

ENERGETYKA JĄDROWA
I OCHRONA RADIOLOGICZNA

Raport
1/2010

Kadry dla energetyki jądrowej

Łukasz Koszuc

STRESZCZENIE

13 stycznia 2009 r. Rada Ministrów przyjęła specjalną uchwałę o rozpoczęciu prac nad Programem Polskiej Energetyki. Celem programu jest uruchomienie pierwszej elektrowni jądrowej już w roku 2020. Istnieje jednak wiele problemów, które muszą zostać jak najszybciej rozwiązane. Jednym z nich jest budowa bazy intelektualnej dla edukacji, szkolenia i treningu personelu instytucji nadzorujących i przyszłych instalacji jądrowych. W raporcie przedstawione zostały niektóre wymagane umiejętności oraz szacunki dotyczące ilości niezbędnego personelu w elektrowni jądrowej, a także możliwości edukacyjne i szkoleniowe polskich i zagranicznych uczelni i instytucji.



O Autorze

Łukasz Koszuk - Prezes Fundacji FORUM ATOMOWE, jej pomysłodawca i współzałożyciel. Pracownik Zakładu Energetyki Jądrowej w Instytucie Energii Atomowej POLATOM. W chwili wydawania raportu student V roku Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego - specjalizacja: fizyka jądra atomowego.

Niniejszy referat został wygłoszony przez Autora na seminarium "Energetyka Jądrowa a Gospodarka Regionu" organizowanym przez Instytut Energii Atomowej POLATOM w ramach Targów EXPOPOWER w Poznaniu 19 maja 2010 roku.

ENERGETYKA JĄDROWA I OCHRONA RADIOLOGICZNA

Raport 1/2010

"Kadry dla Energetyki Jądrowej"

Autor: Łukasz Koszuk

Data wydania: 1 października 2010 roku

Wydawca:

Fundacja FORUM ATOMOWE

ul. Mazowiecka 2/4, 00-048 Warszawa

Redaktor Naczelny:

Łukasz Koszuk

Zdjęcia: www.sxc.hu, www.flickr.com

All rights reserved.

WARSZAWA 2010





WSTĘP

W obliczu wzrastającego zapotrzebowania na energię, Polska musi podjąć strategiczne decyzje odnośnie jej pozyskiwania. Po wejściu do Unii Europejskiej i przyjęciu protokołu z Kioto, Polska musi znacznie zredukować emisję dwutlenku węgla do atmosfery, co stawia pod znakiem zapytania opłacalność budowy dalszych elektrowni węglowych. Atrakcyjną i chwytliwą społecznie perspektywę stanowi wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych. Energia taka jest jednak droga w pozyskaniu i jednocześnie nie pozostaje neutralna dla środowiska. Według szacunków, zasoby energii ze źródeł odnawialnych w Polsce nie są w stanie zaspokoić potrzeb jej mieszkańców. Z pewnością źródła odnawialne powinny mieć większy udział w produkcji prądu, ale nie powinny być traktowane jako źródło podstawowe. Jedyny wybór, jaki Polska może dokonać, będzie pomiędzy elektrowniami atomowymi a elektrowniami gazowymi (na importowanym gazie). Nie ulega jednak wątpliwości, że produkcja prądu przy pomocy elektrowni jądrowej jest zdecydowanie najtańsza. 13 stycznia 2009 r. Rada Ministrów przyjęła specjalną uchwałę o rozpoczęciu prac nad Programem Polskiej Energetyki Jądrowej oraz o powołaniu Pełnomocnika Rządu ds. Polskiej Energetyki Jądrowej. Celem programu jest uruchomienie pierwszej elektrowni jądrowej już w roku 2020. Istnieje jednak jeszcze wiele problemów, które muszą zostać jak najszybciej rozwiązane. Jednym z nich jest budowa bazy intelektualnej dla edukacji, szkolenia i treningu personelu instytucji nadzorujących i przyszłych instalacji jądrowych. Referat opisuje niektóre wymagane umiejętności oraz szacunki dotyczące ilości niezbędnego personelu w elektrowni jądrowej, a także możliwości edukacyjne i szkoleniowe polskich i zagranicznych uczelni i instytucji.

