

POSTĘPY TECHNIKI JĄDROWEJ

VOL. 59 Z. 1 ISSN 0551-6846 WARSZAWA 2016



60 LAT INSTYTUTU FIZYKI JĄDROWEJ

Czytaj str. 12

im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk

Fronton Instytutu Fizyki Jądrowej

1-2016

INSTYTUT CHEMII
I TECHNIKI JĄDROWEJ
POLSKIE TOWARZYSTWO NUKLEONICZNE

SPIS TREŚCI

WYWIAD Z PROF. KRZYSZTOFEM KURKIEM DYREKTOREM
NARODOWEGO CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH
Stanisław Latek, Andrzej Mikulski, Elżbieta Zalewska..... 2

WYWIAD Z PROF. JERZYM NIEWODNICZAŃSKIM
– AKTYWNE ŻYCIE: AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA,
PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI
i ENERGETYKA JĄDROWA
Małgorzata Nowina Konopka 6

60 LAT INSTYTUTU FIZYKI JĄDROWEJ
im. Henryka Niewodniczańskiego
POLSKIEJ AKADEMII NAUK
Małgorzata Nowina Konopka 12

ATOM TO NAJLEPSZY WYBÓR DLA POLSKI
– POTWIERDZAJĄ TO ANALIZY I PRAKTYKA
Andrzej Strupczewski 17

PRACA REAKTORA BADAWCZEGO MARIA W 2015 ROKU
Andrzej Gołąb, Mikołaj Tarchalski 28

ENERGETYKA JĄDROWA JAPONII PO KATASTROFIE
W ELEKTROWNI FUKUSHIMA DAIICHI
Krzysztof Rzymkowski 34

DONIESIENIA Z KRAJU 40

DONIESIENIA ZE ŚWIATA 44

INFORMACJE O KSIĄŻKACH 48

WYDARZENIA 52

Z HISTORII POLSKIEJ ATOMISTYKI 53

IN MEMORIAM 56



więcej informacji na str.12,
fotoreportaż na ostatniej stronie okładki



Kwartalnik naukowo-informacyjny
Postępy Techniki Jądrowej

Wydawca:
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej
ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa,

Kontakt Telefoniczny:
Tel. 22 504 12 48
Fax.: 22 811 15 32

Redaktor naczelny:
Stanisław Latek
S.Latek@ichtj.waw.pl

Komitet redakcyjny:
Wojciech Głuszcowski
Maria Kowalska
Łukasz Sawicki
Andrzej Mikulski
Marek Rabiński
Edward Rurarz
Elżbieta Zalewska

Redakcja:
PTJ-redakcja@ichtj.waw.pl

Opracowanie graficzne:
Hubert Stańczyk (Agencja Reklamowa TOP)

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adjustacji
tekstów oraz zmian tytułów.

Prenumerata

Zamówienia na prenumeratę kwartalnika
POSTĘPY TECHNIKI JĄDROWEJ
należy składać na adres redakcji jak wyżej.
Wpłaty proszę przekazać na konto:
Bank Pekao SA,
45 1240 3480 1111 0000 4278 2935
Koszt prenumeraty rocznej
(4 zeszyty łącznie z kosztami przesyłki) wynosi 50 zł.
Składając zamówienie należy
podać adres osoby lub instytucji
zamawiającej, na który ma być przesłane
czasopismo oraz numer NIP.

Skład i druk:
Agencja Reklamowa TOP,
ul. Toruńska 148, 87-800 Włocławek

Szanowni Państwo,

Bieżący numer naszego czasopisma otwiera zapis rozmowy przedstawicieli redakcji z prof. Krzysztofem Kurkiem, dyrektorem Narodowego Centrum Badań Jądrowych.

Jedno z pytań zadane p. dyrektorowi brzmiało: NCBJ dysponuje znaczącymi kompetencjami w zakresie energetyki jądrowej i fizyki reaktorów. A zatem na czym polega udział Centrum w pracach związanych z polskim programem energetyki jądrowej (PPEJ) i jakie konkretne zagadnienia obejmuje?

A oto obszerny fragment odpowiedzi na to pytanie. "Mamy w Centrum część ekspercką związaną z energetyką jądrową, która została rozwinięta w poprzednich latach. (...) Mamy poważny problem ponieważ PPEJ nie nabrał tempa, a to oznacza, że nie idzie za tym strumień finansowania. Posiadamy wykształconą bardzo dobrą grupę ekspercką, mamy narzędzia (kody obliczeniowe, laboratorium do badań materiałowych), a brak jest finansowania na kontynuowanie tych prac. Co więcej, nie ma również konkursów związanych z tą tematyką, do których moglibyśmy przystąpić, by zdobyć finansowanie.

Przez jakiś czas możemy próbować to obciążenie finansowe wytrzymywać, ale w którymś momencie trzeba będzie podjąć poważną decyzję. Jeżeli nie będzie tego programu, nie będzie środków, to instytut nie jest w stanie utrzymywać przez wiele lat grupy dobrze płatnej wysokiej klasy ekspertów. Po drugie: ci eksperci odejdą, bo nikt nie będzie czekał w nieskończoność na to, że może kiedyś się przydadzą. Boję się, żeby się nie powtórzyła sytuacja z okresu budowy EJ Żarnowiec, a to zagrożenie jest jak najbardziej realne. Jeżeli ten pogram ma naprawdę ruszyć to potrzebne jest naprawdę silne wsparcie rządowe, bo rady typu, że można wystąpić do ministra nauki lub przystąpić do jakiegoś konkursu czy grantu są nieporozumieniem. To może być dobry argument, powiedzmy, za finansowaniem nauczania o energetyce jądrowej na uczelniach, ale utrzymanie kompetencji w instytucie, który potencjalnie może prowadzić takie badania na zlecenie wymaga po prostu strumienia finansowania. Jeżeli tego strumienia dedykowanego nie będzie to te kompetencje umrą po raz drugi tak jak to było dokładnie po wstrzymaniu budowy EJ Żarnowiec. Niektórzy argumentują, że skoro perspektywa czasowa zbudowania elektrowni jądrowej jest szacowana na około 15 lat od teraz to nie ma po co się w tej chwili tym zajmować. To jest bardzo złe podejście, dlatego że, aby ta elektrownia mogła zostać zbudowana i aby mogła uzyskać licencję jest potrzebny cały szereg badań wspierających i potrzebne jest wytworzenie kompetencji do potencjalnego TSO, czyli Organizacji Wsparcia Technicznego"

Kolejny tekst to też wywiad. Z okazji 80-lecia urodzin prof. Jerzego Niewodniczańskiego bardzo ciekawą rozmowę z Jubilatem przeprowadziła nasza współpracowniczka z Krakowa dr Małgorzata Nowina Konopka. Panu Profesorowi składamy niniejszym - raz jeszcze - serdeczne życzenia urodzinowe i zachęcamy do lektury wywiadu. Oto jego fragment końcowy: „**Co dało Panu najwięcej satysfakcji w życiu: szczęśliwa rodzina, kariera zawodowa, sport i zwiedzanie świata czy jeszcze coś innego?**

Wszystko, co pani wymieniła, ale na pewno rodzina. Rodzina na pierwszym miejscu, na drugim miejscu praca. Ja byłem zawsze pracoholikiem. Najważniejsze, żeby lubić to, co się robi i robić to, co się lubi. Podróże też, a przede wszystkim – góry!"

