szkoleniowi w elektrowni jądrowej byli rekrutowani od początku opracowywania modelu szkolenia, aby zapewnić wystarczającą ilość czasu na zdobycie niezbędnych umiejętności i doświadczenia w drodze szkolenia u dostawców lub poprzez korzystanie z innych programów szkoleniowych/ wymiany rozwojowej z innymi krajami operacyjnymi.



Diagnoza aktualnej sytuacji w obszarach związanych z rozwojem kadr





Ocenę aktualnej sytuacji kadrowej należy przeprowadzać z punktu widzenia poszczególnych interesariuszy programu jądrowego. MAEA definiuje trzy kluczowe organizacje zaangażowane w rozwój infrastruktury jądrowej²⁰:

- Organizacja implementująca program energetyki jądrowej (NEPIO) – działająca samodzielnie lub jako mechanizm zrzeszający komitety działające na różnych poziomach wyłonione z wielu organizacji, utworzona w celu koordynacji pracy na potrzeby rozwoju infrastruktury jądrowej. W przypadku PPEJ funkcję tę pełni Departament Energii Jądrowej w Ministerstwie Klimatu i Środowiska (urzędzie obsługującym ministra właściwego ds. energii).
- Organ regulacyjny – podmiot odpowiedzialny za regulacje w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, ochrony i zabezpieczenia dla potrzeb programu energetyki jądrowej – nowe organizacje lub stanowiące rozszerzenie istniejącego organu odpowiedzialnego za ochronę radiologiczną. W Polsce funkcję tę pełni Prezes Państwowej Agencji Atomistyki wraz z podległą mu instytucją. Część zadań regulacyjnych wykonuje również organ dozoru technicznego – podmiot odpowiedzialny za wykonywanie dozoru technicznego nad urządzeniami technicznymi i urządzeniami w elektrowni jądrowej. W Polsce funkcję tę pełni Prezes Urzędu Dozoru Technicznego wraz z podległą mu instytucją.
- Organizacja właścicielska/organizacja operatorska – spółka państwowa lub prywatna, lub inny podmiot komercyjny, odpowiedzialna za zawieranie kontraktów z dostawcą technologii, nadzór nad budową i docelową eksploatacją elektrowni jądrowej. W przypadku PPEJ jest to spółka Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o.

W programie jądrowym występuje też cały szereg

innych interesariuszy. Z punktu widzenia rozwoju kadr będą to w szczególności:

- uczelnie wyższe, których rolą jest edukacja specjalistów z obszaru energetyki jądrowej oraz pokrewnych dziedzin niezbędnych do realizacji programu jądrowego. Uczelnie mogą też pełnić funkcję organizacji wsparcia technicznego (TSO) dla pozostałych interesariuszy;
- instytuty badawcze, których główną rolą jest pełnienie funkcji organizacji wsparcia technicznego (TSO) dla pozostałych interesariuszy programu jądrowego w obszarach swojej specjalizacji, a w mniejszym stopniu udział w przygotowaniu kadr. To ostatnie może mieć formę zarówno kształcenia na poziomie doktorskim, prowadzenia szkoleń dla innych interesariuszy oraz wsparcia infrastrukturalnego dla uczelni wyższych. Kluczowe instytuty badawcze to Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ), Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) oraz Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (ICHTJ), ale należy podkreślić, że w ramach swoich specjalności w realizacji programu jądrowego będzie uczestniczyć szereg innych instytutów branżowych;
- szkoły średnie, których zadaniem będzie kształcenie specjalistów szczebla technicznego;
- Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP), jako jednostka odpowiedzialna za gospodarkę odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym w Polsce;
- podmioty przemysłowe dostarczające elementy wyposażenia oraz świadczące usługi dla operatora elektrowni, dostawcy technologii lub generalnego wykonawcy, zarówno na etapie budowy, rozruchu, jak i eksploatacji elektrowni jądrowej.

²⁰ International Atomic Energy Agency, Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2015).



2.1. Departament Energii Jądrowej

Departament Energii Jądrowej (DEJ) w Ministerstwie Klimatu i Środowiska odpowiada za sprawy związane z wykorzystaniem energii jądrowej dla potrzeb społeczno-gospodarczych kraju, w tym za wdrożenie Programu polskiej energetyki jądrowej (PPEJ), przyjętego w obecnym kształcie uchwałą nr 141 Rady Ministrów z dnia 2 października 2020 r. DEJ pełni zatem rolę określaną w dokumentach MAEA jako NEPIO. Do zakresu jego działań należy między innymi:

- kształtowanie polityki energetycznej Polski i otoczenia prawno-regulacyjnego w zakresie energii i energetyki jądrowej, w tym z przygotowaniem i aktualizacją Programu polskiej energetyki jądrowej (PPEJ) oraz koordynacją realizacji Programu;
- kształtowanie polityki państwa i otoczenia prawno-regulacyjnego w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, w tym z przygotowaniem i aktualizacją Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz koordynacją jego realizacji;
- przyznawanie dotacji celowych udzielanych w celu zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej kraju przy stosowaniu promieniowania jonizującego;
- edukacja oraz rozpowszechnianie informacji naukowo-technicznych i prawnych w zakresie energii i energetyki jądrowej oraz zapewnienia kompetentnych kadr dla energetyki jądrowej.

Departament koordynuje współpracuje z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej oraz koordynuje współpracę z Agencją Energii Jądrowej OECD, w tym udział krajowych instytucji w programach obu Agencji oraz odpowiada za cykliczne przeglądy przygotowań i realizacji Programu polskiej energetyki jądrowej.

W związku z planową realizacją PPEJ oraz wzrostem zainteresowania energetyką jądrową ze strony społeczeństwa (w tym przedstawiciele polskich przedsiębiorstw) DEJ wymaga wzmocnienia kadrowego o niezbędną obsadę składającą się ze specjalistów z różnych dziedzin. To działanie powinno się odbywać adekwatnie do rosnących zadań w zakresie: realizacji postanowień prawa atomowego, wdrażania strategii rozwoju energetyki jądrowej, wydawania decyzji administracyjnych, rozwoju infrastruktury jądrowej, jądrowego cyklu paliwowego, infrastruktury naukowo-badawczej i edukacyjnej, rozpowszechniania informacji społecznej, zarządzania zasobami ludzkimi, współpracy wielostronnej oraz bilateralnej, krajowej i zagranicznej. W celu oceny zapotrzebowania kadrowego w DEJ został opracowany w 2023 roku dokument Analiza potencjału zasobów ludzkich Departamentu Energii Jądrowej (DEJ) w Ministerstwie Klimatu i Środowiska niezbędnych do realizacji PPEJ (2023) – ocena i potrzeby. Plan rozwoju zasobów ludzkich DEJ w kontekście PPEJ, który zawiera zestawienie potrzeb kadrowych DEJ oraz proponowane działania mające na celu ich zaspokojenie. Zestawienie liczbowe obecnej i potrzebnej kadry zestawiono w Tabeli 2.

Kluczowe obszary wiedzy niezbędnej w DEJ to między innymi wiedza z zakresu technologii jądrowych, ram regulacyjnych oraz kultury bezpieczeństwa, prowadzenia skutecznej komunikacji i budowania świadomości obywatelskiej, zarządzania projektami i planowania, kwestii prawnych i regulacyjnych, ekonomiki oraz finansowania energetyki jądrowej, współpracy krajowej, międzynarodowej i tworzenia sieci kontaktów.

W opinii DEJ zwiększenie potencjału kadrowego, w tym zwiększenie poziomu zatrudnienia oraz zdobywanie nowych doświadczeń i podnoszenie poziomu kompetencji przez pracowników zatrudnionych w DEJ jest warunkiem koniecznym planowej realizacji PPEJ (szczególnie w kontekście rosnącej liczby zadań wraz z planowanym na lata



2024-2033 znaczącym zwiększeniem liczby podejmowanych działań). Równocześnie, wraz z rozbudową kadrową DEJ, zmianie będzie musiała ulec struktura organizacyjna departamentu²¹.

Tabela 2. Planowana liczba etatów w DEJ w kolejnych latach realizacji PPEJ (2023-2032)²²

Wydziały	Niezbędne zasoby kadrowe DEJ									
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Dyrekcja Departamentu	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Wydział Informacji Społecznej	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10
Zespół ds. Budowy Kadr na Potrzeby Energetyki Jądrowej	–	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zespół ds. Współpracy z Przemysłem Jądrowym	–	2	2	3	3	3	3	4	4	5
Wydział Infrastruktury Jądrowej i Jądrowego Cyklu Paliwowego	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Zespół ds. Rozwoju Zaplecza Naukowo-Badawczego	–	–	2	2	2	2	2	2	3	3
Wydział Strategii i Regulacji	7	9	10	10	10	10	10	10	10	10
Zespół ds. Prawnych i Regulacji	–	2	2	2	2	2	2	2	4	5
Zespół ds. Finansowych	–	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sekretariat Departamentu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Suma	22	35	38	41	42	42	42	43	46	49

²¹ Departament Energii Jądrowej, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Analiza potencjału zasobów ludzkich Departamentu Energii Jądrowej (DEJ) w Ministerstwie Klimatu i Środowiska niezbędnych do realizacji PPEJ (2023) – ocena i potrzeby. Plan rozwoju zasobów ludzkich DEJ w kontekście PPEJ, Warszawa (2023).

²² Ibid.



2.2. Państwowa Agencja Atomistyki

Prezes Państwowej Agencji Atomistyki, jako organ pełniący funkcję dozoru jądrowego oraz wspierająca go w realizacji obowiązków Państwowa Agencja Atomistyki, mają szczególne zadanie w realizacji PPEJ. Realizacja programu jądrowego wymaga zapewnienia wzmocnienia kadrowego oraz rozwoju kompetencji w sektorze bezpieczeństwa jądrowego. W PPEJ wskazuje się, że dla efektywnego wykonywania zadań powierzonych w Programie Prezes Państwowej Agencji Atomistyki musi dysponować między innymi kompetentnym personelem eksperckim wspierającego go urzędu. Jednocześnie nadzór regulacyjny nad realizacją inwestycji w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej jest nowym wyzwaniem dla Prezesa PAA i Agencji, dlatego wymagane jest wzmocnienie obecnej kadry PAA o nowych pracowników wyspecjalizowanych w wielu dziedzinach technicznych, ale również opracowanie oferty umożliwiającej dalszy rozwój zawodowy osób już pracujących. Dlatego też wzmocnienie kadrowe dozoru jądrowego było jednym z celów zapisanych bezpośrednio w PPEJ.

Równocześnie w przypadku realizacji w Polsce innych projektów jądrowych niż realizacja PPEJ, konieczne jest zwiększanie zatrudnienia na potrzeby nadzoru nad tymi projektami i stosowanymi w ich realizacji technologiami jądrowymi. Inne technologie wymagają osobnych zespołów pracowników dozoru jądrowego, którzy po właściwym przeszkoleniu w danej technologii, będą mogli prowadzić kontrole oraz weryfikować spełnienie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w trakcie oceny wniosków o wydanie zezwoleń na budowę, rozruch i eksploatację obiektów jądrowych.

Do kwestii budowy kompetencji technicznych szczegółowo odnosi się przyjęty 2 kwietnia 2023 r. *Program rozwoju zawodowego pracowników Państwowej Agencji Atomistyki na potrzeby Programu Polskiej Energetyki Jądrowej*. Według stanu

zatrudnienia na dzień 7.04.2023 r. w PAA pracowało łącznie 138 osób. Na dzień przyjęcia aktualizacji PPEJ w 2020 r. w Agencji zatrudnione było 27 osób dedykowanych do realizacji PPEJ. Określono potrzebę zatrudnienia do 2033 r. dodatkowych 83 specjalistów – docelowo w PAA ma funkcjonować 110 etatów przeznaczonych na potrzeby PPEJ. Co bardzo istotne wzmocnienie kadrowe PAA jest konieczne już na bardzo wstępnym etapie realizacji PPEJ. Zdecydowana większość potrzebnej kadry, tj. około 75%, powinna być zatrudniona i przeszkolona przed wpłynięciem do PAA wniosku o wydanie zezwolenia na budowę pierwszej elektrowni jądrowej, czyli w latach 2022-2023. Następnie kadra ma być systematycznie zwiększana do 2033 r., uwzględniając nadzór inspektorów dozoru jądrowego nad budową i rozruchem pierwszej elektrowni jądrowej oraz licencjonowanie kolejnych bloków jądrowych. Plan zwiększania zatrudnienia na lata 2022-2024 obejmuje 60 nowych stanowisk, w tym: 2022 r. – 35 stanowisk, 2023 r. – 20 stanowisk, 2024 r. – 5 stanowisk.