AKTUALNA SYTUACJA W SEKTORZE "JĄDROWYM" W POLSCE

W Polsce istnieją trzy obiekty jądrowe: reaktor badawczy MARIA (rys. 1) oraz dwa przechowalniki wypalonego paliwa. Wszystkie znajdują się w Ośrodku Jądrowym w Świerku pod Warszawą. Oprócz tego znajdują się tu instalacje związane z unieszkodliwianiem odpadów promieniotwórczych. Obecnie kształcenie i szkolenie personelu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo jądrowe jest wykonywane przez instytucje eksploatujące w/w obiekty i unieszkodliwiające odpady radioaktywne, zgodnie z programem Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) „On the Job Training”,



Rys. 1 Reaktor MARIA w Instytucie Energii Atomowej POLATOM /źródło własne/

zatwierdzonym przez Państwową Agencję Atomistyki. Kwalifikacje personelu są weryfikowane poprzez egzaminy organizowane przez Komisje Egzaminacyjne Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki lub przez lokalne Komisje Egzaminacyjne powoływane przez dyrekcje obiektów jądrowych. Trening operatorski jest prowadzony bezpośrednio na eksploatowanych lub nadzorowanych obiektach. Teraz, kiedy podjęto decyzję o budowie pierwszej elektrowni jądrowej, ważnym zadaniem jest opracowanie sprecyzowanej polityki kształcenia personelu, które jest procesem obejmującym cały okres pracy zawodowej.

PERSONEL ELEKTROWNI JĄDROWEJ - STRUKTURA I SZKOLENIE

Najwyższym priorytetem podczas pracy elektrowni jądrowych jest zachowanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Podobne wymagania dotyczą wszystkich innych obiektów jądrowych, takich, jak zakładów wzbogacania uranu albo produkcji elementów paliwowych. Na przykład w niemieckim systemie prawnym, to przedsiębiorstwa energetyki jądrowej są odpowiedzialne za bezpieczeństwo całego procesu wytwarzania energii elektrycznej, za ochronę ludzi i ochronę środowiska. Podstawą wysokiego poziomu bezpieczeństwa są wysokie

kwalifikacje personelu (np. w Niemczech liczba pracowników w sektorze „jądrowym” to ponad 5000 osób) oraz bardzo wysoki poziom techniczny instalacji nuklearnych. Gruntowne kształcenie zawodowe oraz systematyczne doksztalcanie pracowników zapewniają fachowe know-how na najwyższym poziomie.

W kraju takim jak Polska, który planuje wprowadzić energetykę jądrową, przygotowanie wysoko wykwalifikowanego personelu jest podstawowym elementem w niezbędnej do tego celu infrastrukturze. Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) zaleca, aby działania rozpocząć od określenia wiedzy, umiejętności oraz zdolności pracowników niezbędnych przy wdrażaniu programu energetyki jądrowej oraz rozwinięcia instytucji edukacyjnych i szkoleniowych, które przygotowują pracowników [1]. W tym samym raporcie MAEA oszacowuje minimalne potrzeby infrastrukturalne na rzecz programów edukacyjnych i rozwoju zasobów ludzkich, które zebrano w tabeli 1.

Tabela 1. Minimalna infrastruktura programów edukacyjnych i zasobów ludzkich [1]