W ubiegłym roku, w którym minęło 60 lat od powołania Instytutu Badań Jądrowych przypominaliśmy naszym Czytelnikom ważne urządzenia badawcze (reaktory) zbudowane w IBJ i osiągnięcia naukowo-badawcze osiągnięte przy pomocy tych urządzeń, a także opisywaliśmy uroczystości jubileuszowe. W tym numerze przedstawiamy artykuł dr Małgorzaty Nowiny Konopki na temat 60-lecia IFJ. Autorka przypomina, że dzięki staraniom prof. Niewodniczańskiego w 1955 r. powołano Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie-Bronowicach jako Zakład II warszawskiego Instytutu Badań Jądrowych PAN. Już w 1960 r.

Instytut uniezależnił się od PAN i stał się samodzielną jednostką badawczo-rozwojową (JBR) pod nazwą Instytut Fizyki Jądrowej (IFJ) podporządkowaną nowemu stanowisku administracyjnemu - Pełnomocnikowi Rządu ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej,

W artykule omówiono chronologicznie ważniejsze wydarzenia minionego 60-lecia, scharakteryzowano stan obecny IFJ i opisano trwające ponad rok uroczystości jubileuszowe, zakończone kulminacyjnymi obchodami 15 grudnia 2015 r.

W numerze bieżącym kontynuujemy publikację tekstów nawiązujących do 21. Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (COP21) w Paryżu. Zamieszczamy ważny i ciekawy, naszym zdaniem, artykuł prof. Andrzeja Strupczewskiego, którego główna teza brzmi następująco:

„Uchwała COP 21 i uchwała Parlamentu Europejskiego z grudnia 2015 r. potwierdziły, że atom to najlepszy wybór dla Polski. Zalety ekonomiczne energii jądrowej potwierdza też analiza łącznych kosztów wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł opracowana przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych”.

Niedawno minęło 5 lat od awarii w Fukushima. Niedługo minie 30 lat od awarii w Czarnobylu. Do obu tych wydarzeń nawiązują materiały zawarte w bieżącym numerze PTJ. W artykule Krzysztofa Rzymkowskiego przedstawiono aktualny stan energetyki jądrowej oraz modyfikacje planów jej rozwoju w Japonii po katastrofie wywołanej falą tsunami w elektrowni Fukushima Daiichi. Z kolei na jednej ze stron okładki znajdują Czytelnicy zdjęcia starego i nowego sarkofagu nad zniszczonym reaktorem w Czarnobylu. Zdjęcia wykonał dr Marek Rabiński.

Jak co roku w pierwszym numerze danego rocznika zamieszczamy informację o pracy reaktora MARIA w ubiegłym roku. Jak stwierdzają autorzy (Andrzej Gołąb i Mikołaj Tarchalski „praca reaktora w 2015 r. przebiegała bez większych zakłóceń, potwierdzając jego dobrą dyspozycyjność oraz bezpieczną eksploatację”.

Jeśli chodzi o teksty zamieszczone w części „Doniesienia z kraju” to zwracamy uwagę Czytelnikom na informację o wizycie Prezydenta RP w NCBJ oraz na oficjalną wersję wniosków z jesiennej konferencji MAĐRALIN 2015.

Jedno z kolejnych doniesień publikowane w dziale „Doniesienia z zagranicy” dotyczy relacji z wyjazdu dwójga pracowników IChTJ do Hiszpanii i Francji w ramach programu stażowo-szkoleniowego pt. „Stworzenie i wdrożenie systemu szkoleń i staży w zakresie energetyki jądrowej i technologii eksploatacji oraz rozpoznawania zasobów gazu łupkowego”, który był organizowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego jesienią 2015 r.

W numerze, który mają Państwo w swoich rękach znajdują się aż trzy teksty o książkach. Warto się z nimi zapoznać.

Na ostatnich stronach czasopisma zamieszczamy wspomnienie o zmarłym niedawno prof. Macieju Władysławie Grabskim oraz notę/nekrolog o prof. Jerzym Kroh.

Szanowni Państwo,

Po konferencji klimatycznej w Paryżu, energetyka jądrowa otrzymała silny bodziec do dalszego rozwoju. Miałem nadzieję, że zaobserwujemy także renesans/ przyśpieszenie realizacji Programu Polskiej Energetyki Jądrowej. Póki co następują głównie zmiany kadrowe. Odeszli ze swych funkcji m.in. Janusz Włodarski i Zbigniew Kubacki. Mijemy nadzieję, że ich następcy będą mocno angażować się w realizację PPEJ.

Wiadomość z ostatniej chwili

W dniu 31 marca 2016 r. Prezes Rady Ministrów Pani Beata Szydło powołała Pana Andrzeja Przybycina na pełniącego obowiązki Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki. Pan Andrzej Przybycin do tej pory zajmował stanowisko dyrektora Departamentu Nadzoru Geologicznego w Ministerstwie Środowiska.

Redaktor naczelny
Stanisław Latek

WYWIAD Z PROF. KRZYSZTOFEM KURKIEM DYREKTOREM NARODOWEGO CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH

*Interview with Prof. Krzysztof Kurek
Director National Center for Nuclear Research*

Stanisław Latek, Andrzej Mikulski, Elżbieta Zalewska

W wywiadzie, przeprowadzonym przez przedstawicieli redakcji PTJ, przedstawione zostały m.in. następujące tematy: priorytetowe zadania Centrum, w tym zadania wynikające z wdrażania Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ), rola Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w organizacji wsparcia technicznego (TSO) energetyki jądrowej w Polsce, działania informacyjne i edukacyjne NCBJ, projekty strategiczne (CERAD i inne). W rozmowie omówiono także czynniki warunkujące realizację zadań NCBJ.

In the interview Director of National Centre for Nuclear Research (NCNR) has described the most important tasks of the Centre including the tasks concerned with the Polish Nuclear Energy Programme. The subject of the interview conducted by representatives of the journal "Progress in Nuclear Technology" has related also to participation of the Centre in Technical Support Organization (TSO) for nuclear energy, public information and education activity, strategic projects (CERAD and others) and the factors referring to realization of the NCNR tasks.

Słowa kluczowe: Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Program Polskiej Energetyki Jądrowej, TSO, projekty strategiczne, działania informacyjne, działania edukacyjne.

Key words: Nuclear Centre for Nuclear Research, Polish Nuclear Energy Programme, TSO, strategic projects, information activity, education activity.

Redakcja PTJ: Mija prawie sto dni od dnia, w którym objął Pan stanowisko Dyrektora Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku. Bardzo prosimy o krótkie przedstawienie obecnych priorytetowych zadań Centrum, którym Pan Dyrektor kieruje.



Fot.1. Prof Krzysztof Kurek (z arch. autora)

Prof. Krzysztof Kurek: Rzeczywiście mam już za sobą te sto dni i zorientowałem się w obecnych zadaniach Centrum. Działalność Centrum prowadzona jest w wielu kierunkach takich jak badania:

- w zakresie szeroko pojętej fizyki jądrowej,
- rozwijanie metod obliczeniowych z wykorzystaniem jednego z najpotężniejszych w tej chwili w Polsce komputerów,
- eksploatacja jedynej w Polsce reaktora badawczego MARIA,
- produkcja izotopów promieniotwórczych dla medycyny i przemysłu.