Efektywne wykonywanie zadań nadzoru regulacyjnego w trakcie projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej wymaga od PAA posiadania wysoko wykwalifikowanej kadry pracowniczej. PAA potrzebuje zwłaszcza wzmocnienia kadrowego o pracowników wyspecjalizowanych w dziedzinach technicznych (tj. energetyka, elektrotechnika, mechanika, automatyka, wymiana ciepła, mechanika płynów, inżynieria materiałowa, budownictwo, ochrona środowiska, fizyka – w szczególności jądrowa i cząstek elementarnych oraz fizyka i dynamika reaktorów, chemia oraz geologia), a także w zakresie analiz bezpieczeństwa deterministycznych i probabilistycznych. Poszukiwane są przede wszystkim osoby posiadające nie tylko odpowiednie wykształcenie, ale również bogate doświadczenie w ww. dziedzinach.

Jednakże dostępność kadr z wieloletnim doświadczeniem w tych dziedzinach jest niewystarczająca i wymaga implementacji



odpowiedniego systemu szkoleń dla pracowników. Polska nie jest jedynym krajem, który musi mierzyć się z tym problemem. W związku z tym nie tylko PAA, ale również dozory jądrowe innych państw, weryfikują swoje wstępne oczekiwania odnośnie do długości doświadczenia wymaganego na danych stanowiskach. Wśród dozorów jądrowych w innych państwach coraz większy nacisk kładzie się na szkolenia i doskonalenie kompetencji nowozatrudnionych pracowników. Umożliwia to większą otwartość na przyjmowanie do pracy osób mających odpowiednie wykształcenie kierunkowe, ale nie dysponujących jeszcze optymalnym doświadczeniem w danym obszarze. Dlatego odpowiednio zaplanowany program rozwoju kompetencji pracowników jest kluczowy w tym kontekście. Specyfika pracy dozoru jądrowego ogranicza również możliwość poszukiwania pracowników poza Polską. Barię w rekrutacji doświadczonych pracowników z innych państw pozostaje brak znajomości krajowych ram regulacyjnych. Należy jednak rozważyć możliwość dalszej intensyfikacji współpracy z innymi krajami, które mają rozwinięte krajowe programy energetyki jądrowej w kontekście korzystania z doradztwa zewnętrznego. W ograniczonym zakresie można również zastanowić się nad zasadnością pozyskania zasobów kadrowych z państw, które kończą już realizację programów energetyki jądrowej.

Bardzo dużym wyzwaniem pozostaje stale rosnąca liczba oferowanych miejsc pracy w przedsiębiorstwach działających w obszarze energetyki jądrowej. W tym kontekście szczególnie ważne jest zapewnienie odpowiednich zasobów finansowych, aby utrzymać atrakcyjność wynagrodzenia pracowników PAA w relacji do konkurencyjnych warunków zatrudnienia oferowanych przez inne podmioty sektora jądrowego. Jest to wyzwanie nie tylko związane z pozyskiwaniem nowych pracowników, ale również w zapobieganiu odpływowi wykwalifikowanej kadry do przemysłu.

2.3. Urząd Dozoru Technicznego

Jako państwowa instytucja odpowiedzialna za nadzór nad bezpieczeństwem urządzeń technicznych, Urząd Dozoru Technicznego pełni rolę jednego z uczestników programu jądrowego w Polsce i aktywnie angażuje się w realizację inwestycji oraz eksploatację pierwszej elektrowni jądrowej w kraju. Zgodnie z przepisami dotyczącymi dozoru technicznego i ustawą Prawo atomowe, urządzenia oraz elementy techniczne w elektrowni jądrowej będą podlegać nadzorowi technicznemu w zakresie projektowania, materiałów i elementów używanych do produkcji, naprawy lub modernizacji, produkcji, eksploatacji, a także likwidacji.

Wstępna analiza wskazuje, że w poszczególnych fazach projektu planowane zasoby ludzkie UDT dedykowane energetyce jądrowej (przy założeniu obsługi jednego reaktora) przedstawiają się następująco:

- faza przygotowania projektu – 46 osób,
- faza budowy – 72 osoby,
- faza rozruchu – 98 osób,
- faza eksploatacji – 94 osoby,

Budowanie kolejnych reaktorów w ramach jednej technologii i lokalizacji będzie obejmować przesunięcie czasowe etapów budowy poszczególnych bloków, co umożliwi zaangażowanie tych samych specjalistów do pracy nad wieloma blokami. To z kolei pozwoli na zminimalizowanie liczby potrzebnych zasobów poniżej wielokrotności ogólnej liczby reaktorów. Jednoczesna realizacja budowy kilku elektrowni jądrowych, zwłaszcza o różnych technologiach, oraz nakładanie się czasowe różnych faz tych projektów, będzie stanowiła znacznie większe wyzwanie w zakresie zapewnienia niezbędnych zasobów ludzkich.



2.4. Polskie Elektrownie Jądrowe

W spółce Polskie Elektrownie Jądrowe, od początku jej istnienia, podjęto działania w obszarze *Capacity Building* poprzez zwiększenie obsady personelu komórek organizacyjnych odpowiedzialnych za rekrutację i selekcję pracowników, rozwój kwalifikacji zawodowych, planowanie i kontroling personalny. Obszar ten jest rozwijany, aby możliwe było zapewnienie optymalnego poziomu rozwoju kadr zarówno w ujęciu ilościowym, jak i jakościowym, na każdym etapie inwestycji w Polsce. W 2023 roku przygotowano również *Plan rozwoju zasobów ludzkich Polskich Elektrowni Jądrowych Sp. z o. o.*²³

Planując swoje działania w obszarze *Capacity Building* PEJ przyjął podział na cztery fazy inwestycji:

- Faza 1 – przed wyborem Dostawcy Technologii/ Wykonawcy EPC dla Inwestycji w ramach Postępowania zintegrowanego;
- Faza 2 – przed rozpoczęciem budowy – faza projektowania;
- Faza 3 – przed rozruchem/uruchomieniem – faza budowy;
- Faza 4 – przed przekazaniem elektrowni – faza uruchomienia.

Z czego wynikają cztery kamienie milowe programu:

- Kamień milowy 1 – Wybór dostawcy technologii/konsorcjum;
- Kamień milowy 2 – Rozpoczęcie budowy;
- Kamień milowy 3 – Rozpoczęcie rozruchu;
- Kamień milowy 4 – Przekazanie elektrowni jądrowej organizacji operatorskiej.

Powyższy podział odbiega od tego rekomendowanego przez MAEA dla programu jądrowego, ale odzwierciedla wszystkie niezbędne etapy realizacji inwestycji, w tym w zakresie rozwoju

zasobów ludzkich. Rozbieżności te można uznać za uzasadnione, ponieważ etapy i kamienie milowe MAEA odnoszą się do szerszego otoczenia elektrowni jądrowej i dotyczą całego kraju, natomiast przyjęty przez PEJ podział odnosi się konkretnie do projektu budowy elektrowni jądrowej (w dalszej perspektywie dwóch elektrowni jądrowych) w ramach PPEJ i jest bardziej szczegółowy.

Zgodnie ze stanem na dzień 30 września 2023 w PEJ zatrudnionych było łącznie 337. Inwestor przyjął rozwiązanie polegające na projektowaniu raz w roku, we wrześniu, planu zatrudnienia (rekrutacji) obejmującego interwały dwuletnie, oraz weryfikacji tego planu trzykrotnie w ciągu roku. Jednocześnie Inwestor cyklicznie opracowuje długoterminowy Plan Ramowy Zatrudnienia. Aktualna wersja została stworzona przy udziale Doradcy Technicznego we wrześniu 2022 roku. Aktualny stan obrazuje Tabela 3. Prognozowane zatrudnienie w trakcie realizacji programu przedstawiono w Tabeli 4.

²³ Polskie Elektrownie Jądrowe, Plan rozwoju zasobów ludzkich Polskich Elektrowni Jądrowych Sp. z o. o. (2023).



Tabela 3. Struktura zatrudnienia w spółce Polskie Elektrownie Jądrowe²⁴

Pion	Stan na wrzesień 2023 r.	Docelowa liczba pracowników do końca 2023 r.
Dyrektor Wykonawczy	2	2
Pion Bezpieczeństwa i Audytu	15	13
Pion Biuro Zarządu	0	8
Pion Finansowy	17	18
Pion Informatyki i Cyberbezpieczeństwa	22	28
Pion Infrastruktury Towarzyszącej	0	11
Pion Komunikacji i Relacji z Interesariuszami	19	25
Pion Obsługi Programu	35	64
Pion Personalno-organizacyjny	30	36
Pion Prawny	34	25
Pion Realizacji Programu	51	72
Pion Rozwoju Biznesu	14	15
Pion Technologii Jądrowych i Eksploatacji	27	31
Pion Zakupów	22	27
Pion Zezwoleń Inwestycyjnych	46	47
Samodzielne stanowiska	3	3
Suma	337	425

PEJ we współpracy z międzynarodową agencją rekrutacyjną przeprowadził proces rekrutacji na stanowisko *Chief Nuclear Officer (CNO)*, które ma kluczową rolę w zespole monitorowania strategii przyjętych dla inwestycji pod kątem rozruchu i eksploatacji.

Planowane działania PEJ w zakresie rozwoju zasobów ludzkich w perspektywie do 2035 roku obejmują:

- szkolenia, kursy językowe i studia podyplomowe dla pracowników PEJ;
- wizyty studyjne wybranych pracowników PEJ w istniejących już elektrowniach jądrowych za granicą;
- szkolenia dla pracowników PEJ z zakresu energetyki jądrowej, ochrony radiologicznej, bezpieczeństwa jądrowego (organizowane przez NCBJ);
- praktyki i staże dla studentów wybranych uczelni partnerskich;
- studia podyplomowe z zakresu energetyki jądrowej na wybranych uczelniach partnerskich;
- praktyki dla uczniów wybranych szkół średnich (technika);
- staże dla nauczycieli zawodu wybranych szkół średnich (technika);
- szkolenia praktyczne dla techników na

²⁴ Polskie Elektrownie Jądrowe, *Plan rozwoju zasobów ludzkich Polskich Elektrowni Jądrowych Sp. z o. o.* (2023).



pełnoskalowym symulatorze nastawni elektrowni jądrowej;

- szkolenia praktyczne dla kluczowego personelu użytkującego obiekt, najlepiej w elektrowni;
- *Train the trainer*: szkolenie osób spośród personelu organizacji właścicielskiej/operatorskiej.

Ponieważ PEJ jest po podpisaniu umowy na projektowanie i na etapie negocjacji kontraktu na budowę, istotnego znaczenia nabiera obszar inżynierski. Spółka PEJ określiła istotne fazy realizacji projektu oraz oszacowała potrzeby kadrowe w organizacji programowej bezpośrednio zaangażowanej w realizację inwestycji. Podział na szczegółowe fazy w obszarze prac inżynierskich i szacowane zaangażowanie zasobów ludzkich spółka PEJ opiera na realizacji projektów jądrowych w innych krajach wdrażających wybraną technologię reaktorów, mianowicie²⁵:

- Faza projektu koncepcyjnego (I kwartał 2022 – I kwartał 2025): 49 osób;
- Faza projektu wstępnego (I kwartał 2025 – III kwartał 2026): 75 osób;
- Faza projektu na potrzeby uzyskania zezwolenia na budowę (I kwartał 2025 – IV kwartał 2026): 108 osób;
- Faza projektu szczegółowego (I kwartał 2027 – IV kwartał 2030): 111 osób;
- Faza rozruchu elektrowni (IV kwartał 2030 – IV kwartał 2032): 222 osoby.

Spółka PEJ podpisała również szereg porozumień z uczelniami wyższymi, które mają na celu współpracę w obszarze kształcenia kadr na potrzeby spółki. Dotychczas podpisano umowy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie, Politechniką Łódzką, Politechniką Warszawską, Uniwersytetem Warszawskim oraz Związkiem Uczelni w Gdańsku im.

Daniela Fahrenheita (Gdański Uniwersytet Medyczny, Politechnika Gdańska, Uniwersytet Gdański). Celem umów jest między innymi wspólne opracowanie programów kształcenia czy organizacja staży dla najbardziej uzdolnionych studentów, co ma ułatwić PEJ pozyskanie odpowiedniej kadry.

²⁵ Polskie Elektrownie Jądrowe, *Plan rozwoju zasobów ludzkich Polskich Elektrowni Jądrowych Sp. z o. o.* (2023).