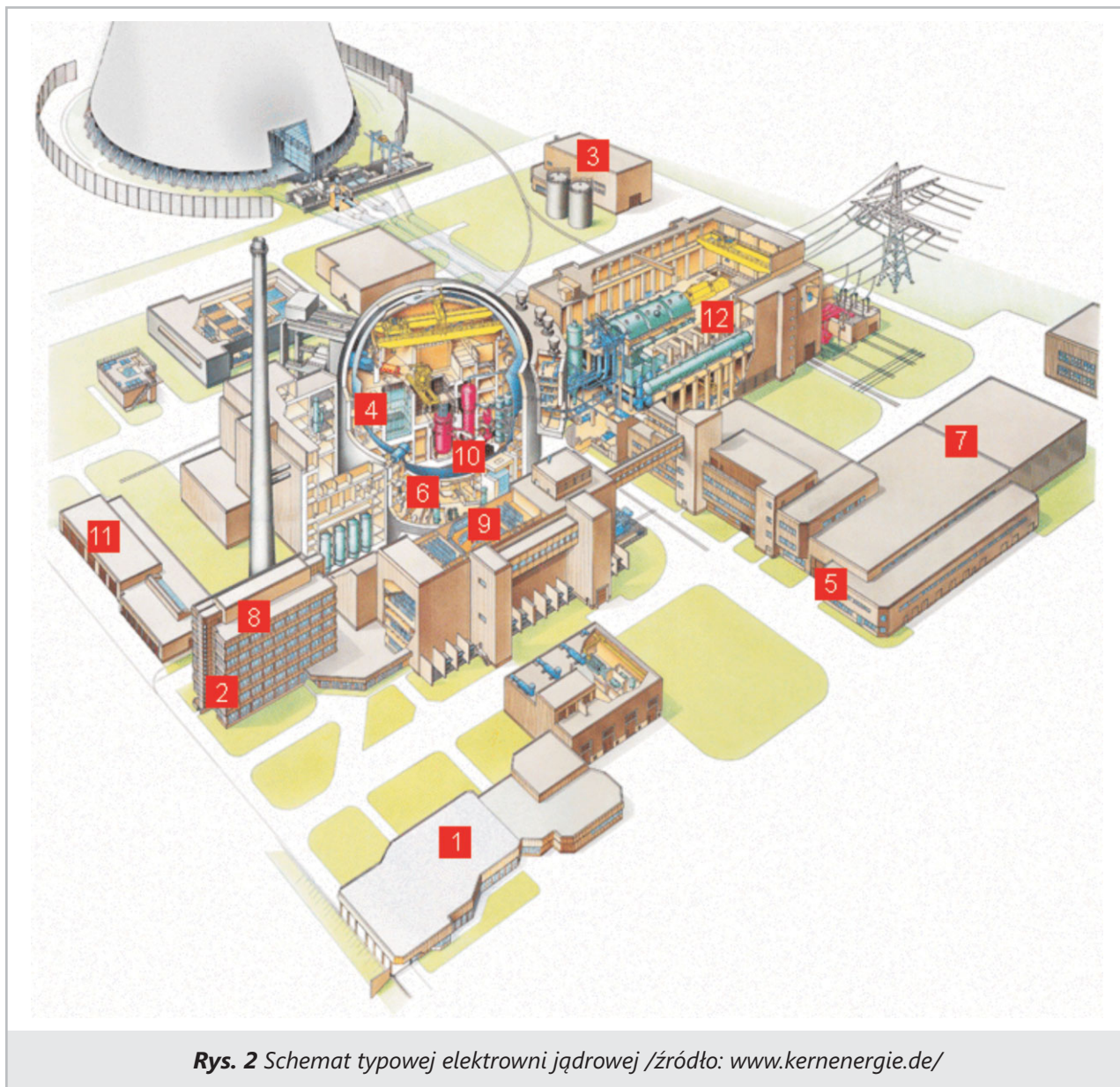
POZYCJA INFRASTRUKTURY	OPIS
1. Rozwój instytucji edukacyjnych dla zagadnień związanych z energią jądrową	<p>Rozważane instytucje:</p> <ul style="list-style-type: none"> Szkoły wyższe i zawodowe, szczególnie z regionu związanego z daną lokalizacją elektrowni. <p>Źródła kadry kształcącej:</p> <ul style="list-style-type: none"> Wydziały inżynierii budowlanej, mechanicznej, elektrycznej, metalurgicznej, chemicznej, komputerowej i środowiskowej oraz wydziały fizyki
2. Dodatkowe kursy na rzecz wzmocnienia rozwoju zasobów ludzkich dla pierwszego jądrowego reaktora energetycznego	<ul style="list-style-type: none"> Fizyka jądrowa i projektowanie reaktora Bezpieczeństwo jądrowe Radiologia, radiografia i ochrona radiologiczna Analizy termiczne, hydrauliczne i termo-hydrauliczne Zaawansowana analiza materiałowa i mechanika