Aby możliwy był dalszy rozwój Centrum staramy się o niezbędne fundusze na realizację trzech głównych projektów strategicznych dla NCBJ. Mam tu na myśli projekt CERAD - Centrum Radiofarmaceutyków Ukierunkowanych Molekularnie, które poprzez zakup cyklotronu i zbudowanie zespołu laboratoriów znacznie poszerzy możliwości produkcyjne ośrodka radioizotopów NCBJ POLATOM oraz projekt zbudowania w Świerku laboratorium przetwórczego, w którym napromieniane tarcze uranowe przechodziłyby obróbkę chemiczną prowadzącą do wydzielania molibdenu-99. Kolejny projekt dotyczy badań w zakresie fazy skondensowanej materii z wykorzystaniem bardzo nowoczesnych spektrometrów, które mamy nadzieję przenieść z Instytutu Helmholtza (Helmholtz-Zentrum Berlin for Materials and Energy) w Berlinie w związku z przerwa-

niem eksploatacji znajdującego się tam reaktora badawczego BER2. Następnym kierunkiem działania NCBJ będzie utrzymanie wyszkolonej już kadry do analiz związanych z programem energetyki jądrowej w Polsce.

PTJ: Co warunkuje realizację zadań Narodowego Centrum Badań Jądrowych, o których była mowa wcześniej?

KK: Nie będę tu oryginalny, ale realizacja tych zadań uwarunkowana jest posiadanymi środkami finansowymi, umożliwiającymi zakup (budowę lub przeniesienie) odpowiednich urządzeń i ich adaptację do pomieszczeń wokół reaktora MARIA, a także zatrudnienie dodatkowo odpowiednio przygotowanych specjalistów. Z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego dostajemy środki na pokrycie jednej trzeciej wydatków na pensje naszych pracowników, a resztę musimy sami zdobyć. Nie jest to łatwe w przypadku, gdy budujemy naszą wiedzę ekspercką dla Programu Polskiej Energetyki Jądrowej, a jak wiemy program ten w zasadzie nie ma skutecznego finansowania. Dlatego też występujemy o finansowanie różnych projektów badawczych, o których była mowa wcześniej i bardzo na nie liczymy.

PTJ: Wiele instytucji, w tym placówek naukowych przygotowuje się do realizacji zadań wynikających z wdrażania Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ). NCBJ dysponuje znaczącymi kompetencjami w zakresie energetyki jądrowej i fizyki reaktorów. A zatem, na czym polega udział Centrum w pracach związanych z PPEJ i jakie konkretne zagadnienia obejmuje?

KK: Mamy w Centrum część ekspercką związaną z energetyką jądrową, która została rozwinięta w poprzednich latach. Jak już wspominałem mamy poważny problem, ponieważ Program Polskiej Energetyki Jądrowej nie nabrał tempa, a to oznacza, że nie idzie za tym strumień finansowania. Posiadamy wykształconą bardzo dobrą grupę ekspercką, mamy narzędzia (kody obliczeniowe, laboratorium do badań materiałowych), ale brak jest finansowania na kontynuowanie tych prac. Co więcej, nie ma również konkursów związanych z tą tematyką, do których moglibyśmy przystąpić, by zdobyć finansowanie.

Przez jakiś czas możemy próbować to obciążenie finansowe wytrzymać, ale w którymś momencie trzeba będzie podjąć poważną decyzję o kontynuacji lub nie. Jeżeli nie będzie tego programu, to nie będzie środków, a instytut nie jest w stanie utrzymywać przez wiele lat grup dobrze opłacanych wysokiej klasy ekspertów. Po drugie ci eksperci odejdą, bo nikt nie będzie czekał w nieskończoność na to, że może kiedyś się przydadzą. Ważne jest, żeby sytuacja z okresu budowy EJ Żarnowiec się nie powtórzyła. Jeżeli ten pogrom ma naprawdę ruszyć to potrzebne jest silne wsparcie rządowe, bo rady takie, że można wystąpić do ministra nauki lub przystąpić do jakiegoś konkursu czy grantu jest nieporozumieniem.

To może być dobry argument, powiedzmy, za finansowaniem nauczania o energetyce jądrowej na uczelniach, ale utrzymanie kompetencji w instytucie, który potencjal-

nie może prowadzić takie badania na zlecenia wymaga po prostu strumienia finansowania. Jeżeli tego strumienia dedykowanego nie będzie, to te kompetencje umrą po raz drugi, tak jak to było dokładnie po wstrzymaniu budowy EJ Żarnowiec.

Niezrozumienie polega na tym, że skoro perspektywa czasowa zbudowania elektrowni jądrowej jest szacowana na ok. 15 lat od teraz to panuje przekonanie, że nie ma po co się w tej chwili tym zajmować. To jest bardzo złe podejście, dlatego że, aby ta elektrownia mogła zostać zbudowana i aby mogła uzyskać licencję jest potrzebny cały szereg badań wspierających oraz potrzebne jest wytworzenie kompetencji do potencjalnego TSO, czyli Organizacji Wsparcia Technicznego.

PTJ: Jak Pan Dyrektor widzi problem przygotowania do budowy organizacji wsparcia technicznego dla energetyki jądrowej w Polsce i rolę Narodowego Centrum Badań Jądrowych w TSO?

KK: Nie mamy jeszcze modelu TSO, ale mamy przynajmniej część potrzebnych kompetencji.

Możemy utworzyć taką organizację pewnie nie sami, ale ten proces trzeba zacząć już teraz. Budowanie kompetencji polega na:

1. wykształceniu specjalistów, utworzeniu i utrzymaniu kosztownych laboratoriów materiałowych, wyposażonych w kosztowne komory gorące,
2. zrobieniu tzw. benchmarków, czyli przeprowadzenia obliczeń z wykorzystaniem typowych problemów i potwierdzenia otrzymania oczekiwanych wyników,
3. sprawdzeniu posiadania umiejętności na przykładowych prawdziwych (realnych) danych wejściowych.

Jeżeli tego nie zaczniemy robić teraz, to za parę lat okaże się, że nie jesteśmy w stanie spełnić odpowiednich wymogów TSO. Na ten temat było już wiele rozmów, próbowaliśmy, jakoś przekonywać odpowiednie osoby (wspólnie z prof. A. Chmielewskim z IChTJ), ale przebijanie się z tą świadomością do decydentów jest bardzo trudne. Jak na razie takiego programu tak naprawdę nie ma. Jedyne co zostało zrobione to – jak mówi Prezes PAA – poprawiliśmy ustawę Prawo atomowe tak, że jesteśmy przygotowani na ewentualną budowę elektrowni jądrowej. Nie jestem ekspertem – pewnie tak się stało. Natomiast to jest za mało, w którymś momencie okaże się, że mamy świetne prawo, ale nie mamy skąd wziąć ekspertów, którzy są w stanie zrobić potrzebne analizy i badania.

Wiele jest modeli działania TSO. Inaczej taki model działała we Francji, inaczej w Stanach Zjednoczonych Ameryki, inaczej na Węgrzech i w związku z tym powinniśmy te różne modele przeanalizować i zastanowić się, który z tych modeli jest najlepszy dla Polski. Takim dobrym przykładem instytucji, które mogą taki model stworzyć lub szybko rozwinąć odpowiednie kompetencje jest NCBJ, IChTJ i CLOR. NCBJ ma kompetencje w dziedzinie reaktorów, obliczeń środowiskowych i generalnie badań materiałowych związanych z energetyką jądrową, a IChTJ to jest szeroko pojęta chemia jądrowa, więc

dobrze się uzupełniamy. Taki model TSO oparty o kilka instytucji powinien zostać zaakceptowany przez tych którzy decydują o Programie Polskiej Energetyki Jądrowej.1

PTJ: W pakiecie zadań związanych z Programem Polskiej Energetyki Jądrowej bardzo ważnymi sprawami są działania informacyjne i edukacyjne skierowane do polskiego społeczeństwa. Jakie działania informacyjno-edukacyjne prowadzi Narodowe Centrum Badań Jądrowych?