Tabela 4. Prognozowane zatrudnienie w organizacji programowej i operatorskiej dla tryblokowej elektrowni jądrowej²⁶

Lp.	Faza projektu	Projektowanie			Budowa							Eksploatacja		
		Rok realizacji/ Wyszczególnienie	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Cały program		355	684	901	976	978	1041	1266	1513	1732	1848	1975	1917	1871
1	Organizacja programowa	355	684	901	976	978	967	948	944	920	894	879	740	688
1.1	Przywództwo / Administracja	20	27	27	27	27	27	27	27	19	19	18	11	11
1.2	Obszar ds. programu i nadzoru	124	218	292	320	306	291	293	288	266	230	214	148	125
1.3	Obszar integrujący program	73	179	218	229	227	219	207	195	181	141	122	72	55
1.4	Obszar rozwoju jądrowego	25	52	118	139	150	161	161	177	200	250	285	277	265
1.5	Obszar prawny, handlowy i finansowy	45	63	67	62	63	60	60	59	58	58	50	50	50
1.6	Obszar operacji korporacyjnych	68	146	180	201	205	208	201	198	197	197	191	183	183
2	Organizacja operatorska	-	-	-	-	-	74	318	569	812	954	1096	1177	1183
2.1	Zarządzanie elektrownią jądrową	-	-	-	-	-	1	5	7	11	11	14	19	19
2.2	Biuro ds. jądrowych	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3	Biuro elektrowni jądrowej	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	Blok #1	-	-	-	-	-	73	240	249	313	382	388	388	388
2.5	Blok #2	-	-	-	-	-	-	73	240	249	313	382	388	388
2.6	Blok #3	-	-	-	-	-	-	-	73	240	249	313	382	388
2.7	Biuro prawne i finansowe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	Obszar operacji korporacyjnych	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

²⁶ Polskie Elektrownie Jądrowe, *Plan rozwoju zasobów ludzkich Polskich Elektrowni Jądrowych Sp. z o. o.* (2023).



2.5. Sektor naukowo-badawczy

Rzeczony Programu Energetyki Jądrowej powinien odbywać się przy silnej współpracy z sektorem naukowo-badawczym. Niektóre z jednostek pełnią rolę wsparcia eksperckiego dla centralnych organów administracji rządowej tzn. Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, a także dla Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych. Sektor naukowo-badawczy jest też miejscem, gdzie dzięki transferowi wiedzy między pokoleniami naukowców możliwe jest kształcenie i promowanie specjalistów w zakresie nauk związanych z energetyką jądrową, często przy współpracy z uczelniami wyższymi. Warto też podkreślić liczne publikacje w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu oraz wystąpienia konferencyjne oraz współpracę z uczelniami i instytucjami zagranicznymi, które podnoszą rangę polskich naukowców na forum międzynarodowym. Dodatkowo, czynna aktywność naukowa ułatwia śledzenie nowych trendów i innowacji w zakresie technologii jądrowych. Przedstawiciele polskiego sektora badawczego uczestniczą w międzynarodowych projektach związanych z energetyką jądrową. Są to m.in. projekty realizowane w ramach programów EURATOM, które gwarantują kontakt z najwybitniejszymi ekspertami w danej dziedzinie, ale niestety nie dostarczają finansowania badań, które mogłyby zaowocować zatrudnieniem nowych pracowników.

W konsekwencji, w ciągu ostatnich lat zaobserwowano znaczące zmniejszenie liczby osób zatrudnionych w sektorze badawczym, w przypadku niektórych instytucji nawet o blisko 50%. Przykładowo, w poprzednim planie rozwoju kadry EJ z 2014 roku IChTJ zatrudniał w tym okresie 260 osób, przy czym zagadnieniami energetyki jądrowej zajmowało się 189 osób. Aktualne całkowite zatrudnienie w Instytucie to 142 etaty, z czego zajmuje się energetyką jądrową 60 osób. Ze względu na ograniczone możliwości finansowe,

polityka kadrowa niektórych instytucji opiera się na przyjmowaniu nowych pracowników wyłącznie na czas określony, do realizacji projektów. Prowadzi to do niebezpiecznej sytuacji, w której zostanie zaburzony transfer wiedzy pomiędzy młodymi naukowcami a doświadczonymi pracownikami, a odbudowa utraconego potencjału naukowo-badawczego będzie coraz trudniejsza.

W przypadku zaangażowania sektora naukowo-badawczego do wykonywania prac w ramach PPEJ, na przykład realizacji zadań przewidzianych dla organizacji wsparcia technicznego, konieczne będzie zwiększenie kadr. Ich stopień powinien być zróżnicowany i zależeć od roli jaką miałyby pełnić poszczególne jednostki. Warto podkreślić, że różne jednostki z tego sektora mogą wykonywać zlecenia dla inwestora, regulatora, dostawcy, a także jako niezależna organizacja ekspercka w różnych dyscyplinach m.in.:

- nauki chemiczne (w szczególności: radiochemia, analityka chemiczna, chemia radiacyjna);
- nauki fizyczne (w szczególności: fizyka jądrowa);
- nauki o Ziemi i środowisku;
- inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;
- nauki o bezpieczeństwie;
- inne nauki techniczne (np. elektronika) lub ścisłe (np. biologia).

Na podstawie informacji przekazanych przez kluczowe dla sektora jądrowego instytucje badawcze: Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR), Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (IChTJ) oraz Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) określono obecne kompetencje sektora naukowo-badawczego oraz wskazano kierunki rozwoju kadr zgodnie z deklarowanymi potrzebami kadrowymi przez jednostki objęte badaniem (Tabela 5). Należy przy tym zauważyć, że wdrożenie nowego pracownika do wykonywanych zadań trwa minimum 2 lata.



Tabela 5. Planowany przyrost zatrudnienia specjalistów w kluczowych instytutach naukowych: CLOR, IChTJ, NCBJ

Rok zatrudnienia/ Liczba nowych pracowników	2023 - 24	2025 - 26	2028 - 29	2030 - 31	2032 -	Suma
CLOR	7	20	36	55	30	148
IChTJ	35	22	16	30	32	135
NCBJ	20	30	44	32	32	160

Kompetencje wybranych jednostek badawczych

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej

Wykonywanie badań i analiz technicznych oraz wydawanie opinii i ekspertyz w zakresie:

- ochrony populacji i środowiska przed promieniowaniem jonizującym;
- oceny skażeń promieniotwórczych komponentów środowiska, człowieka oraz artykułów żywnościowych;
- oceny wpływu substancji promieniotwórczych i promieniowania jonizującego na populację, osoby indywidualne oraz środowisko;
- wykonywanie zadań operacyjnych (w tym powierzone do realizacji przez uprawnione organy administracji państwowej) związanych z ochroną przed promieniowaniem jonizującym osób narażonych zawodowo, poszczególnych osób z ogółu ludności, populacji oraz środowiska kraju w warunkach normalnych, w przypadku zdarzenia radiacyjnego oraz w sytuacji narażenia istniejącego;
- prowadzenie szkoleń z zakresu ochrony radiologicznej: dla personelu instytucji stosujących promieniowanie jonizujące, dla kandydatów na inspektorów ochrony radiologicznej oraz dla kandydatów na stanowiska mające istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej (CLOR jest na liście

uprawnionych instytucji szkolących Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz w Rejestrze Instytucji Szkoleniowych).

Instytut Chemii i Techniki Jądowej

- badania rozpoznawcze nad syntezą nowych materiałów służących do otrzymywania reaktorowych paliw jądowych, opracowywanie nowych metod i technologii unieszkodliwiania wypalonego paliwa jądowego, przerobu i składowania odpadów promieniotwórczych;
- badania związane z syntezą i modyfikacją nowoczesnych materiałów, w tym materiałów na osłonki elementów paliwowych, zaawansowanych materiałów o zwiększonej odporności na utlenianie w sytuacjach awaryjnych;
- diagnostyka i określanie stanu materiałów polimerowych (kable elektryczne, elementy konstrukcyjne) na każdym etapie pracy elektrowni jądowej, wraz z oceną efektów starzenia pod wpływem niskich, średnich i wysokich dawek promieniowania jonizującego w okolicach kopalni odkrywkowych mogą znaleźć zastosowanie w monitoringu wpływu na środowisko także elektrowni jądowej;
- opracowanie i rozwijanie nowych metod pomiaru dużych dawek; akredytacja w zakresie pomiarów dużych dawek promieniowania jonizującego oraz kalibracyjnego napromieniania dozymetrów i badania dawkomierzy;



- opracowanie skutecznych metod analitycznych NAA, AAS, IC i ICP-MS w zastosowaniu dla oznaczania śladowych ilości pierwiastków ważnych dla energetyki jądrowej i cyklu paliwowego;
- badania medyczne i radiobiologiczne, biologiczne podstawy ochrony radiologicznej; jedyne w Polsce akredytowane laboratorium biodozymetryczne, umożliwiające retrospektywną ocenę rzeczywistej dawki pochłoniętej w różnych scenariuszach narażenia na promieniowanie;
- prowadzenie badania biegłości i porównań międzylaboratoryjnych dla laboratoriów.
- analizy ryzyka związane z instalacjami jądrowymi, a w szczególności analizy skutków uwolnień radionuklidów dla zdrowia człowieka i środowiska w trakcie normalnej pracy oraz w stanach awaryjnych elektrowni jądrowych;
- analizy składu izotopowego i radiotoksyczności wypalonego paliwa, w funkcji czasu;
- analizy bezpieczeństwa dla przechowalników wypalonego paliwa oraz pojemników transportowych;
- probabilistyczne analizy bezpieczeństwa reaktorów jądrowych.

Narodowe Centrum Badań Jądrowych

- wykonywanie obliczeń niezbędnych dla analiz bezpieczeństwa obiektów jądrowych na potrzeby raportów bezpieczeństwa i ocen bezpieczeństwa oraz analizy eksploatacyjne rdzeni reaktorów badawczych i energetycznych, włącznie z reaktorami generacji IV;
- analizy cieplno-przepływowe stanów eksploatacyjnych i awarii projektowych, awarii w rozszerzonych warunkach projektowych oraz awarii ciężkich;
- eksploatacja reaktora jądrowego, analizy neutronowe oraz cieplno-przepływowe reaktora, dozymetria reaktorowa oraz fizyka reaktorowa, analiza cyklu paliwowego;
- projektowanie, budowa i eksploatacja instalacji wewnątrz-reaktorowych służących do badania i kwalifikacji materiałów konstrukcyjnych reaktorów energetycznych, w tym – IV generacji, w warunkach adekwatnych do elektrowni jądrowych;
- prowadzenie programów utrzymania obiektów jądrowych, w tym – konserwacja, badania nieniszczące, m.in. w celu określenia starzenia się urządzeń; badania eksploatowanych elementów konstrukcyjnych i sterujących reaktora jądrowego wraz z określeniem warunków ich eksploatacji;
- Dodatkowo prowadzone są prace badawcze i wykonywane ekspertyzy w zakresie ochrony radiologicznej w ramach prac krajowych i zagranicznych organizacji:
- prowadzenie monitoringu radiologicznego na terenie i w otoczeniu ośrodka Świerk oraz na terenie i w okolicy Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie;
- wzorcowanie przyrządów dozymetrycznych, w tym wykonywanie wzorcowań objętych akredytacją;
- przeprowadzanie pomiarów skażeń ludzi i skażeń środowiska oraz ocen narażenia, w tym badań objętych akredytacją;
- prowadzenie szkoleń w zakresie ochrony przed promieniowaniem jonizującym;
- stałe kształcenie kadr NCBJ, PAA oraz prowadzenie zajęć dla studentów uczelni polskich i zagranicznych, opracowywanie wymaganych prawnie programów krótko- i długookresowego szkolenia kadr w obiekcie jądrowym;
- prowadzenie cyklicznych szkoleń wstępnych i okresowych dla pracowników pracujących w narażeniu na promieniowanie jonizujące w terenach nadzorowanych i kontrolowanych, w tym pracujących w obiekcie jądrowym;



- szkolenie inspektorów instalacji jądrowych oraz inspektorów cyberbezpieczeństwa instalacji jądrowych.

W Polsce, poza wymienionymi instytutami funkcjonuje jeszcze szereg innych instytucji naukowo-badawczych, które mają kompetencje niezbędne w realizacji programu jądrowego. Są to między innymi: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN w Krakowie, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii, Sieć Badawcza Łukasiewicz.