	<ul style="list-style-type: none"> • Zaawansowane projekty oprzyrządowania i oprogramowania komputerowego i ich konserwacja • Materiałoznawstwo • Zastosowanie, kalibrowanie i konserwacja urządzeń elektrycznych, mechanicznych i cyfrowych układów pomiarowych • Procesy i metodologia zapewnienia i zachowania jakości • Planowanie, harmonogramy, zarządzanie materiałowe i kontrola kosztów • Analiza środowiskowa
3. Programy szkoleniowe wspierane przez MAEA	<ul style="list-style-type: none"> • Misje techniczne MAEA z warsztatami dotyczące wdrażania programu energetyki jądrowej i jej niezbędnej infrastruktury • Krótkoterminowe (tygodniowe) i długoterminowe (miesięczne) programy szkoleniowe MAEA w krajach mających programy jądrowe
4. Programy szkoleniowe z krajów mających programy jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> • Programy szkoleniowe uzgodnione z dostawcami i wykonawcami reaktorów • Programy szkoleniowe uzgodnione bezpośrednio z instytucjami dozoru jądrowego w krajach posiadających energetykę jądrową

Przygotowanie systemu szkolenia kadr wymaga również oszacowania liczby niezbędnych pracowników w sektorze, na którą składają się personel elektrowni jądrowych oraz wszystkich instytucji nadzorujących. Liczba pracowników elektrowni jądrowej zależy od kilku czynników [2]:

- liczba bloków,
- lokalizacja elektrowni w stosunku do centrów zamieszkania,
- liczba usług świadczonych przez podwykonawców,
- wymogi legislacyjne dotyczące budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej,
- prawo środowiskowe,
- prawo pracy,
- wielkość niezbędnego wysiłku na rzecz informacji społecznej i edukacji.

W 2005 roku dokonano przeglądu elektrowni jądrowych w Stanach Zjednoczonych. Okazało się, że średni całkowity personel elektrowni jądrowej z pojedynczym blokiem wynosi około 800 osób [3]. Poniżej zobrazowano podział personelu z punktu widzenia wymaganych umiejętności.



Rys. 2 Schemat typowej elektrowni jądrowej /źródło: www.kernenergie.de/

Przytoczone liczby pozwalają uzmysłowić sobie wymaganą liczebność personelu niezbędnego do eksploatacji i utrzymania w ruchu elektrowni jądrowej. Jednak organizacja stanu zatrudnienia może być trochę inna ze względu na politykę danego koncernu energetycznego i posiadaną praktykę, jednakże przedstawiona struktura może być z dobrym skutkiem zastosowana w pracy w elektrowni wykorzystującej jeden reaktor.

Selekcja personelu i przyjmowanie pracowników w odpowiednio wczesnej fazie budowy elektrowni jest warunkiem niezbędnym do tego, aby personel

posiadał pełne kwalifikacje w momencie rozruchu. Według [4], personel kierowniczy powinien być zatrudniony nie później niż na cztery lata przed rozpoczęciem załadunku paliwa. Personel ruchowy powinien być zatrudniony co najmniej na trzy lata przed załadunkiem paliwa, aby zdążył on przejść wszystkie wymagane szkolenia zanim rozpoczną się próby przedrozruchowe. Techniczny personel pomocniczy powinien przystąpić do pracy ok. 2-3 lata przed rozruchem, aby mógł przejść odpowiednie szkolenia i zapoznać się z obiektem. Z kolei personel ochrony fizycznej może być potrzebny od początku budowy, aby zabezpieczyć

Tabela 2. Kategorie wymaganego personelu dla elektrowni jądrowej [3]

KATEGORIA PERSONELU	PRZYBLIŻONA WYMAGANA LICZEBNOŚĆ
1, 11 Personel ochrony fizycznej, straż pożarna	70
2 Inżynierowie projektu	30
3 Technicy chemicy	20
4 Inżynierowie jądrowi	25
5 Obsługa administracyjna, analitycy, pozostały personel	335
6 Technicy utrzymania ruchu – w tym elektrycy, technicy układów pomiarowych i sterujących, mechanicy	135
7 Inżynierowie mechanicy	15
8 Inżynierowie budowlani	5
Personel szkoleniowy	35
9 Operatorzy sterowania i wyposażenia bloku	75
Inżynierowi komputerowi, inżynierowie elektrycy oraz inżynierowie systemów pomiarowych i	20
10 Technicy ochrony radiologicznej i zarządzania odpadami promieniotwórczymi	35
SUMA	800

obiekt, ale pełne przeszkolenie powinien posiadać dopiero na okres prób przedrozruchowych.