KK: Mamy w NCBJ Dział Edukacji i Szkoleń, którym kieruje prof. Ludwik Dobrzyński od wielu lat i jest to doskonale działający dział. Jesteśmy z niego bardzo zadowoleni. Same wycieczki do reaktora MARIA cieszą się dużą popularnością, zapisy przyjmowane są na wiele miesięcy naprzód. Przez reaktor przewija się ponad 7000 osób zwiedzających rocznie. Organizowane są również co roku dni otwarte i wtedy rzeczywiście wielu ludzi odwiedza ośrodek. Prowadzimy różnorodne szkolenia, zarówno dla szkół, nauczycieli jak i grup eksperckich. Szkoliliśmy pracowników PGE. Miło nam, że propozycja zwiedzenia reaktora MARIA cieszy się tak dużym zainteresowaniem w czasie Pikników Naukowych i martwimy się, że nie wszyscy chętni mogą go obejrzeć.

PTJ: W swojej wypowiedzi charakteryzującej pracę Narodowego Centrum Badań Jądrowych publikowanej na stronie internetowej Centrum i w dzisiejszej rozmowie powiedział Pan, między innymi, że jednym ze strategicznych celów NCBJ na następne lata ma być projekt CERAD. W związku z tym: Czy mógłby Pan krótko scharakteryzować ten projekt i jak Pan ocenia szanse na realizację projektu CERAD?

Jakie projekty strategiczne w Narodowym Centrum Badań Jądrowych znajdują się na tak zwanej Polskiej Mapie Drogowej Infrastruktury Badawczej?

KK: NCBJ złożył cztery projekty, które przeszły przez sito recenzji i znajdują się na tej mapie. CERAD¹⁾ to projekt strategiczny, którego „sercem” ma być duży cyklotron belgijskiej firmy IBA do badań i produkcji radioizotopów przyspieszający wiązki protonów i cząstek alfa do energii 30 MeV i deuterony do 15 MeV, wraz z komorami gorącymi, laboratoriami oraz niezbędną infrastrukturą towarzyszącą.

W Europie obecnie działa tylko jeden taki cyklotron.

Drugi z projektów to XFEL (aktualnie kontynuowany, ang. European X-ray Free Electron Laser), czyli Europejski Rentgenowski Laser na Swobodnych Elektronach. Jest on budowany w synchrotronowym centrum badawczym DESY w Hamburgu. XFEL będzie emitował impulsową wiązkę światła laserowego o bardzo dużej mocy szczytowej dochodzącej do kilku GW, w zakresie długości fali od 0,1 do 6 nanometrów. Ze stacji początkowej ulokowanej na terenie ośrodka DESY emitowane będą elektrony rozprężane następnie do energii 17,5 GeV w 101 kolejnych nadprzewodzących strukturach przyspieszających, a następnie przepuszczane przez szereg magnesów stałych.

Trzeci projekt to POLFEL polegający na budowie dużego lasera na swobodnych elektronach, który miałby

stanowić – powiedzmy - „odcięcie kuponów” od naszej wiedzy, którą zdobyliśmy w czasie udziału w budowie podobnego lasera w Hamburgu, w którym mamy promieniowanie rentgenowskie, w Polsce będziemy zaczynali od promieniowania terahercowego, a później rozbudujemy je aż do dalekiego ultrafioletu. POLFEL będzie emitował długość fali porównywalną z rozmiarami dużych cząstek.

Czwarty projekt to są narodowe laboratoria jądrowe i energetyki jądrowej, projekt związany z pewnym zwiększeniem możliwości badawczych (tzw. upgrade) w reaktorze.

Gdyby udało się ten projekt zrealizować to otrzymalibyśmy znakomite nowe laboratorium do produkcji radiofarmaceutyków. W oparciu o wiązki protonów, deuteronów i cząstek alfa z cyklotronu. Uważam ten projekt za bardzo dobry z kilku powodów. Po pierwsze jest to bardzo realny projekt, który jest potrzebny POLATOMOWI żeby rozwijać swoje badania i poszerzać ofertę produkcyjną. Poza tym, to jest prawdopodobnie jedna z nielicznych infrastruktur badawczych z Polskiej Mapy Drogowej która może również przynosić zyski komercyjne i „zarobić” na swoje koszty utrzymania dając rzeczywiście bardzo nowoczesne produkty.

Ten projekt spełnia kryteria nałożone w konkursie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR). Przy okazji - na 57 projektów na Polskiej Mapie Drogowej ponad 50 zostało wykluczonych już na starcie ze względu warunki formalne. Projekt ten łączy różne elementy i kompetencje Ośrodka w Świerku: bardzo dobrą infrastrukturę i kompetencje ośrodka POLATOM w dziedzinie badań i produkcji radiofarmaceutyków, reaktor MARIA i super komputer potrzebny do obliczeń molekularnych, które mają doprowadzić do teoretycznego wymodelowania tych nowych radiofarmaceutyków. Mamy nadzieję, że ten projekt wygramy. Rozstrzygnięcie konkursu nastąpi zapewne w ciągu pół roku.

PTJ: Narodowe Centrum Badań Jądrowych realizuje obecnie kilka projektów naukowo-badawczych: Park Naukowo-Technologiczny (PNT), Centrum Informacyjne Świerk, POLFEL, BayesFITS. Który z tych projektów, zdaniem Pana Profesora, ma priorytetowe znaczenie i który wymaga szczególnych zabiegów, aby był jak najszybciej zrealizowany?

KK: Takim projektem, który się wcześniej narodził i który jest na mapie drogowej jest POLFEL - laser na swobodnych elektronach. Pełny projekt POLFELA (400 metrowy laser na swobodnych elektronach) jest pewnie nie do zrealizowania przy obecnych warunkach w Polsce ze względu na koszty rzędu około kilkuset mln zł. Poza tym trzeba pamiętać, że takie urządzenie jest bardzo drogie w eksploatacji i musimy mieć dobre rozeznanie rynku oraz środowisko naukowe i przemysłowe zainteresowane takim urządzeniem. Dlatego wydaje mi się, że taki duży laser miałby szanse i byłoby bardzo dobrze go w Polsce zbudować w sytuacji, w której byłby on projektem umiędzynarodowionym tzn. gdyby był to projekt regionalny dla Europy Wschodniej, a w kosztach jego utrzymania partycypowałyby takie kraje jak: Litwa, Łotwa, Estonia, może Szwecja, Finlandia, Czechy czy Słowacja. Proponujemy w tej chwili mniejsze urządzenie, które bardzo chcielibyśmy zbudować

wać w Świerku, znacznie mniej kosztowne i łatwiejsze do utrzymania. Chcemy zbudować terahercowego POL-FELA, maszynę dużo mniejszą, ale za to z wiązką ciągłą. To bardzo dobre rozwiązanie jeszcze znacznie tańsze, a przez nasz wkład do XFELA nabraliśmy kompetencje w budowie takiego urządzenia. Byłaby to więc szansa zbudowania urządzenia bardzo zaawansowanego technologicznie, a wiadomo, że rozwój tego typu instrumentów bardzo „ciągnie” technologie i firmy, które przy tym urządzeniu pracują.

Park Naukowo Technologiczny (PNT) jest projektem współfinansowanym, który ma służyć do transferu technologii jądrowej. Projekt się skończył i w tej chwili musimy ten Park technologiczny „osadzić w realiach”. Pomysł na park jest taki, aby było to miejsce, w którym my będziemy promować nasze produkty i usługi, gdzie firmy mogą przyjść i skorzystać z laboratoriów. Dopiero zaczynamy, więc i nie umiem powiedzieć, jak to będzie działać.