2.6. Szkolnictwo wyższe

Kształcenie w zakresie energetyki jądrowej na poziomie akademickim rozpoczęło się w Polsce pod koniec lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Początkowo na kilku wybranych uczelniach technicznych utworzone zostały pojedyncze kursy, z których w kolejnych latach powstawały ścieżki dyplomowania lub oddzielne specjalności. Taki stan rzeczy trwał do połowy lat 90-tych ubiegłego wieku, kiedy to większość uczelni zamknęła istniejące wówczas programy kształcenia i pozostawiła jedynie pojedyncze wykłady głównie dotyczące technologii reaktorowych. Działania te spowodowane była decyzją Rady Ministrów z roku 1990 o postawieniu Elektrowni Jądrowej Żarnowiec w budowie w stan likwidacji i zakończeniu ówczesnego programu jądrowego, a zatem brakiem zapotrzebowania na specjalistów w dziedzinie energetyki jądrowej. Sytuacja zmieniła się około 2009 roku, kiedy podjęto decyzję o rozpoczęciu prac nad nowym programem jądrowym, co ostatecznie doprowadziło do przyjęcia PPEJ. Spowodowało to, że w latach 2012-2016 na szeregu uczelni próbowano reaktywować lub otworzyć nowe kierunki kształcenia w tym zakresie. Jednakże po początkowym wzroście zainteresowania ponownie spadło ono wraz ze spowolnieniem postępów programu jądrowego. Jedynie na Politechnice Warszawskiej oraz Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, zachowana została

ciągłość kształcenia i kadrowa. W przypadku pozostałych uczelni udało się uruchomić pojedyncze edycje studiów lub nie uruchomiono ich w ogóle.

Na podstawie informacji przekazanych przez same uczelnie określono jakie kształcenie w zakresie energetyki jądrowej jest obecnie realizowane w następujących uczelniach, przy czym tytuł zawodowy inżyniera i magistra inżyniera nadają uczelnie techniczne:

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie:

- ścieżka kształcenia energetyka jądrowa na studiach II stopnia, kierunek Energetyka na Wydziale Energetyki i Paliw;

Politechnika Gdańska

- studia podyplomowe Energetyka Jądrowa w Nowoczesnej Gospodarce prowadzone przez Centrum Energetyki Jądrowej;

Politechnika Poznańska:

- profil dyplomowania Energetyka Jądrowa na studiach I stopnia, kierunek Energetyka na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki;
- studia podyplomowe Energetyka Jądrowa na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki;

Politechnika Warszawska:

- specjalność prowadzona w języku angielskim Nuclear Power Engineering na studiach II stopnia, kierunek Power Engineering (Energetyka) na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa;
- studia podyplomowe Energetyka Jądrowa na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa;

Politechnika Wrocławska:

- kierunek Energetyka Jądrowa na studiach II stopnia na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym;
- studia podyplomowe Energetyka Jądrowa na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym;



Uniwersytet Warszawski:

- specjalność Fizyka reaktorów jądrowych na studiach II stopnia na Wydziale Fizyki.

Warto zwrócić uwagę na pojawienie się w tym gronie Uniwersytetu Warszawskiego, który choć nie prowadzi kształcenia w inżynierskim kierunku energetyka jądrowa, to jako jedyna uczelnia nietechniczna prowadzi specjalność fizyka reaktorowa, a zatem dział fizyki jądrowej mający bezpośrednie zastosowanie w energetyce jądrowej. Kształcenie energetyków jądrowych odbywa się najczęściej w ramach szerszego kierunku energetyka, gdyż istotna część zagadnień występujących w programach kształcenia jest wspólna dla energetyki jądrowej i konwencjonalnej. Podział na specjalizacje w poszczególnych działach energetyki odbywa się najczęściej na etapie studiów drugiego stopnia, kiedy studenci wybierają odpowiednie kierunki studiów lub specjalizację w ramach kierunku. Niektóre uczelnie wprowadzają takie zróżnicowanie już w końcowym etapie studiów I stopnia. Warto również zauważyć, że różne uczelnie mają odmienne podejścia do treści programowych kierunku energetyka, w przypadku niektórych koncentruje się ona na zagadnieniach ciepłoprzepływowych (np. Politechnika Warszawska czy Politechnika Śląska), w innych większy nacisk położony jest na zagadnienia elektroenergetyki (np. Politechnika Gdańska). Taka sytuacja powoduje utrudnienie w koordynacji treści programowych między uczelniami, ale powoduje też, że absolwenci różnych uczelni mają uzupełniające się kompetencje, co jest korzystne dla interdyscyplinarnego projektu, jakim jest budowa sektora jądrowego.

W odpowiedzi na zapotrzebowanie otoczenia społeczno-gospodarczego na specjalistów z wykształceniem energetyków jądrowych od roku akademickiego 2023/2024 uruchamiane są następujące programy kształcenia:

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie:

- kierunek Energetyka jądrowa na studiach II

stopnia na Wydziale Energetyki i Paliw;

- studia Podyplomowe Energetyka Jądrowa na Wydziale Energetyki i Paliw;

Politechnika Gdańska:

- studia podyplomowe Energetyka Jądrowa na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki;

Politechnika Koszalińska:

- specjalność Energetyka Jądrowa na studiach I stopnia, kierunek Energetyka;

Politechnika Krakowska:

- specjalność Energetyka Jądrowa na studiach II stopnia, kierunek Energetyka na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki;

Politechnika Łódzka:

- studia podyplomowe Energetyka jądrowa i bezpieczeństwo radiacyjne – Wydział Chemiczny;

Politechnika Poznańska:

- kierunek Energetyka jądrowa na studiach II stopnia na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki;
- studia podyplomowe Bezpieczeństwo Infrastruktury Krytycznej i Zagrożenia CBRNE, prowadzone na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu

Politechnika Śląska:

- kierunek Energetyka jądrowa na studiach II stopnia na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki;

Politechnika Warszawska:

- specjalność Energetyka Jądrowa na studiach I stopnia, kierunek Energetyka na Wydziale Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa;

Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny:

- studia podyplomowe Zarządzanie kompleksami jądrowymi.



Dodatkowo na szeregu uczelni wyższych, w tym uniwersytetach, prowadzone są pojedyncze wykłady obejmujące zagadnienia cyklu paliwowego, ochrony radiologicznej, technologii reaktorowych i bezpieczeństwa jądrowego. Szersze grono uczelni kształci w obszarach pokrewnych z energetyką jądrową.

Kształcenie na kierunku Energetyka oferowane jest na następujących uczelniach technicznych:

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie:

- I stopień studiów – Energetyka, Energetyka Odnawialna i Zarządzanie Energią, Ekologiczne Źródła Energii;
- II stopień studiów – Energetyka, Energetyka Odnawialna i Zarządzanie Energią, Energetyka Wodorowa, Energy and Environmental Engineering, Ekologiczne Źródła Energii;
- studia podyplomowe – Współczesne niskoemisyjne technologie energetyczne i źródła energii, Energetyka ciepła;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;

Politechnika Białostocka:

- I stopień studiów – Elektroenergetyka, Energetyka Ciepła;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;

Politechnika Częstochowska:

- I stopień studiów – Energetyka Odnawialna, Energetyka Nieodnawialna;
- II stopień studiów – Energetyka;

Politechnika Gdańska:

- I stopień studiów – Energetyka;
- II stopień studiów – Energetyka;

- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;
- studia podyplomowe – Morska energetyka wiatrowa;

Politechnika Koszalińska:

- I stopień studiów – Odnawialne źródła energii, Energetyka ciepła, chłodnictwo i klimatyzacja, Elektroenergetyka, Morska energetyka wiatrowa;
- II stopień studiów – Systemy energetyczne, Zrównoważony rozwój energetyki, Energetyka niekonwencjonalna;
- studia podyplomowe – Odnawialne źródła energii;

Politechnika Krakowska:

- I stopień studiów - Energetyka niekonwencjonalna, Instalacje, systemy i urządzenia ogrzewcze, Systemy i urządzenia energetyczne;
- II stopień studiów - Systemy i urządzenia energetyczne, Energetyka niekonwencjonalna, Modelowanie komputerowe w energetyce, Energy Systems and Machinery;

Politechnika Lubelska:

- I stopień studiów – od roku akademickiego 2023/2024 kierunek Energetyka;

Politechnika Łódzka:

- I stopień studiów – Energetyka;
- II stopień studiów – Zrównoważone technologie energetyczne;

Politechnika Opolska:

- I stopień studiów – Energetyka ciepła;
- Studia podyplomowe – Audyt energetyczny z charakterystyką energetyczną budynków;



Politechnika Poznańska:

- I stopień studiów – Energetyka;
- II stopień studiów – Źródła odnawialne i magazynowanie energii, Inteligentne sieci dystrybucyjne, Użytkowanie energii elektrycznej, Energetyka ciepła i odnawialna, Technologie gazowe i energetyka odnawialna, Green Energy;

Politechnika Rzeszowska:

- I stopień studiów – kierunek Energetyka;
- II stopień studiów – kierunek Energetyka;

Politechnika Śląska:

- I stopień studiów – kierunek Energetyka;
- II stopień studiów – kierunek Energetyka;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;

Politechnika Świętokrzyska:

- I stopień studiów – Energetyka, Odnawialne Źródła Energii;
- II stopień studiów – Odnawialne Źródła Energii;

Politechnika Warszawska:

- I stopień studiów – Systemy i urządzenia energetyczne, Zrównoważona energetyka, Chłodnictwo i klimatyzacja, Power Engineering;
- II stopień studiów – Systemy i urządzenia energetyczne, Zrównoważona energetyka, Chłodnictwo i klimatyzacja, Power Engineering;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, Innovation for Sustainable Energy;
- studia podyplomowe – Eksploatacja elektrowni i elektrociepłowni parowych, gazowych i gazowo-parowych; Nowoczesna Energetyka Odnawialna; Budownictwo Energooszczędne, Certyfikacja Energetyczna, Audyt Energetyczny

i Termomodernizacja Budynków; Turbiny Gazowe i Układy Parowo-Gazowe;

Politechnika Wrocławska:

- I stopień studiów – Energetyka zawodowa, Energetyka rozproszona;
- II stopień studiów – chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja, nowoczesne technologie energetyczne, computer applied mechanical and power engineering, refrigeration and cryogenics, renewable sources of Energy, odnawialne źródła energii;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;
- studia podyplomowe – Energetyka odnawialna, Systemy zarządzania i nowe technologie w energetyce i ciepłownictwie;

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu:

- I stopień studiów – Energetyka;
- II stopień studiów – Energetyka;

Uniwersytet Gdański:

- studia podyplomowe – Edukacja na rzecz zrównoważonego rozwoju: morska energetyka wiatrowa;

Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny:

- I stopień studiów – Energetyka;
- II stopień studiów - Energetyka;
- studia podyplomowe - Zarządzanie kompleksami wodorowymi (Planowane uruchomienie luty 2024), Eksploatacja i utrzymanie w ruchu elektrowni gazowo-parowych.



Kształcenie na kierunku fizyka jądrowa oferowane jest na następujących uczelniach wyższych:

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie:

- I stopień studiów – Fizyka Techniczna, Fizyka Medyczna, Geofizyka;
- II stopień studiów – Fizyka Techniczna, Fizyka Medyczna, Geofizyka;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej nauki fizyczne;

Politechnika Gdańska:

- I stopień studiów – Fizyka Techniczna;
- II stopień studiów – Fizyka Techniczna;

Politechnika Śląska

- I stopień studiów – Fizyka Techniczna;

Politechnika Warszawska:

- I stopień studiów – Kierunek Fizyka Techniczna;
- II stopień studiów – Fizyka i Technika Jądrowa, Fizyka Medyczna, na kierunku Fizyka Techniczna;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej nauki fizyczne;

Uniwersytet Warszawski:

- I stopień studiów – Fizyka, Fizyka Medyczna;
- II stopień studiów – Fizyka jądrowa i cząstek elementarnych;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej nauki fizyczne;

Uniwersytet Śląski:

- I stopień studiów – kierunek Fizyka;
- II stopień studiów – kierunek Fizyka;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej nauki fizyczne;

Dodatkowo na wybranych uczelniach prowadzone

są pojedyncze zajęcia z fizyki i techniki jądrowej, ochrony radiologicznej oraz zastosowania promieniowania jonizującego w medycynie.