W chwili podjęcia decyzji o budowie elektrowni jądrowej należy uświadomić sobie także, ile potrzeba czasu na przeszkolenie pracowników – np. dla inżynierów jądrowych czas ten wynosi 4-6 lat, dla starszych operatorów reaktora – 2-4 lata, a jeszcze więcej dla pracowników dozoru zmianowego elektrowni [4]. Cały personel musi posiadać wysoką kulturę bezpieczeństwa jądrowego. Niezbędną częścią tej kultury jest szkolenie w dziedzinie znajomości problemów ochrony radiologicznej.

KSZTAŁCENIE KADR W POLSCE I ZAGRANICĄ

Historia energetyki jądrowej w Polsce rozpoczęła się w latach 60., kiedy to zaraz po uruchomieniu w 1958 roku pierwszego reaktora badawczego EWA w ówczesnym Instytucie Badań Jądrowych, zaczęto

kreślić plan jej wprowadzenia. W roku 1972 r. podjęto uchwałę o lokalizacji pierwszej polskiej „Elektrowni Jądrowej Żarnowiec”, a 18 stycznia 1982 r. o rozpoczęciu jej budowy na terenie zlikwidowanej wsi Kartoszyń, nad Jeziorem Żarnowieckim, na północy Polski. W zamyśle elektrownia miała stanowić pierwszy krok w realizacji polskiego programu energetyki jądrowej, który zakładał, że do 2000 roku miały zostać uruchomione jeszcze dwie elektrownie o łącznej mocy 6000 MWe. W latach 1959 – 1994 kształcenie kadr dla energetyki jądrowej prowadziło pięć wiodących uczelni w kraju: Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Politechnika Gdańska, Politechnika Łódzka, Politechnika Śląska oraz Politechnika Warszawska. Uczelnie te prowadziły studia magisterskie w zakresie technik jądrowych, jak również studia podyplomowe. Tylko w latach 1985 – 1990 wykształcono w zakresie inżynierii jądrowej (energetyka jądrowa) i technik

jądrowych 75 specjalistów na studiach dziennych i ok. 830 na studiach podyplomowych [5]. Niestety, 26 kwietnia 1986 roku miała miejsce katastrofa elektrowni jądrowej w Czarnobylu (odległego od polskiej granicy o 300 km). Spowodowała ona gwałtowne zaostrezenie protestów przeciw budowanej elektrowni jądrowej, które nasiliły się jeszcze bardziej po przemianach politycznych, do których doszło w Polsce po 1989 roku. 4 września 1990 roku rząd podjął decyzję o zaniechaniu budowy „Elektrowni Jądrowej Żarnowiec”. Tą decyzją zamknięto perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w Polsce na najbliższe lata. Jej konsekwencją było również zaniechanie kształcenia w tej dziedzinie.

Jak do tej pory nie powstał jeszcze kompleksowy system kształcenia kadr dla energetyki jądrowej związany z nowym programem budowy elektrowni jądrowych w Polsce. Mimo to wyższe uczelnie techniczne, a także uniwersytety rozpoczęły na własną rękę przygotowanie odpowiednich kierunków studiów. Został już uruchomiony program kształcenia edukatorów, w którym uczestniczy pierwsza grupa 20 osób, przygotowujących się na półrocznym kursie we Francji. Będą oni w przyszłości kształcili polskich specjalistów. Poniżej zebrano kierunki bezpośrednio związane z energetyką jądrową oferowane w Polsce [6], a także za granicą [7]:

1. Akademia Górniczo-Hutnicza:

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, kierunek: fizyka techniczna; specjalność: fizyka jądrowa - www.ftj.agh.edu.pl/

Wydział Energetyki, kierunek: energetyka; specjalność: energetyka jądrowa - <http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~wpie/>

2. Konsorcjum „Kadry dla Energetyki Jądrowej i Technologii Jądrowej w Przemśle i Medycynie (UMCS, Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Warszawski):

Politechnika Wrocławska:

Wydział Mechaniczno-Energetyczny, kierunek: energetyka; specjalność: Budowa i Eksploatacja Systemów Energetycznych -

www.wme.pwr.wroc.pl/index.dhtml

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie:

Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki, specjalizacja: bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna -

<http://mfi.umcs.lublin.pl/>

Uniwersytet Warszawski

Wydziały Chemii i Fizyki, makrokierunek: Energetyka i Chemia Jądrowa, studia I stopnia od roku akademickiego 2011/2012 oraz studia II stopnia od roku akademickiego 2012/2013 - www.fuw.edu.pl www.chem.uw.edu.pl/

3. Politechnika Gdańska:

Międzywydziałowe studia na kierunku energetyka (Wydziały: Oceanotechnika i Okrętownictwo, Mechanika i Elektrotechnika i Automatyka) -

www.ely.pg.gda.pl/

Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa, kierunek: energetyka - www.oce.pg.gda.pl/wydzial/HTMLdocs/new/index.php

4. Politechnika Krakowska:

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej, kierunek: energetyka - www.wieik.pk.edu.pl/

5. Politechnika Łódzka:

Wydział Mechaniczny, kierunek: energetyka - www.mechaniczny.p.lodz.pl/

6. Politechnika Poznańska:

Wydziały: Elektryczny, Technologii Chemicznej, Budownictwa Lądowego, Fizyki Technicznej, kierunek: energetyka; specjalność: energetyka jądrowa - www.fee.put.poznan.pl/

7. Politechnika Śląska:

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, kierunek: mechanika i budowa maszyn, specjalność: inżynieria jądrowa - www.polsl.pl/Wydzialy/RIE/Strony/Witamy.aspx
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, kierunek: energetyka, specjalność: energetyka jądrowa -

www.polsl.pl/Wydzialy/RIE/Strony/Witamy.aspx
Wydział Elektryczny, kierunek: elektrotechnika,
specjalność: elektroenergetyka -
www.polsl.pl/Wydzialy/RE/Strony/Witamy.aspx

8. Politechnika Warszawska:
Wydział Mechaniczny, Energetyki i Lotnictwa,
kierunek: energetyka jądrowa -
www.meil.pw.edu.pl/

9. Politechnik Wrocławska:
Wydział Mechaniczno-Energetyczny, kierunek:
energetyka, specjalność: energetyka ciepła
i jądrowa -
www.wme.pwr.wroc.pl/index.dhtml

10. (w fazie tworzenia) Polsko-Ukraiński Uniwersytet
Europejski w Lublinie:
Wydział Inżynierii i Nowych Technologii,
kierunek: energetyka jądrowa

Studia na kierunkach związanych z energetyką
i techniką jądrową na świecie [7]:

1. University of California (Berkeley) –
www.nuc.berkeley.edu

2. Univeristy of Birmingham –
www.ph.bham.ac.uk

3. Budapest Univerity of Technology and Economics
www.reak.bme.hu

4. Massachusetts Institute of Technology MIT
(Cambridge) –
<http://web.mit.edu/nse>

5. Texas A&M University (College Station) -
<http://nuclear.tamu.edu>

6. Oregon State University (Corvallis) –
<http://ne.oregonstate.edu>

7. Korea Advanced Institute of Science and
Technology KAIST (Daejon) –
<http://nuclear.kaist.ac.kr>

8. Commissariat à l' Énergie Atomique Institut
National des Sciences et Techniques Nucléaires CEA
ISTN (Gif-sur-Yvette) –
<http://www-instn.cea.fr>