Centrum Informatyczne Świerk wyposażone jest w tej chwili w jeden z najnowocześniejszych komputerów i powinno być wykorzystywane przede wszystkim naukowo, (np. przy współpracy z ośrodkiem CERN). Taki „mocny” komputer wraz z grupą ekspertów, byłby także bardzo pomocny dla realizacji Programu Polskiej Energetyki Jądrowej. Mamy przekazane amerykańskie i francuskie kody do wykonywania obliczeń na potrzeby energetyki jądrowej. Kłopot jest z finansami o czym już wspominałem.

BayesFITS był autorskim projektem kierowanym przez prof. Leszka Roszkowskiego, który w tej chwili już się skończył. Projekt ten miał dwie składowe. Jedna czysto naukowa związana z astrofizyką i fizyką cząstek elementarnych, a druga to zastosowanie metod bayesowskich do analizy zagrożeń i wszelkiego rodzaju przewidywania awarii, co bardzo pomaga w procesie decyzyjnym. Mamy w tej chwili grupę ekspercką funkcjonującą od wielu lat pod nazwą Centrum Dokończoności MANHAZ (powstała jeszcze w Instytucie Energii Atomowej), która umie te zagrożenia liczyć i przewidywać. Jest teraz rozbudowywana i dołączyli tam ludzie, którzy pracowali w ramach tego projektu.

PTJ: Pan minister Krzysztof Tchórzewski powiedział niedawno, że „Program atomowy będzie kontynuowany ze względu na szanse, jaką daje nam zapoznanie się i rozwój technologii jądrowych i ich wpływ na inne dziedziny nauki i gospodarki, np. medycynę”. W innym wywiadzie wyraził podobną opinię, ale wspominał też o Narodowym Centrum Badań Jądrowych: „Natomiast program dotyczący energetyki jądrowej powinien być prowadzony równolegle. Myślę m.in. o dofinansowaniu ośrodka w Świerku, którego możliwości technologiczne w obecnym kształcie dobiegły końca. Prowadzenie badań i pozyskiwanie nowych technologii jądrowych jest niezbędne”. Czy może Pan skomentować te wypowiedzi i powiedzieć naszym Czytelnikom, na co przede wszystkim przeznaczone będzie dofinansowanie, o którym wspominał minister energii?

KK: Jeżeli jest rzeczywiście wola kontynuowania programu jądrowego, to naprawdę bylibyśmy w stanie utworzyć instytut znakomitej klasy, dobrze pracujący i wspierający energetykę jądrową przede wszystkim poprzez zaangażowanie w badania materiałowe (np. starzenie się materiałów w obecnie pracujących reaktorach) na rzeczywiście bardzo wysokim poziomie z wykorzystaniem reaktora MARIA, oraz w badania materiałowe dla nowych reaktorów IV generacji.

Należy tu wspomnieć o znacznym poszerzeniu możliwości badawczych reaktora MARIA poprzez uzyskanie bardzo nowoczesnych przyrządów z zamykanego reaktora badawczego BER2 w Instytucie Helmholtza w Berlinie, o czym już wspominałem.

Chcielibyśmy przejąć znaczną część z ok. 400 eksperymentów łącznie z badaniami komercyjnymi dla bardzo wielkich firm np. Mercedes, który prowadził badania z wykorzystaniem tego reaktora.

PTJ: Pana praca naukowa dotyczyła fizyki wysokich energii. Czy znajduje Pan czas na pracę naukową obecnie po objęciu funkcji dyrektora NCBJ?

KK: Mnie się szczęśliwie udało wypromować doktoranta (jeszcze nie jest obroniony, praca jest w recenzji) z jednego z eksperymentów w którym uczestniczyłem, ale praktycznie moja działalność w tym eksperymencie będzie sprowadzona do uczestniczenia w zbieraniu danych.

Jest jeszcze drugi eksperyment w LHCb, w którym w tej chwili mam doktorantkę, ale pewnie też będę musiał ograniczyć działalność. Poza tym nie przewiduję bycia w nieskończoność dyrektorem NCBJ i mam nadzieję, że jeszcze wrócę do badań naukowych.

Dziękujemy Panu Dyrektorowi za udzielenie wywiadu do Postępów Techniki Jądrowej.

Wywiad z prof. Krzysztofem Kurkiem przeprowadzili w dniu 5 lutego 2016 r.

Stanisław Latek, Andrzej Mikulski i Elżbieta Zalewska

PRZYPISY

1. *) skrót nazwy projektu CERAD może zbędnie kojarzyć się z nazwą Zakładu Ceramiki Radiowej w Warszawie, który istniał w latach 1954-1992 i Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej, które powstało w 2008 r.

WYWIAD Z PROF. JERZYM NIEWODNICZAŃSKIM – AKTYWNE ŻYCIE: AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI I ENERGETYKA JĄDROWA

Interview with Prof. Jerzy Niewodniczański – ACTIVE LIFE: AGH University of Science and Technology, National Atomic Energy Agency and nuclear energy

Małgorzata Nowina Konopka

Rozmowa z prof. dr hab. Jerzym Niewodniczańskim, potomkiem wielopokoleniowego rodu profesorskiego, synem Henryka Niewodniczańskiego. Okazją do przeprowadzenia rozmowy jest rocznica urodzin Profesora przypadająca 20 stycznia br.

Interview with prof. dr. Jerzy Niewodniczański, a descendant of multi-generational family of professors, son of Henry. An opportunity to conduct the conversation is an anniversary of the birth of Professor attributable January 20 this year.

Słowa kluczowe: uczelnie techniczne, kształcenie inżynierów, dozór jądrowy, elektrownia jądrowa.

Key words: technical universities, training engineers, nuclear regulatory, nuclear power plant.



Fot.1. Prof. Jerzy Niewodniczański (fot. Marian Nowy)

Małgorzata Nowina Konopka: W Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie przeszedł Pan wszystkie szczeble kariery akademickiej od zastępcy asystenta do profesora zwyczajnego, dyrektora instytutu, (który przekształcił Pan w wydział) dziekana i prorektora. Jak na tle wieloletnich doświadczeń widzi Pan obecny system edukacji i kształcenia w Polsce?

Jerzy Niewodniczański: Tak, zastępcą asystenta zostałem będąc studentem, 1-go grudnia 1956 r., byłem wtedy na piątym roku. Asystentem normalnym zostałem po magisterium, po jakimś czasie starszym asystentem, po doktoracie adiunktem, po habilitacji docentem (wtedy był taki tytuł). Późno uzyskałem tytuł profesora, bo długo jeździłem po świecie. W tym pytaniu jest zła kolejność, bo najpierw byłem prorektorem, a potem dyrektorem instytutu i dziekanem. A teraz jestem *profesorem honorowym*. To jest taki, który jeszcze się rusza, ale mu nie płacą (i nic nie musi robić). Obecny system kształcenia w Polsce to jest system boloński. I to mi się podoba. Według mnie nie powinno się likwidować poszczególnych stopni zarówno w nauczaniu przedmaturalnym jak i pomaturalnym. To znaczy jestem za szkołami podstawowymi, gimnazjami, liceami. Uważam, że gimnazjum powinno być zachowane, a liceum powinno trwać pełne trzy lata, a nie jak w tej chwili dwa lata i dwa – trzy miesiące, a potem jest przygotowanie do matury. Przygotowanie do matury trwa 12 lat i po tych 12-tu latach powinna być porządna matura. Teraz się mówi, że liceum ma być czteroletnie, bo ten czwarty rok to jest przygotowanie do matury, to jest nieporozumienie. Jestem też za studiami trzystopniowymi. Według mnie szkodliwe było drastyczne zmniejszenie tygodniowej liczby zajęć, a co za