Kształcenie na kierunku chemii jądrowej oferowane jest na następujących uczelniach wyższych:

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie:

- I stopień studiów – Technologia chemiczna;
- II stopień studiów – Technologia chemiczna;
- studia doktoranckie w ramach dyscyplin naukowych Inżynieria chemiczna oraz nauki chemiczne;

Politechnika Łódzka:

- I stopień studiów – Chemia;
- II stopień studiów – Chemia;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej nauki chemiczne

Politechnika Warszawska:

- studia doktoranckie w ramach dyscyplin naukowych Inżynieria chemiczna oraz nauki chemiczne;

Uniwersytet Warszawski:

- I stopień studiów – Energetyka i chemia jądrowa, chemia jądrowa i radiofarmaceutyki, Chemia medyczna - inżynierskie;
- II stopień studiów – Energetyka i chemia jądrowa, Chemia medyczna – inżynierskie, Radiogenomika;
- studia doktoranckie w ramach dyscypliny naukowej nauki chemiczne;

Uniwersytet Gdański:

- I stopień studiów – Chemia;
- II stopień studiów – Chemia, Biznes chemiczny;
- Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny:

- I stopień studiów – Energetyka;



- II stopień studiów - Energetyka;
- studia podyplomowe - Zarządzanie kompleksami wodorowymi (Planowane uruchomienie lutego 2024), Eksploatacja i utrzymanie w ruchu elektrowni gazowo-parowych.

Oferta kształcenia na innych kierunkach związanych z energetyką jądrową:

Politechnika Poznańska:

- II stopień studiów – Fizyko-chemia jądrowa;

Uniwersytet Warszawski:

- II stopień studiów – Energy and Climate Law;

- Studia podyplomowe Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna;

Uniwersytet Gdański:

- I stopień studiów - Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna;

Kluczowym elementem koniecznym do kształcenia w obszarze energetyki jądrowej są odpowiednie kadry naukowo-dydaktyczne. Tabela 6 pokazuje zestawienie kadr na polskich uczelniach w rozbiu na 4 kategorie: specjalistów w zakresie energetyki jądrowej, pozostałych specjalistów w zakresie energetyki oraz specjalistów od fizyki i chemii jądrowej.

Tabela 6. Liczebność kadr naukowo-dydaktycznych w obszarach kluczowych dla energetyki jądrowej. [Opracowanie własne na podstawie deklaracji uczelni]

Lp.	Obszar	Kadra		
		naukowo-dydaktyczna	naukowa	dydaktyczna
1.	Energetyka jądrowa	48	0	13
2.	Energetyka	458	50	79
3.	Fizyka jądrowa	100	30	6
4.	Chemia jądrowa	48	6	7

W zestawieniu jako specjalistów z zakresu energetyki jądrowej uwzględniono osoby prowadzące badania naukowe lub działalność dydaktyczną, której znacząca część dotyczy zagadnień charakterystycznych dla energetyki jądrowej (np. fizyka reaktorowa, analizy cieplno-przepływowe reaktorów jądrowych i innych elementów jądrowego układu wytwarzania pary (JUWP), analizy bezpieczeństwa reaktorów jądrowych, analizy jądrowego cyklu paliwowego). Pozostałych specjalistów od energetyki cieplnej oraz elektroenergetyki uwzględniono w kategorii energetyka, nawet jeśli ich obszar specjalizacji ma bezpośrednie zastosowanie do części konwencjonalnej elektrowni jądrowej. Podobnie

wśród fizyków jądrowych uwzględniono wyłącznie prowadzących badania lub dydaktykę w obszarach mających bezpośrednie zastosowanie w energetyce jądrowej, np. metody detekcji promieniowania, dozymetria, ochrona radiologiczna i inne. Nie uwzględniono w tej części specjalistów od takich obszarów fizyki jądrowej jak np. fizyka cząstek elementarnych, astrofizyka, medycyna nuklearna.

Analiza zasobów kadrowych uczelni pokazuje, że spośród uczelni technicznych tylko Akademia Górniczo-Hutnicza oraz Politechnika Warszawska mają zespoły specjalizujące się stricte w energetyce jądrowej. Uczelnie te zachowały również ciągłość



w działalności badawczej i dydaktycznej w obszarze energetyki jądrowej. Szereg kolejnych uczelni posiada w obrębie jednostek zajmujących się energetyką specjalistów w zakresie energetyki jądrowej, ale nie są to liczne grupy badawcze. W przypadku niektórych uczelni zespoły takie istniały w przeszłości, ale większość kadry odeszła na emeryturę i nie zostali oni zastąpieni nowymi pracownikami. Należy podkreślić, że spośród posiadanej przez uczelnie kadry istotną część przejdzie na emerytury w najbliższych 10 latach i konieczne jest wykształcenie nowej tylko dla podtrzymania obecnego potencjału naukowo-dydaktycznego. Obecna sytuacja kadrowa wynika z niskiego zapotrzebowania na specjalistów z zakresu energetyki jądrowej, co przekładało się na niskie zainteresowanie studentów kierunkami jądrowymi (poza wspomnianym wcześniej krótkotrwałym wzrostem po przyjęciu pierwszej wersji PPEJ), co z kolei utrudniało odtwarzanie kadry uczelni. Nieliczni w kształceniu wtedy specjaliści często odchodzili z branży jądrowej lub wyjeżdżali z Polski. Powodowało to spadek liczebności kadry nawet pomimo programów szkoleniowych z zakresu energetyki jądrowej, które wtedy realizowano.

W przypadku obszarów pokrewnych czyli klasycznej energetyki, fizyki i chemii jądrowej sytuacja kadrowa wygląda zdecydowanie lepiej. Zdecydowana większość uczelni technicznych posiada kadry w obszarze energetyki niezbędne do kształcenia w tym obszarze. Warto zaznaczyć, że znacząca część profilu absolwenta energetyki jądrowej pokrywa się z klasyczną energetyką i absolwenci energetyki będą również potrzebni w realizacji programu jądrowego. Podobnie wygląda sytuacja ze specjalistami z zakresu fizyki jądrowej, gdzie została zachowana ciągłość kształcenia. Specjaliści z zakresu chemii jądrowej są mniej liczni, ale podobnie jak w przypadku fizyki została zachowana ciągłość w kształceniu kadr.

Należy też zauważyć, że szerokie grono uczelni kształci w szerokim zakresie kierunków istotnych z punktu widzenia programu jądrowego, w obszarach takich jak na przykład automatyka i robotyka,

elektrotechnika, mechanika i budowa maszyn, inżynieria bezpieczeństwa, inżynieria lądowa, inżynieria i ochrona środowiska, inżynieria materiałowa, zarządzanie i inżynieria produkcji, prawo, ekonomia i zarządzanie, badania środowiskowe (geologia, geofizyka) czy cyberbezpieczeństwo.

Równocześnie uczelnie wskazują, że w celu lepszego przygotowania do kształcenia kadr dla energetyki jądrowej będą potrzebowały one wsparcia w pozyskaniu kadr dla samych uczelni, przygotowaniu bazy laboratoryjnej w celach badawczych i dydaktycznych oraz przygotowaniu materiałów dydaktycznych.

2.7. Szkolnictwo średnie

Istotną potrzebą w zakresie edukacji jest również zapewnienie inwestorowi oraz podmiotom uczestniczącym w budowie wystarczającej liczby techników i pracowników wsparcia technicznego. Zagraniczne elektrownie jądrowe opierają swoją kadrę w dużym stopniu (nawet 70%) na osobach z wykształceniem średnim zawodowym (technicy). I to właśnie średnie szkoły zawodowe (technika) i szkoły policealne są właściwymi ośrodkami do prowadzenia programów kształcenia dla techników energetyki jądrowej. Aby dostosować programy kształcenia w tych szkołach, przyszła organizacja operatorska podejmie współpracę w celu utworzenia odpowiednich ścieżek edukacyjnych. Edukacja ta może odbywać się we współpracy z innymi ośrodkami. Absolwent takiej szkoły powinien być dobrze przygotowany do pracy na stanowiskach w elektrowni jądrowej i reprezentować wysoki poziom wiedzy z danego zakresu oraz znać zasady kultury bezpieczeństwa w tego typu obiektach.

Uzyskanie dyplomu szkoły nie jest jednoznaczne z gotowością do podjęcia pracy w obiekcie jądrowym. Uzupełnieniem ścieżki edukacyjnej są szkolenia specjalistyczne, które obejmują część teoretyczną, laboratoryjną, szkolenie na symulatorze, mentoring i szkolenia stanowiskowe. Tego typu szkolenia organizować będzie organizacja operatorska.



Istotnym czynnikiem w wyborze szkół średnich zawodowych, które mają stanowić zaplecze kadrowe dla przyszłej elektrowni jądrowej, jest położenie geograficzne. Stąd działania przyszłej organizacji operatorskiej koncentrować się będą na szkołach zlokalizowanych w powiatach sąsiadujących z obiektem. Zwłaszcza w przypadku realizacji inwestycji jądrowych w lokalizacjach, gdzie wcześniej funkcjonowały elektrownie ciepłe wskazane jest wykorzystanie istniejących kompetencji w kształceniu specjalistów dla tychże zakładów po rozszerzeniu o treści związane z energetyką jądrową.

2.8. Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP)

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) prowadzi działalność związaną z unieszkodliwianiem odpadów promieniotwórczych, w tym jako jedyna instytucja w Polsce mogąca prowadzić działalność w zakresie

składowania odpadów promieniotwórczych. Zakład odpowiada za prawidłowe postępowanie z odpadami promieniotwórczymi od chwili ich przejścia od wytwórcy. Obecny poziom zatrudnienia nie jest wystarczający dla zapewnienia sprawnej realizacji dodatkowych zadań związanych z wdrożeniem w Polsce energetyki jądrowej. Głównym zadaniem ZUOP, które w najbliższych latach wykorzysta większość zasobów, jest budowa i rozpoczęcie eksploatacji nowego składowiska powierzchniowego odpadów promieniotwórczych (NSPOP), a następnie zamknięcie obecnego składowiska w Różanie. Nowe składowisko będzie przyjmowało odpady krótkożyłowe, nisko- i średnioaktywne pochodzące z energetyki jądrowej oraz z zastosowań medycznych, naukowych i przemysłowych, w tym zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze krótkożyłowe nisko- i średnioaktywne. Z przeprowadzonej w ZUOP analizy jednoznacznie wynika, że zwiększenie kadry jest niezbędne w celu realizacji obecnych i nowych zadań.

Tabela 7. Obecny stan zatrudnienia oraz docelowa liczba nowych pracowników ZUOP

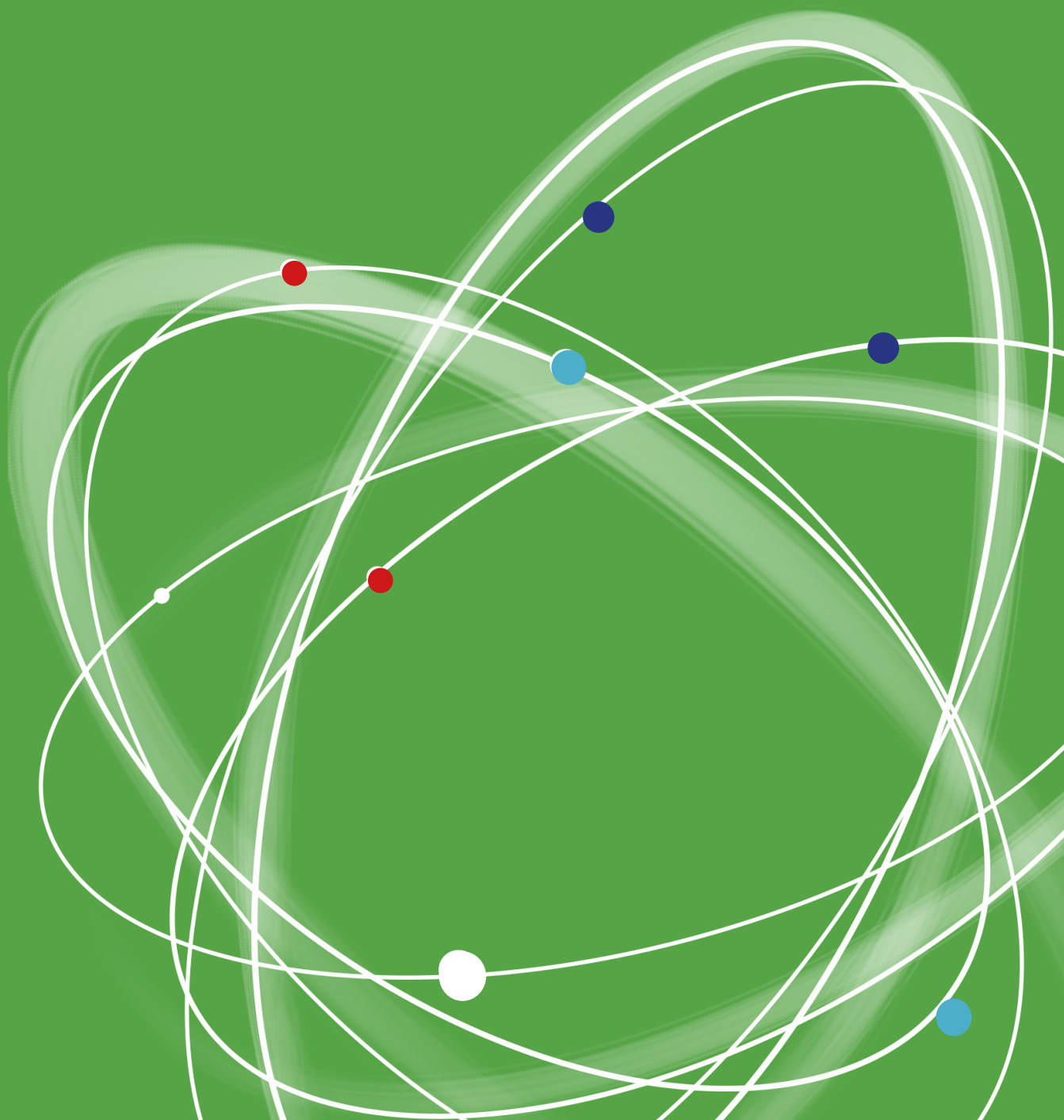
Nazwa stanowiska	Liczba etatów (docelowa liczba na poszczególnych etapach)				
	Obecnie	Poszukiwanie lokalizacji NSPOP	Budowa NSPOP	Eksploatacja NSPOP i zamknięcie KSOP w Różanie	Eksploatacja NSPOP
Specjalista ds. składowania odpadów promieniotwórczych	1	3	7	10	10
Specjalista ds. analiz i raportów bezpieczeństwa	1	3	8	8	8
Operator składowiska odpadów promieniotwórczych	0	2	5	8	8
Specjalista ds. kontroli odpadów promieniotwórczych	0	2	3	5	5
Specjalista ds. monitoringu radiologicznego składowiska	1	1	3	10	10
Specjalista ds. ochrony radiologicznej	0	1	6	8	8
Specjalista ds. przetwarzania i przechowywania odpadów promieniotwórczych	0	1	5	15	15
Technik ds. przetwarzania i przechowywania odpadów promieniotwórczych	4	7	14	19	19
Specjalista ds. komunikacji społecznej	2	4	6	7	7