9. Helsinki University of Technology HUT –
www.hut.fi/Units/AES

10. Taras Shevchenko National Univeristy of Kiev –
<http://icc.univ.kiev.ua>

11. Lappeenranta University of Technology LUT –
www.et.lut.fi

12. Universidad Politécnica de Madrid –
www.upm.es

13. Univeristy of Manchester –
www.manchester.ac.uk

14. Moscow Engineering Physics Institute (State
University) MEPHI –
www.mephi.ru

15. University of Pisa –
www2.ing.unipi.it/dimnp/eindex.htm

16. Royal Institute of Technology (Sztokholm) –
www.nuclear.kth.se

17. Tsinghua University (Pekin) –
www.inet.tsinghua.edu.cn

18. Czech Technical University (Praga) –
www.fjfi.cvut.cz

19. Tokyo Institute of Technology –
www.nr.titech.ac.jp

20. Technische Universität Darmstadt –
www.tu-darmstadt.de

21. Fachhochschule Aachen –
www.fh-aachen.de

22. World Nuclear University –
www.world-nuclear-university.org

Według Janusza Lewandowskiego, dyrektora Instytutu Techniki Ciepłej im. Bohdana Stefanowskiego z Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej, a jednocześnie przewodniczącego Społecznego Zespołu Doradców przy Pełnomocniku Rządu ds. Energetyki Jądrowej, rozwój energetyki jądrowej to olbrzymie wyzwanie inżynierskie, dotyczące różnych specjalności - m.in. dla inżynierów budowlanców, mechaników i elektryków [8]. Wyraża on opinię, że w Polsce w 3-4 ośrodkach jesteśmy w stanie wydać rocznie dyplomy ok. 80-100 absolwentom. Jednak decyzja o wznowieniu programu energetyki jądrowej w Polsce zbiega się z podobnymi decyzjami podejmowanymi w innych krajach, także tych, w których odgrywa ona znaczącą rolę. Spowoduje to zapewne wzrost zapotrzebowania na specjalistów z obszaru technik jądrowych na całym świecie. Dyrektor Lewandowski zauważa także, że głód inżynierów w obszarze energetyki jądrowej w Europie jest obecnie tak duży, że absolwenci polskich uczelni niezauważalnie zostaną wessani do firm energetycznych, gdzie kadra się postarzała i zawód inżyniera stał się zawodem deficytowym. Istnieje jednak liczna grupa wykształconych w Polsce energetyków jądrowych, która pracuje w światowym przemyśle jądrowym. Część z nich być może wróci do Polski.

POTENCJAŁ INSTYTUTU ENERGII ATOMOWEJ POLATOM

Instytut Energii Atomowej POLATOM jest jedną z dwóch instytucji w Polsce eksploatujących urządzenia jądrowe w Polsce. W 2008 roku Instytut wspólnie z Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej realizowały projekt w ramach „Środków Przejściowych” Unii Europejskiej pt. „Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna”. Głównym celem projektu była budowa bazy intelektualnej dla edukacji, szkolenia i treningu personelu ciał nadzorujących i personelu istniejących i przyszłych instalacji jądrowych w Polsce w dziedzinie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, w zgodzie z przepisami i zaleceniami MAEA i Unii Europejskiej. Priorytetem było wzmocnienie ośrodka jądrowego w Świerku poprzez stworzenie bazy intelektualnej dla długoterminowego programu szkoleniowego, a także podniesie-

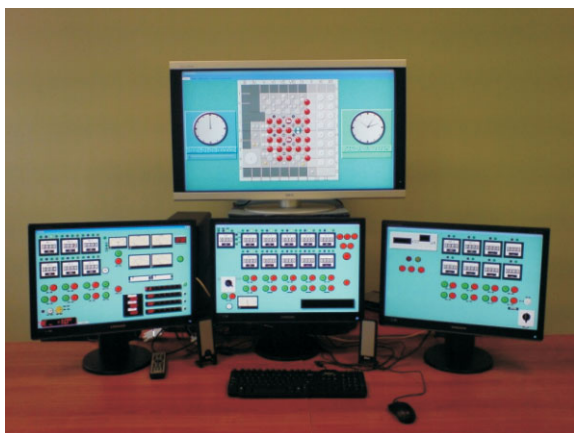
nie poziomu kwalifikacji pracowników instytucji stosujących promieniowanie jonizujące oraz pracowników administracji odpowiedzialnych za nadzór nad bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną. Z punktu widzenia przyszłego szkolenia kadr dla energetyki jądrowej ważne są rezultaty, jakie zostały osiągnięte:

1. Przygotowano długoletni, uniwersalny plan szkoleniowy obejmujący metodologię i procedury: kształcenia, szkolenia oraz opracowania ekspertyz na temat stanu obiektów jądrowych i instalacji unieszkodliwiania odpadów, a także bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w medycynie.

2. Powstały materiały szkoleniowe - na uwagę zasługuje wielomodułowy podręcznik pt. „DŁUGOLETNI PROGRAM SZKOLENIOWY W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ”. Podręcznik zawiera 10 bloków programowych, składający się z około 200 wykładów, stanowiących 350 godzin lekcyjnych, oraz 20 ćwiczeń.