tem idzie rocznych i semestralnych liczb godzin poświęconych poszczególnym przedmiotom, wykładów, ćwiczeń, laboratoriów i seminariów. W tej chwili obecni studenci mają mniej więcej połowę liczby godzin w stosunku do tego, co obowiązywało „za moich czasów”. My (jako studenci AGH) zaczynaliśmy zajęcia o 7.15, mieliśmy zajęcia w soboty, a obecność zwykle była obowiązkowa. A teraz studenci lekko traktują swoją obecność na wykładach i innych zajęciach, Internet zastąpił korzystanie z bibliotek, studia traktowane są często (na szczęście nie przez wszystkich) jako czas zabaw i rozrywki, na naukę po prostu brak jest czasu (i energii?). Poza tym uważam, że na studiach technicznych nieporozumieniem są trzyletnie studia inżynierskie, w czasie których ma być przygotowana dysertacja inżynierska (czy rzeczywiście potrzebna?) i odbyta praktyka zawodowa. Oczywiście w rzeczywistości tej praktyki zwykle nie ma. Według mnie studia inżynierskie winny trwać co najmniej trzy i pół roku, czyli należy zachować trójstopniowość, ale z wydłużeniem pierwszego etapu. Na przykład trzy lata nauki w pomieszczeniach uczelni, a dodatkowo ostatnie pół roku powinno być przeznaczone na praktykę zawodową (w zakładzie przemysłowym, w instytucji naukowej, w terenie czy w urzędzie, w zależności od specjalności), w czasie której można przygotować pracę inżynierską, o ile jest ona konieczna. Bo student musi z bliska poznać swoje przyszłe środowisko zawodowe. Uważam, że również studia licencjackie niekoniecznie związane z przemysłem, np. w zakresie fizyki, winny też być wydłużone, trzy lata to stanowczo zbyt krótko. Zwłaszcza wobec braku egzaminów wstępnych (winny wrócić!), pierwszy rok studiów jest raczej przygotowaniem do wyższych studiów specjalistycznych, obecnie to taki koledż amerykański – przyszli inżynierowie muszą przejść troszkę wyższy niż w liceum kurs matematyki, fizyki, informatyki, chemii itd. No a potem dwuletnie, co najmniej dwuletnie studia magisterskie, które powinny być raczej wyjątkiem, a nie regułą, tak jak jest to na zachodzie. Ludzie PRL przyzwyczajeni do powszechnych studiów magisterskich uważają, że każdy powinien kończyć studia magisterskie. Nieprawda. To powinno być dla mniejszości. Ci, którzy chcą zajmować się pracą naukową, albo pogłębić swoje wykształcenie, idą na studia magisterskie, ale na ogół wystarczy dobrze postawiony licencjat czy studia inżynierskie. Przemysł nie potrzebuje tylu magistrów co teraz, potrzebuje dobrych inżynierów. Dawniej inżynier to było coś ważnego i cenionego. Pamiętam, jak byłem prezesem Państwowej Agencji Atomistyki z przerażeniem zobaczyłem, że w regulaminach konkursów na stanowisko podreferenta czyli sekretarki wymagane były wyższe studia rozumiane tylko jako studia magisterskie. Kompletna bzdura. To jest deprecjonowanie studiów pierwszego stopnia. Jeżeli chodzi o tytuły i stopnie naukowe, to ja zawsze byłem przeciwny tytułowi profesora. Uważam, że profesor to jest stanowisko, docent to jest też stanowisko. Powinno wrócić. Piękne stanowisko: *docere* - uczyć. Czy habilitację zachować czy nie, nie wiem (zależy to od poziomu doktoratów). Uważam, że profesor w instytucji badawczej, to jest nieporozumienie. Docent w instytucji badawczej także. W instytucji badawczej nie powinno być żadnych profesorów i docentów, bo to są

stanowiska nauczycielskie. I tak na ogół jest. Docenci (po ewentualnym awansie – profesorowie) na uczelni mają swoje wykłady i seminaria, swoich uczniów, oni są nauczycielami! Był taki profesor Bienlein w DESY –laboratorium badawczym w Hamburgu, którego spytałem: pan jest profesorem, czego? Chyba nie w DESY. „Nie, oczywiście, że nie mógłbym być profesorem w instytucji – odpowiedział – jestem profesorem uniwersytetu w Zurichu, w Szwajcarii. Tam mam swoich studentów, a tu jestem tylko badaczem.”

MNK: Co Pan Profesor myśli o masowej emigracji młodych Polaków do krajów Unii Europejskiej?

JN: W momencie otwarcia granic zrobił się ten ruch spowodowany wyższymi zarobkami na zachodzie. Gdyby liczbę emigrantów rozłożyć na okres 50 lat, czyli cały okres powojenny, to nie byłoby to tak szokujące, jak to się stało po otwarciu granic i po wprowadzeniu dla Polaków zezwolenia na pracę w różnych krajach zachodnich. Pamiętamy, że była kiedyś masowa emigracja pracowników mniej wykwalifikowanych z Portugalii czy Hiszpanii do Niemiec. I takie masowe emigracje, nikogo nie szokowały, gdyż były szukaniem lepszego zarobku. W Polsce nastąpiło to gwałtownie wówczas, gdy takie możliwości zostały stworzone. Nie widzę tu żadnej winy rządzących. Natomiast dotychczas emigrantami z Polski byli na ogół ludzie mniej wykształceni, winą obecnie rządzących będzie masowa ucieczka inteligencji polskiej zagranicę. I to nie ze względów finansowych tylko będą chcieli żyć w systemie demokratycznym. To jest niestety przerażające, że możemy się spodziewać takich właśnie masowych wyjazdów.

Nie musimy się wstydzić naszych emigrantów i to nie tylko tych słynnych polskich hydraulików, ale również ludzi z wykształceniem, nawet ze stopniami naukowymi. Studia w Polsce są na poziomie porównywalnym ze studiami w Europie zachodniej (czy wschodniej), ze Stanami. Studiowanie Polaków na uczelniach zagranicznych to raczej snobizm (tych młodych ludzi i ich późniejszych pracodawców). Polscy uczeni, profesorowie różnych specjalności, wykształceni tu w Polsce, robią kariery na świecie (choć czasami wyolbrzymiamy ich osiągnięcia), zresztą zawsze tak było. Jeśli popatrzymy na koniec XIX wieku czy początek XX, już wtedy Polacy zbierali laury w nauce światowej, to byli również ci, którzy budowali mosty na wschodzie i na zachodzie, koleje w carskiej Rosji, już później Chwaściński budował drogę z Kabulu do Dżalalabadu w Afganistanie. Zawsze byliśmy równie dobrzy jak inni, a przez ambicję, chęć wybicia się itd. mogliśmy osiągać bardzo wysoki poziom w swoim zawodzie. Wiem coś na ten temat z własnych obserwacji, spędziłem w zagranicznych uczelniach i instytucjach badawczych parę dobrych lat.

MNK: Czy obecny sposób finansowania nauki zapewnia jej rozwój i innowacyjność na skalę potrzeb?