Przy planowaniu zatrudnienia uwzględnić należy unikalność przedsięwzięcia. Obecna kadra ZUOP jest niewystarczająca do realizacji powyższych zadań, co wymaga zatrudnienia wykwalifikowanej kadry. Mimo pozornie długiego okresu realizacji zadania, zwiększenie kadry powinno odbyć się możliwie szybko. Konieczność realnego, rzetelnego i profesjonalnego nadzoru jest kluczowa dla powodzenia przedsięwzięcia projektowego NSPOP. Optymalnie obsadzenie pierwszych 20 dodatkowych etatów powinno odbyć się na etapie poszukiwania lokalizacji nowego składowiska powierzchniowego odpadów promieniotwórczych. Obecny oraz docelowy stan zatrudnienia w ZUOP przedstawia Tabela 7.



Działania kierunkowe





Kluczowym wyzwaniem dla realizacji *Planu rozwoju zasobów ludzkich na potrzeby energetyki jądrowej* jest wysoka interdyscyplinarność kadry potrzebnej do realizacji wdrożenia w Polsce energetyki jądrowej. Zestawienie ilości potrzebnych specjalistów z różnych branż inżynierskich po stronie samego inwestora przedstawiono w Tabeli 7. Kolejnych specjalistów będą potrzebować pozostali interesariusze programu jądrowego.

Potrzebnych specjalistów możemy podzielić zarówno pod kątem poziomu niezbędnego wykształcenia (wyższe lub średnie techniczne), jak i specjalizacji. Przy czym specjaliści stricte jądrowi (np. inżynierowie jądrowi) stanowią nieliczny odsetek (ok. 10%) potrzebnej kadry. Największą część stanowić będą specjaliści z innych dziedzin inżynierskich po dodatkowym przeszkoleniu z zakresu zagadnień jądrowych (tzw. nuklearyzacji). Dotyczyć to będzie w szczególności specjalistów z zakresu:

- energetyki cieplnej;
- elektroenergetyki;
- automatyki;
- inżynierii mechanicznej;
- inżynierii materiałowej;

- budownictwa;
- informatyki i cyberbezpieczeństwa.

Ważnym aspektem w każdej z wymienionych dziedzin będą zagadnienia związane z normalizacją i kontrolą jakości dla tychże sektorów. Ponadto w realizacji programu będą uczestniczyć specjaliści z dziedzin nietechnicznych (m.in. prawo, zarządzanie, ekonomia), także po procesie ich nuklearyzacji.

Kadry niezbędne do realizacji programu jądrowego mogą zostać pozyskane dwiema zasadniczymi ścieżkami:

- edukacyjną, czyli poprzez zdobycie niezbędnego wykształcenia, a później odbycia odpowiednich kursów specjalistycznych;
- przebranżowienia, czyli odbyciu przez obecnych na rynku pracy specjalistów z poszczególnych dziedzin odpowiednich szkoleń mających na celu ich nuklearyzację.

Te ostatnie mogą mieć różne formy od studiów podyplomowych kursów specjalistycznych realizowanych we współpracy z przemysłem zagranicznym posiadającym niezbędne doświadczenie w branży jądrowej.

Tabela 7. Prognozowane zatrudnienie dla każdego z obszarów²⁷

Zespół	Faza projektowania koncepcyjnego	Faza projektowania wstępnego	Faza projektowania w celu uzyskania zezwolenia na budowę	Faza projektowania szczegółowego	Rozruch
BIM	0	1	1	1	1
Budownictwa	16	22	28	28	28
Konfiguracji	3	3	3	6	6
Elektryczny	4	8	12	12	12
Środowiskowy	4	5	10	10	10
AKPiA	3	6	15	15	15
Zarządzania	1	2	3	3	3
Mechaniczny	5	10	14	14	14
Jądrowy	5	5	5	5	5
Procesowy	8	13	17	17	17
Rozruchowy	-	-	-	-	111
Suma końcowa	49	75	108	111	222

Legenda: BIM – Modelowania informacji o budynku,
AKPiA – Aparatura Kontrolno-Pomiarowa i Automatyka

Kluczową rolę w przygotowaniu kadr będą odgrywać uczelnie wyższe. Obserwowane jest dziś na nich tworzenie kierunków i specjalności związanych z energetyką jądrową. Istotne jest jednak, aby kształcenie energetyków jądrowych odbywało się w sposób odpowiadający rzeczywistym potrzebom, a jednocześnie aby zapewnić doływ specjalistów od wymienionych wcześniej pokrewnych dziedzin, którzy mogą zostać poddani nuklearyzacji. Nie jest zatem celowym nadmiarowe tworzenie kierunków i specjalności energetyka jądrowa. Pożądane jest natomiast umożliwienie studentom kierunków takich jak energetyka, elektrotechnika, automatyka, mechanika, inżynieria materiałowa, budownictwo (oraz pokrewnych) zapoznanie z najważniejszymi zagadnieniami energetyki jądrowej, czyli ich nuklearyzacji już w toku studiów. Podobną rolę dla osób, które już studia ukończyły powinny pełnić studia podyplomowe, przy czym ich oferta powinna być dostosowana do profilu osób studiujących, w szczególności w podziale na inżynierów różnych

specjalności potrzebnych w realizacji programu jądrowego oraz specjalistów z branż nietechnicznych.

Aby uczelnie mogły realizować te zadania, konieczne jest stworzenie odpowiedniego systemu ich wsparcia. Konieczne jest między innymi wzmocnienie kadrowe oraz inwestycje w bazę laboratoryjną do celów dydaktycznych. W pierwszym etapie celowe będzie wykorzystanie w procesie kształcenia ze specjalistów z zagranicy, jednakże należy dążyć do możliwie szybkiego wzmocnienia własnego potencjału kadrowego uczelni. Wiązać się to będzie nie tylko z wykształceniem nowych specjalistów, ale również pilnego zastąpienia tych pracowników uczelni, którzy w najbliższych latach będą przechodzić na emeryturę, a jest to w wielu jednostkach istotną część kadry. Konieczne będzie również stworzenie systemu współpracy pomiędzy uczelniami, jednostkami badawczymi oraz tworzonymi centrami kompetencyjnymi w celu umożliwienia dostępu do specjalistycznej aparatury pomocnej w procesie kształcenia.

²⁷ Polskie Elektrownie Jądrowe, *Plan rozwoju zasobów ludzkich Polskich Elektrowni Jądrowych Sp. z o. o.* (2023).

Istotną rolę będzie odgrywać również bezpośrednia współpraca uczelni z inwestorem oraz pozostałymi interesariuszami programu. Z perspektywy kształcenia kadr powinna ona zawierać takie elementy jak:

- organizacja staży i praktyk dla studentów;
- udział przedstawicieli sektora przemysłu w procesie kształcenia;
- organizacja w PEJ szkoleń, wizyt studyjnych, konferencji branżowych i seminariów dla kadry naukowej oraz studentów;
- wzajemna konsultacja programów nauczania;
- realizacja prac dyplomowych we współpracy z partnerami przemysłowymi;
- wsparcie rozwoju naukowego kadry naukowo-dydaktycznej;
- wspólna realizacja prac badawczo-rozwojowych w tym poprzez realizację doktoratów wdrożeniowych.

Bardzo istotnym elementem rozbudowy kadry uczelni oraz instytucji naukowo-badawczych są badania naukowe, których celem jest budowa kompetencji uczestniczących w nich jednostek oraz inwestycje w infrastrukturę naukowo-badawczą oraz dydaktyczną. Kompetencje te mogą być później wykorzystywane w procesie kształcenia kadr, a także przy pełnieniu funkcji organizacji doradztwa technicznego dla pozostałych interesariuszy programu jądrowego. Dlatego konieczne jest stworzenie spójnego strategicznego programu badawczego, który powinien umożliwić rozwój kompetencji u wszystkich interesariuszy programu jądrowego, w szczególności uczelni i sektora naukowo-badawczego, ale także podmiotów przemysłowych uczestniczących w realizacji PPEJ. Tematyka takiego programu badawczego powinna być jednocześnie tak zdefiniowana, aby możliwie

jak najlepiej pokrywała się z budową kompetencji niezbędnych do realizacji programu.

W przypadku szkolnictwa technicznego powinno opierać się ono o istniejące już szkoły o profilach dziedzin pokrewnych z energetyką jądrową (np. technika energetyczne, elektryczne, mechaniczne), a które już istnieją w okolicy lokalizacji realizowanej inwestycji. Jest to o tyle istotne, że znacząca część specjalistów tego szczebla jest najczęściej pozyskiwana lokalnie. Konieczne będzie rozszerzenie treści kształcenia o zagadnienie typowe dla energetyki jądrowej (czyli nuklearyzacja) oraz stworzenie dodatkowych jądrowych profili, ale znacząca część istniejących kompetencji edukacyjnych może zostać wykorzystana również w kontekście energetyki jądrowej.

Z racji lokalizacji docelowych szkół w pobliżu inwestycji bardzo istotny jest udział inwestora w przygotowaniu szkół do wdrożenia dodatkowych treści do programów kształcenia, zwłaszcza pod kątem wzmocnienia kadrowego oraz inwestycji w odpowiednie zaplecze dydaktyczne. W tym celu spółka PEJ planuje podjęcie szeregu działań²⁸:

- organizacja praktyk zawodowych dla uczniów wybranych szkół zawodowych i średnich;
- tworzenie klas patronackich na podstawie umów zawartych pomiędzy PEJ a daną szkołą;
- organizacja w PEJ staży, szkoleń, wizyt studyjnych, konferencji branżowych i seminariów dla nauczycieli zawodu w klasach patronackich;
- wspólne tworzenie i wzajemna konsultacja przez nauczycieli i przedstawicieli PEJ programów nauczania dopasowanych do potrzeb i warunków pracy w podsektorze energetyki jądrowej;
- organizacja we współpracy z uczelniami i ośrodkami partnerskimi konkursów w zakresie energetyki jądrowej dla uczniów i absolwentów szkół ponadpodstawowych;

²⁸ Polskie Elektrownie Jądrowe, *Plan rozwoju zasobów ludzkich Polskich Elektrowni Jądrowych Sp. z o. o.* (2023).