3. Wykonano oprogramowanie i wyposażenie symulatora reaktora „MARIA” w Świerku (rys. 3) do celów treningowych personelu operacyjnego obiektu reaktora MARIA, personelu dyspozytora awaryjnego oraz dozymetrystów Ośrodka Świerk. Niezawodne działanie i wysoka praktyczność Symulatora reaktora „Maria” została sprawdzona podczas szkoleń prowadzonych w Instytucie Energii Atomowej POLATOM w okresie 22 listopada – 10 grudnia 2008 r. W wyniku szkoleń wyłoniono zespół 12 wykwalifikowanych ekspertów, przygotowanych do przeprowadzenia dalszych szkoleń. Przeszkolono grupę ok. 88 osób wykwalifikowanego personelu zaangażowanego w bezpieczeństwo nuklearne i pracę przy reaktorze. Łącznie przeszkolono 100 osób!

W Instytucie prowadzone są badania naukowe i prace badawczo-rozwojowe w zakresie fizyki i techniki reaktorów jądrowych, fizyki fazy skondensowanej, zagadnień bezpieczeństwa obiektów jądrowych, ochrony radiologicznej,



Rys. 3 Symulator reaktora MARIA w Instytucie Energii Atomowej POLATOM /źródło własne/

unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych, stosowania technik jądrowych i nowych technologii w nauce, przemyśle i ochronie środowiska. Instytut Energii Atomowej POLATOM dysponuje zespołem specjalistów i wykwalifikowaną kadrą z wyżej wymienionych dziedzin i jest w pełni przygotowany do podjęcia się kształcenia personelu przyszłych instalacji jądrowych w Polsce.

PODSUMOWANIE

Aby zapewnić kadry dla potrzeb energetyki jądrowej, kluczowe jest przyjęcie jednego, spójnego planu dotyczącego kształcenia w tej dziedzinie. Harmonogram działań na rzecz energetyki jądrowej zakłada, że do końca 2010 roku przygotowany zostanie kompleksowy program szkoleń. Mimo to niektóre wyższe uczelnie rozpoczęły na własną rękę wdrażanie odpowiednich kierunków studiów – jako pierwszy Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Zainaugurowano już kształcenie edukatorów, pierwsza grupa 20 osób rozpoczęła w drugiej połowie 2009 roku półroczny kurs we Francji. Także Instytut Energii Atomowej POLATOM podjął działania ukierunko-

wane na przygotowanie specjalistycznych programów szkoleniowych. W 2008 roku z dziedziny bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej wyszkolono tu grupę 100 osób, z których 12 to wykwalifikowani eksperci, gotowi do prowadzenia dalszych szkoleń. Wydaje się, że mimo bardzo napiętego harmonogramu polskie uczelnie i instytucje naukowo-badawcze będą w stanie podołać postawionemu przed nimi zadaniu odbudowy kadry dla energetyki jądrowej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] „Basic Infrastructure for a Nuclear Power Project” IAEA TECDOC Series No. 1513, lipiec 2006 r.
- [2] „Human resource issues related to an expanding nuclear power programme” IAEA TECDOC Series No. 1501, maj 2006 r.
- [3] R. L. Long: „Education & Training for the NPP Workforce”, Międzynarodowa Konferencja Elektrownie Jądrowe dla Polski, Warszawa, 1-2 czerwca 2006 r.
- [4] „Szkolenie personelu dla energetyki jądrowej”, Biblioteka Postępów Techniki Jądrowej, Warszawa 1976 r.
- [5] R. Dmowski, A. Rajewski „Kształcenie w zakresie energetyki jądrowej w Polsce”, Krajowa Konferencja SEP: „Renesans Energetyki Jądrowej”, Kielce, 3 marca 2010 r.
- [6] www.atom.edu.pl
- [7] „Perspektiven in der Kerntechnik”, Informations-Kreis Kernenergie, Berlin, styczeń 2008 r.
- [8] Portal wnp.pl: „Janusz Lewandowski (ITC): zdobycie kadry elektrowni jądrowej to nie problem”

WARSZAWA 2010