JN: Jest pewne zafałszowanie w dyskusji o finansowaniu nauki w Polsce - dlatego, że to co w wielu krajach nazywa się finansowaniem nauki, w Polsce jest rozdzielone na finansowanie szkół wyższych i odrębnie - instytucji

badawczych. Inaczej mówiąc - pensje pracowników szkół wyższych idą z innej kieszeni niż pensje (i inne wydatki) pracowników jednostek wyłącznie badawczych. Tymczasem na całym świecie to jest liczone wspólnie i jeżeli w ten sposób potraktujemy finansowanie nauki w Polsce, to wcale nie jest takie złe. Należy sumować to, co jest przyznawane przez dawny KBN czy obecnie NCBiR lub NCBN z tym, co pochodzi z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z przeznaczeniem na kształcenie studentów. Natomiast oczywiście tak krawiec kraje, jak mu materii staje, wobec tego jeśli skromniejszy jest budżet państwa, to procenty z tego budżetu oznaczają mniejsze kwoty. Przy czym ostatnio, jak widać na przykładzie AGH, powstały nowe inwestycje, nowe świetnie wyposażone laboratoria itd. Nie jest to zasługa, niestety, jakiegoś dofinansowującego polskiego przemysłu. Polskie przedsiębiorstwa raczej nie dofinansowują naszych badań, w przeciwieństwie do koncernów zachodnich wspierających badania w swoich krajach. To jest dzięki funduszom z Unii Europejskiej, które są generalnie dobrze wykorzystane przez wyższe uczelnie i instytuty badawcze. Ale nadal panuje, jak to w Polsce, powszechne narzekanie. W tej chwili nie można narzekać na brak wyposażenia, na brak pomieszczeń. Można narzekać oczywiście na zarobki, bo one nie wzrosły tak jakbyśmy chcieli.

MNK: Ma Pan Profesor bardzo piękną kartę z działalności związkowej w ZNP Akademii Górniczo-Hutniczej. Czym różni się obecne Związki Zawodowe od tamtych?

JN: W czasach PRL Związek Nauczycielstwa Polskiego był fajną organizacją w uczelniach i instytutach badawczych. Ja zupełnie przypadkowo zostałem członkiem jego władz (członkostwo w ZNP było powszechne). Kiedyś na spotkaniu organizacji oddziałowej ktoś mnie wystawił do wyborów, ja się zgodziłem i zostałem wybrany do Rady Oddziałowej, później Zakładowej, a w Radzie Zakładowej zrobili mnie jej wiceprezesem. Docent Pilch (ojciec znanego pisarza Jerzego) był wtedy prezesem. Ale po miesiącu, czy dwóch został prodziekanem i wtedy musiał zrezygnować ze stanowiska związkowego i ja automatycznie zostałem prezesem. Do tamtego czasu normalna kadencja władz związkowych trwała 3 czy 4 lata, ale akurat wtedy następowały jakieś zmiany w prawie i pełniłem swoją funkcję przez 6 lat. Ponieważ organizacja związkowa na AGH była największą wśród organizacji ZNP wszystkich krakowskich szkół wyższych i instytutów badawczych, zostałem też szefem komisji reprezentującej ZNP całego sektora nauki i szkół wyższych Krakowa. A w tej komisji byli inni prezesi Rad Zakładowych ZNP, np. Andrzej Zoll z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kazimierz Flaga z Politechniki Krakowskiej, Stanisław Łazarski z Instytutu Fizyki Jądrowej, Jan Kiełbas z instytutów PAN. To był bardzo sympatyczny zespół. W innej grupie związkowej pod wodzą Stanisława Wąltosia pracowaliśmy nad kodeksem etycznym pracownika nauki. To była bardzo ciekawa praca, spotykaliśmy się z różnymi ciekawymi ludźmi (jak np. Jan Szczepański czy Maria Ossowska). Później reprezentowałem ZNP krakowskich jednostek naukowych w Zarządzie Głównym Zwią-

ku. A czasy były takie, że my, w Radzie Zakładowej, podobnie jak to było w innych zakładach pracy, rozdzielaliśmy pracownikom różne deficytowe dobra, przede wszystkim mieszkania przyznawane przez spółdzielnie mieszkaniowe naszej uczelni. I staraliśmy się to robić maksymalnie rzetelnie i uczciwie. Chyba nam się to udawało, nigdy żaden z pracowników nie podważył naszej decyzji.

W 1979 r. wyjechałem na 4 lata do Uniwersytetu w Jos w Nigerii, gdy wróciłem z końcem 1982 r. - zastałem stan wojenny, ale już w jego fazie końcowej, więc cała rewolucja solidarnościowa mnie ominęła. Wyjeżdżając wypisałem się z ZNP, bo uważałem, że nie ma sensu pracować w Afryce i należeć do związku zawodowego w Polsce. Do Solidarności się zapisałem dość późno i na chwilę, co nie znaczy, że wcześniej nie płaciłem anonimowo całkiem wysokich sum na działalność tego związku. Jak pamiętamy, kiedy powstała Solidarność i CRZZ przemianował się na OPZZ, Związek Nauczycielstwa Polskiego poszedł „trzecią drogą”, pod wodzą Andrzeja Łopaty z AGH. Ja w tych sporach i dyskusjach nigdy udziału nie brałem i całe szczęście, bo niektóre materiały z tego okresu, które teraz czytam, bardzo mi się podobają. Ale AGH-owskie ZNP jeszcze mnie pamięta, dostaję różne zaproszenia na uroczystości jubileuszowe, okolicznościowe dyplomy itp. To był związek lewicujący, ale miał pozytywnie przeze mnie oceniane oblicze lewicowości. Zarówno lewica, jak i prawica, mogą mieć różne oblicza, wiadomo. Pamiętam ZNP jako związek zawodowy. Rozumiem, że (wówczas) Solidarność musiała być nie tylko związkiem zawodowym, ale głównie politycznym ruchem opozycyjnym, bo nie było innej legalnej opozycji. Natomiast obecnie, dzisiaj, łączenie związku zawodowego z polityką jest dla mnie zupełnie niezrozumiałe. Zresztą nie podoba mi się dziś cały system związków zawodowych w Polsce, sama ustawa to regulująca. Proszę sobie wyobrazić, że są kopalnie, w których jest 40 związków zawodowych i działacze tych związków mają pensje płacone przez dyrekcje kopalni. Ja przez cały okres mojej działalności w ZNP nie dostałem ani złotówki, zarówno od pracodawcy, jak i od Związku, nawet będąc prezesem Rady Zakładowej w AGH (czy członkiem Prezydium ZG ZNP) nie miałem żadnego obniżenia pensum dydaktycznego! To byłoby dla mnie uwłaczające. A tymczasem dzisiaj... Uważam, że w kraju, gdzie są partie polityczne istnienie politycznego związku, to jest tak jak w niektórych okresach Stanów Zjednoczonych związki zawodowe współpracujące z „rodzinami” mafijnymi. W kapitalizmie związek zawodowy jest konieczny, ale partnerem dla niego jest pracodawca danego zakładu.

MNK: Pełnił Pan funkcję prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz szereg decyzyjnych funkcji w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu. Jaka jest relacja pomiędzy Unią Europejską a MAEA?