- stypendia dla uczniów osiągających bardzo dobre wyniki w nauce w zakresie przedmiotów zawodowych istotnych ze względu na działalność PEJ;
- organizacja dodatkowych zajęć pozaszkolnych dot. energetyki jądrowej;
- pilotażowa edycja zatrudniania w PEJ finalistów i laureatów wybranych olimpiad przedmiotowych;
- aktywna wzajemna promocja PEJ (jako pożądanego i wyróżniającego się pracodawcy) i wybranych szkół zawodowych, średnich i organizatorów wybranych olimpiad przedmiotowych (jako miejsc, gdzie możliwe jest zdobycie atrakcyjnej pracy).

Niezbędnym elementem systemu kształcenia kadr jest również stworzenie odpowiedniej oferty tematycznych szkoleń dla przemysłu. Szkolenia takie powinny być prowadzone przez doświadczonych specjalistów z zagranicznym podmiotów przemysłowych i skupiać się na wybranych szczegółowych zagadnieniach szczegółowych związanych z realizacją prac na potrzeby budowy elektrowni jądrowej. Departament Energii Jądrowej podjął już działania związane z identyfikacją polskich podmiotów mających doświadczenie w pracy dla przemysłu jądrowego, stworzony został katalog *Polish Industry for Nuclear Energy*²⁹. Od 2022 roku prowadzone są również szkolenia w ramach programu *Polski przemysł dla energetyki jądrowej – szkolenia dla polskiego przemysłu pod kątem wykonywania prac dla energetyki jądrowej*. Z czasem szkolenia takie powinny przybierać coraz bardziej zaawansowaną formę, z uwzględnieniem szkoleń stanowiskowych przeprowadzanych w ośrodkach partnerów zagranicznych.

Ważnym elementem systemu kształcenia kadr powinno być stworzenie centrum kompetencji,

które będzie kierowane przez NEPIO, a którego zadaniem będzie koordynacja działań w obszarze kształcenia kadr z uwzględnieniem potrzeb wszystkich interesariuszy. Powinno ono powstać niezależnie od bardziej specjalistycznych centrów szkoleniowych, które będą tworzyć pozostali interesariusze programu, a zwłaszcza inwestor. Rola centrum kompetencyjnego powinna mieć charakter koordynacyjny i wspierać współpracę pomiędzy podmiotami krajowymi oraz zagranicznymi. Rolę taką może pełnić Regionalne Centrum Szkoleniowe Czystych Technologii Energetycznych, którego inauguracja planowana jest na rok 2023. Do zadań centrum kompetencyjnego powinno należeć przede wszystkim:

- koordynacja działań pozostałych interesariuszy;
- zapewnienie specjalistów zagranicznych niezbędnych w procesie kształcenia;
- zapewnienie unikatowej infrastruktury dydaktycznej i szkoleniowej, która nie może powstać u innych interesariuszy.

3.1. Analiza ryzyka

Dokumenty MAEA wskazują typowe czynniki ryzyka, które należy uwzględnić w strategii rozwoju zasobów ludzkich. Dwa najważniejsze to opóźnienia w programach i potencjalny brak środków finansowych na rozwój wykwalifikowanej siły roboczej. Doświadczenie pokazuje, że wdrożenie programu jądrowego zajmuje co najmniej 10–15 lat. Okres ten może się wydłużyć w zależności od wystąpienia kilku czynników³⁰:

- niedostateczne wsparcie polityczne lub publiczne dla programu;
- ograniczona dostępność finansowania;
- niekorzystny rozwój ram prawnych;

²⁹ Departament Energii Jądrowej MKiŚ, *Polish Industry for Nuclear Energy Edition 2021*, Warszawa (2021).

³⁰ International Atomic Energy Agency, *Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2022).



- wydłużony czas niezbędny do zawarcia niezbędnych umów na realizację projektu.

W tym okresie kluczowe jest wdrożenie mechanizmów pozwalających zatrzymać kompetentny personel. Dlatego też należy realistycznie podejść do wymaganych ram czasowych i odpowiednio zaplanować zatrudnianie i szkolenie kadr, ponieważ wszelkie opóźnienia mogą mieć znaczący wpływ na zarządzanie zasobami ludzkimi. Potencjalne skutki opóźnienia w realizacji programu jądrowego są następujące:

- redukcja niezbędnej siły roboczej;
- odejście nowo przeszkolonych i wykwalifikowanych pracowników;
- trudności w rekrutacji wykwalifikowanych pracowników z zagranicy ze względu na niepewność co do przyszłości programu.

Jak stwierdzono wcześniej, zanim elektrownia jądrowa wygeneruje jakiegokolwiek przychody, wymagane są znaczne inwestycje w rekrutację i szkolenia, a wszelkie zmniejszenie lub brak finansowania rządowego będzie również miało wpływ na zarządzanie zasobami ludzkimi, ograniczając zdolność do:

- modernizacji infrastruktury edukacyjnej i szkoleniowej;
- rekrutacji i rozwoju nowego personelu;
- rekrutacji i retencji doświadczonej kadry z zagranicy.

Brak odpowiednio wykwalifikowanych i doświadczonych pracowników będzie mieć niekorzystny wpływ na program energetyki jądrowej. I odwrotnie, jeśli w programie energetyki jądrowej wystąpią opóźnienia lub znaczące zmiany w tym zakresie, kraj może szkolić przyszłe kadry, gdy program nie jest gotowy na ich zatrudnienie lub przeszkolenie, co stwarza wyzwania w zakresie zatrzymania pracowników. Dlatego strategia

zarządzania zasobami ludzkimi musi obejmować regularną analizę występujących czynników ryzyka oraz proponować i implementować działania mające na celu ich minimalizację.

W przypadku kształcenia kadr na potrzeby PPEJ najważniejsze zagrożenia to:

- Brak zachowania ciągłości programu, co negatywnie przekłada się na odtwarzanie kadry naukowo-dydaktycznej, zainteresowanie uczniów i studentów kierunkami kształcenia związanymi z energetyką jądrową oraz zainteresowanie podmiotów przemysłowych zamawianiem szkoleń dla swoich pracowników. Ryzyko to można zminimalizować poprzez zapewnienie ciągłych postępów w realizacji programu jądrowego.
- Brak zapewnienia odpowiedniego poziomu finansowania dla wszystkich interesariuszy projektu, który może przełożyć się na niemożliwość realizacji części niezbędnych działań. Ryzyko to można zminimalizować przez zapewnienie odpowiedniego poziomu finansowania.
- Konkurencja o ograniczone zasoby kadrowe pomiędzy interesariuszami projektu. Szczególnie narażone są tu podmioty sektora publicznego (uczelnie, instytuty naukowe, organy dozoru), które nie mogą konkurować z sektorem przedsiębiorstw pod względem oferowanych wynagrodzeń. Ryzyko to można zminimalizować poprzez zapewnienie odpowiedniego finansowania celowego dla najbardziej narażonych podmiotów.
- Brak odpowiedniej koordynacji działań pomiędzy interesariuszami programu.

3.2. Finansowanie

Realizacja działań z zakresu przygotowania kadr dla energetyki jądrowej jest procesem długotrwałym i będzie wiązała się z koniecznością wydatkowania środków finansowych, zarówno przez budżet państwa (głównie DEJ MKiŚ i pozostałe organy administracji publicznej), jak i Inwestora.

Wydatki wskazane w poniższej tabeli pochodzą z PPEJ (część Tabeli zawartej w załączniku nr 3

do Aktualizacji PPEJ z 2020 roku). Są to wydatki orientacyjne i dotyczą jedynie pewnych grup i celów wydatków oraz pewnych podmiotów ponoszących te wydatki. Oczywiście jest, że także inne podmioty będą ponosiły wydatki związane z tworzeniem i rozbudową zasobów ludzkich w związku z realizacją PPEJ. Konieczne będzie zatem zapewnienie finansowania działań koniecznych do zrealizowania *Planu rozwoju zasobów ludzkich na potrzeby energetyki jądrowej* z innych źródeł, w tym budżetowych.

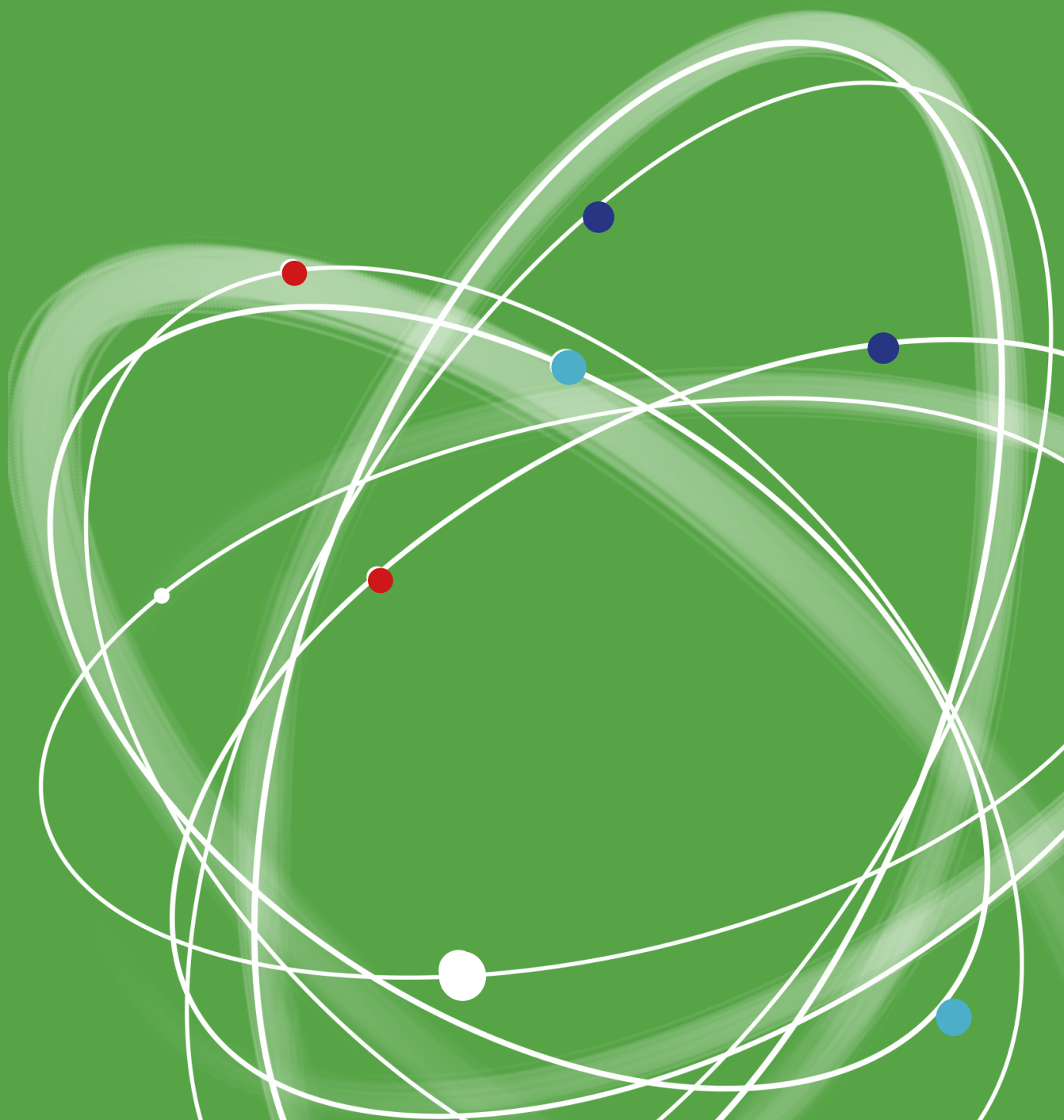
Tabela 8. Przewidywane wydatki w latach 2024–2030 związane z budową zasobów ludzkich (w tys. zł) ³¹

lp.	Zadanie	Wydatki do 2030 r.	w tym wydatki w latach			
			2024	2025	2026	2027
1.	Rozwój zasobów ludzkich na potrzeby energetyki jądrowej – MKiŚ	6 000	1 000	1 000	1 000	1 000
2.	Wzmocnienie kadrowe i budowa kompetencji PAA	126 914	13 487	15 534	16 921	18 357
	Razem	132 914	14 487	16 534	17 921	19 357

³¹ Uchwała nr 141 Rady Ministrów z dnia 2 października 2020 r. w sprawie aktualizacji programu wieloletniego pod nazwą *Program polskiej energetyki jądrowej*.



Podsumowanie i rekomendacje





Przygotowanie odpowiednio wykwalifikowanej kadry jest warunkiem niezbędnym dla sprawnej realizacji Programu polskiej energetyki jądrowej. Zapotrzebowanie na wysoko wykwalifikowaną kadrę występować będzie na każdym etapie realizacji projektu, od jego przygotowania, po etap budowy, rozruchu, eksploatacji elektrowni, a później jej likwidacji. Podobnie więc jak sam PPEJ, program kształcenia kadr na jego potrzeby jest programem wieloletnim. Jednocześnie interdyscyplinarny charakter programu jądrowego powoduje, że będzie on potrzebował do jego realizacji dobrze wykwalifikowanych specjalistów o różnym poziomie wykształcenia i o wielu specjalnościach. Szereg instytucji w Polsce posiada dzisiaj kompetencje w zakresie energetyki jądrowej, jednak są one niewystarczające, zarówno pod kątem pokrycia wszystkich zagadnień niezbędnych do realizacji programu, jak i liczebności wykwalifikowanej kadry. Istniejące kompetencje mogą jednak posłużyć jako baza do ich dalszej rozbudowy do pożądanego poziomu.

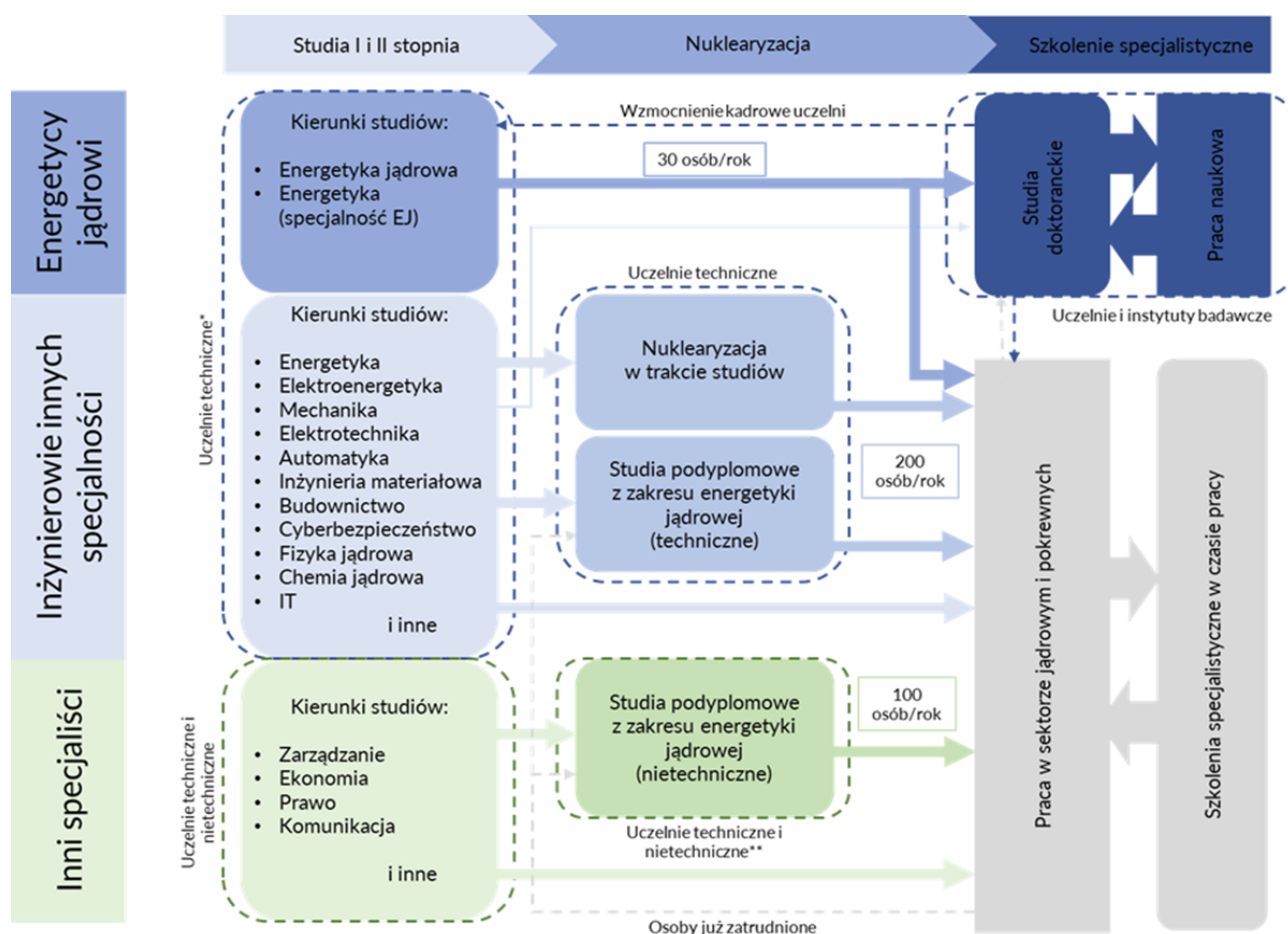
Zapotrzebowanie na odpowiednio wykształcone kadry będzie występować u wszystkich interesariuszy programu jądrowego, od inwestora (i przyszłego operatora elektrowni), po organy administracji rządowej, w tym organ dozoru jądrowego, oraz podmioty sektora przemysłowego, naukowo-badawczego i edukacji. Należy podkreślić, że zapewnienie odpowiednich kompetencji podmiotom przemysłowym jest konieczne dla umożliwienia im szerokiego udziału w inwestycji, zarówno na etapie budowy, jak i późniejszej eksploatacji elektrowni.

Z uwagi na interdyscyplinarność niezbędnych kompetencji konieczne jest stworzenie spójnego systemu kształcenia kadr dla programu jądrowego uwzględniającego różnorodność potrzeb interesariuszy PPEJ. Realizacja programu szkolenia kadr wymagać będzie zapewnienia finansowania prowadzonych działań szkoleniowych, w tym z zaangażowaniem odpowiednich środków budżetowych. Skala realizowanego programu

powoduje również, że konieczne będzie zaangażowanie szeregu instytucji administracji rządowej, w tym Ministerstwa Klimatu i Środowiska, Ministerstwa Edukacji i Nauki czy Ministerstwa Rozwoju i Technologii wraz z podległymi im agencjami.

Schemat systemu szkolenia kadr na poziomie profesjonalnym (studia wyższe i dalsze szkolenia) został przedstawiony na schemacie (Rys 1.). Przedstawione roczne liczby absolwentów różnych ścieżek kształcenia oparto o założenie realizacji programu zgodnie z założeniami PPEJ. Należy jednak podkreślić, że są to liczby orientacyjne, mające na celu zabezpieczenie potrzeb interesariuszy programu wymienionych w dokumencie pozostawiając margines szacowane zapotrzebowanie innych podmioty z tworzącego się sektora jądrowego. Ostateczne zapotrzebowanie, zwłaszcza w podziale na wszystkie specjalności, zależeć będzie od zaangażowania polskich podmiotów w realizację programu. Dlatego szacunki te powinny być regularnie aktualizowane. Wpływ na poziom zapotrzebowania na kadru będzie miała również potencjalna realizacja innych zapowiadanych programów jądrowych.

Najważniejsze działania kierunkowe zostały zestawione w Tabeli 9.



Rys. 1. Schemat systemu kształcenia kadr na potrzeby programu jądrowego na poziomie profesjonalnym (osoby z wykształceniem wyższym) wraz z szacowaną roczną liczbą absolwentów na podstawie założeń PPEJ

Uwagi:

*z analizy potencjału dydaktycznego uczelni wynika, że o ile co do zasady kształcenie w tym zakresie prowadzą uczelnie techniczne, to istnieją obszary gdzie pewną rolę mogą odegrać uczelnie nietechniczne.

**uczelnie nietechniczne pod warunkiem zaangażowanie kadry zewnętrznej do realizacji części treści programowych.

Obszar	Działanie	Termin realizacji
Kształcenie pozostałych specjalistów szczebla profesjonalnego (wyższe wykształcenie):	Kształcenie energetyków jądrowych. Ze względu na relatywnie małą liczbę potrzebnych specjalistów (ok. 30 rocznie) należy unikać nadmiarowego tworzenia kierunków energetyka jądrowa na zbyt dużej liczbie uczelni.	brak (kształcenie w tym zakresie jest prowadzone)
	Wzmocnienie kadry naukowej oraz inwestycje w zaplecze badawcze i dydaktyczne na wybranych uczelniach.	od 2024 przez cały okres realizacji programu
	Kształcenie pozostałych specjalistów, zarówno inżynierów, jak i specjalistów nietechnicznych, powinno być prowadzone na szerszej liczbie uczelni. Przemawia za tym zarówno zapotrzebowanie wynoszące około 300 osób rocznie (w tym ok. 200 inżynierów). Osoby te powinny być następnie poddane nuklearyzacji. Dotyczy to zarówno absolwentów uczelni, jak i osoby już zatrudnione.	brak (kształcenie w tym zakresie jest prowadzone)
	Studia podyplomowe jako podstawowe narzędzie nuklearyzacji. Przy czym powinny powstawać oddzielnie programy dla inżynierów (ok. 200 os./rok) i innych specjalistów (ok. 100 os./rok) różniące się przekazywanymi treściami. Z czasem mogą być one dzielone na bardziej szczegółowe specjalizacje.	osiągnięcie wymaganej liczby miejsc od roku akademickiego 2024/2025
	Powstanie programów nuklearyzacji już w trakcie studiów poprzez zaliczenie przez studenta odpowiedniej liczby przedmiotów o tematyce energetyki jądrowej w ramach przedmiotów obieralnych lub dodatkowych w ramach istniejących programów studiów. Po zdobyciu wymaganej liczby ECTS student mógłby otrzymać dodatkowy certyfikat potwierdzający zaliczenie treści związanych z energetyką jądrową. Rozwiązanie to powinno być w pierwszej kolejności wprowadzone na uczelniach technicznych prowadzących kursy w zakresie energetyki jądrowej.	pilotaż od roku akademickiego 2024/2025
Wzmocnienie kadrowe i infrastrukturalne uczelni i sektora naukowo-badawczego	Zapewnienie dopływu kadry na uczelnie oraz do instytutów naukowo-badawczych w celu zapewnienia wymiany pokoleniowej oraz rozbudowy ich zdolności do kształcenia oraz prowadzenia badań naukowych i pełnienia roli TSO.	przez cały okres realizacji programu
	Uruchomienie dedykowanego programu badawczego w obszarze energetyki jądrowej. Istotnym elementem rozwoju kadr dydaktycznych i naukowych jest prowadzenie badań naukowych. Program ten powinien umożliwiać rozwój naukowy kadr, rozbudowę infrastruktury badawczej i dydaktycznej oraz wspomagać współpracę z podmiotami przemysłowymi. Tematyka takiego programu badawczego powinna jak najlepiej pokrywać się z budową kompetencji niezbędnych do realizacji programu jądrowego.	uruchomienie programu w pierwszej połowie 2025
	Podejmowanie działań powstrzymujących odpływ wykwalifikowanej kadry i ograniczenie niekorzystnych skutków wewnętrznej konkurencji pomiędzy podmiotami sektora jądrowego. Szczególnie narażone są tutaj właśnie instytuty badawcze oraz uczelnie, a także organy administracji, w tym dozoru.	przez cały okres realizacji programu



Szkoły średnie	Identyfikacja szkół w pobliżu lokalizacji przyszłych elektrowni, które będą kształcić specjalistów szczebla technicznego. Bazą powinny być istniejące szkoły o pokrewnych profilach (energetycznym, elektrycznym). W działania na tym obszarze powinien zostać zaangażowany inwestor.	2025 (dla lokalizacji pierwszej elektrowni)
	Przeprowadzenie we współpracy z Ministerstwem Edukacji i Nauki programu pilotażowego w wybranej szkole, obejmującego wzmocnienie kadrowe oraz infrastruktury dydaktycznej oraz wprowadzenie "jądrowych" treści programowych do programów nauczania.	pilotaż w roku szkolnym 2025/2026
	Określenie we współpracy z Ministerstwem Edukacji i Nauki niezbędnych do wprowadzenia nowych zawodów jądrowych (np. technik nukleonik) oraz przygotowanie regulacji niezbędnych do ich wprowadzenia. Przygotowanie zmian w programach zawodów istniejących (m.in. technik elektryk, technik mechanik, technik energetyk) oraz opracowanie systemu szkolenia dla nauczycieli.	połowa 2025
Szkolenia dla przemysłu	Ciągła rozbudowa oferty szkoleń specjalistycznych dla firm na bazie istniejącego programu.	przez cały okres realizacji programu
Koordynacja	Inicjowanie i korzystanie z różnych form wsparcia edukacyjnego w ramach współpracy międzynarodowej	przez cały okres realizacji programu



**Ministerstwo
Klimatu i Środowiska**



ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa



+48 22 369 29 00



info@klimat.gov.pl



www.gov.pl/klimat