JN: Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej w Wiedniu – organizacja systemu Narodów Zjednoczonych – wspiera się na trzech filarach. Filar numer jeden to bezpieczeństwo jądrowe (*nuclear safety*) i ochrona radiologiczna, czyli dbanie o to, żeby stosowanie technik

jądrowych i źródeł promieniotwórczych nie narażało niepotrzebnie ludzi na promieniowanie jonizujące. Drugi filar to jest to, co się nazywa po angielsku *nuclear security*. W języku polskim nie ma na to właściwego słowa, zwykle używa się określenia – zabezpieczenie jądrowe. A chodzi tu przede wszystkim o wykluczenie zagrożenia detonacją ładunku jądrowego, czy to ze strony państw, czy nieformalnych grup terrorystycznych. Mimo istnienia na świecie tysięcy głowic jądrowych – niech Nagasaki będzie ostatnim w historii ludzkości miejscem użycia broni jądrowej. Inaczej mówiąc – jest to pilnowanie, żeby materiały jądrowe (jak zresztą i wszystkie substancje promieniotwórcze) były odpowiednio zabezpieczone i nadzorowane, by nie dostały się w ręce nieodpowiedzialnych państw, organizacji czy osób. Realizując te zadania Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej, z upoważnienia stron układu NPT z 1968 r. – o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej, nadzoruje wypełnianie tych zasad w państwach – stronach układu. A układ ten jest prawie powszechny, tylko pięć państw świata nie jest stronami NPT. Ktoś musi pilnować, czy mimo ratyfikacji NPT, w państwie będącym formalnie jego stroną, nie są prowadzone prace nad budową czy użyciem broni jądrowej czy tzw. „brudnej bomby”, mogącej groźnie skazić środowisko. Agencja wiedeńska dobrze wypełnia te obowiązki, dowodem na to jest Pokojowa Nagroda Nobla przyznana w 2005 r. Agencji i jej dyrektorowi – dr Mohammedowi ElBaradei właśnie za skuteczne dbanie o utrzymywanie „jądrowego pokoju” na świecie. Trzecim filarem Agencji jest wspomaganie rozwoju technologii jądrowych dla ich pokojowego wykorzystywania w przemyśle, medycynie czy w badaniach naukowych. Struktura sekretariatu Agencji jest związana z tymi trzema kierunkami działania. Ten trzeci kierunek to jest tzw. TC – Technical Cooperation, czyli współpraca techniczna, ale praktycznie rzecz biorąc, to jest wspomaganie mniej rozwiniętych państw poprzez Agencję przez państwa bardziej zaawansowane w stosowaniu technik jądrowych. Polska przez lata korzystała (i chyba nadal korzysta z tego) i to w okresie, kiedy było to niezwykle dla nas cenne (często zresztą bywaliśmy również „beneficjentami” takiej pomocy). Dostawaliśmy aparaturę wartą setki tysięcy dolarów, mieliśmy dostęp do najlepszych w świecie zespołów naukowych, uczestniczyliśmy w międzynarodowych zespołach badawczych, byliśmy obecni na ważnych dla naszych programów naukowo-technicznych konferencjach. A co do Pani pytania o mój udział w pracach MAEA – to rzeczywiście pełniłem trzykrotnie (to były dwuletnie kadencje) funkcje członka Rady Gubernatorów Agencji (przez dwa lata jako jej wiceprzewodniczący), pełniłem w 1997 r. funkcję przewodniczącego Konferencji Generalnej Zgromadzenia Ogólnego MAEA, a w 2008 r. przewodniczącego Komitetu Całości tej Konferencji, uczestniczyłem w posiedzeniach różnych gremiów tej organizacji itd. Stare dzieje...

Europa to jest zupełnie co innego. Unia Europejska to następstwem Wspólnot Europejskich, powstałych na podstawie dwóch traktatów, które zostały podpisane w tym samym dniu w Rzymie – układu powołującego Europejską Wspólnotę Gospodarczą EWG i układu powołującego Europejską Wspólnotę Atomową EURATOM. Celem tego

drugiego było wspomaganie pokojowego i finansowo korzystnego dla wszystkich państw – stron układu (przedtem – członków „organizacji” EURATOM, teraz – członków Unii Europejskiej) rozwoju energetyki jądrowej i innych technologii jądrowych. Na tej bazie powstała na przykład Europejska Agencja Dostaw ESA nadzorująca gospodarkę paliwem jądrowym w Unii, Europejska Grupa Regulatorów Bezpieczeństwa Jądrowego ENSREG – harmonizująca krajowe przepisy dotyczące bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w państwach członkowskich, inne wspólne przedsięwzięcia – jak np. szeroko omawiane w codziennej prasie badania istniejących w Europie instalacji jądrowych, po katastrofie w Fukushima w Japonii (tzw. *stress tests*). W ramach programów naukowych finansowanych przez Unię Europejską osobną grupę stanowią programy jądrowe EURATOM, nie tylko te, które mają dać Europie nowe jądrowe źródła energii elektrycznej (jak instalacja termojądrowa ITER czy reaktory Generacji IV), ale również nowe zastosowania technologii jądrowych np. w medycynie. Zgodnie ze 134 artykułem traktatu EURATOM w sprawach polityki Unii w zakresie tych programów doradza Komisji UE – Komitet Naukowo-Techniczny STC, którego jestem członkiem już drugą kadencję. Polska wprowadziła nie ma elektrowni jądrowej (jest otoczona wieńcem elektrowni jądrowych w państwach sąsiednich), ale jest krajem całkiem wysoko zaawansowanym w zakresie badań i praktycznych zastosowań technologii jądrowych, jesteśmy więc aktywnym i cenionym w wielu dziedzinach członkiem wspólnoty EURATOM.

Polska jest zarówno członkiem MAEA, jak i Unii Europejskiej. To członkostwo ma oczywiście różny charakter, MAEA nie opracowuje na przykład regulacji prawnych obowiązujących kraje członkowskie, jedynie pewne standardy, zasady postępowania i zalecenia, a Unia – dyrektywy i rozporządzenia (zwykle skoordynowane z zaleceniami MAEA), które zgodnie z prawem unijnym stają się częścią prawa polskiego. Konwencje i traktaty międzynarodowe dotyczące zagadnień bezpieczeństwa jądrowego, oczywiście obowiązujące w państwach – stronach tych układów, są opracowywane przez Agencję wiedeńską, która jednocześnie – w oparciu o odpowiednie umowy z tymi państwami, jest upoważniona do kontroli ich przestrzegania. Ponieważ również EURATOM ma takie uprawnienia – stworzono w państwach członkowskich UE, w oparciu o współpracę pomiędzy obydwoma organizacjami, mechanizmy pozwalające na unikanie powielania procedur kontrolnych.

MNK: A jak w te struktury wpisuje się Państwowa Agencja Atomistyki?

JN: Państwowa Agencja Atomistyki była przez lata „pośrednikiem” pomiędzy rządem Polski i Sekretariatem MAEA. Oznaczało to z jednej strony reprezentowanie Polski na Zgromadzeniach Ogólnych Konferencji Generalnej MAEA i uczestniczenie w pracach Rady Gubernatorów tej organizacji, a więc współudział w zarządzaniu MAEA zgodnie z jej statutem, z drugiej zaś – koordynowanie pomocy udzielanej przez PAA, w tym udziału polskich instytucji

w programach naukowych MAEA. Przez PAA wyjeżdżali z Polski stypendyści MAEA do wiodących laboratoriów światowych, jak też przyjeżdżali do Polski eksperci MAEA wspierający nasze programy jądrowe, zarówno naukowe i techniczne, jak i prawno-organizacyjne. Jeśli chodzi o Unię Europejską – PAA uczestniczyła i chyba dalej uczestniczy w sprawach związanych z tworzeniem prawa wspólnotowego tej organizacji (oczywiście nadal – w sprawach dotyczących zagadnień jądrowych), uczestniczy również w kontroli przestrzegania tego prawa w krajach członkowskich UE.

Państwowa Agencja Atomistyki jest urzędem administracji centralnej, wspierającym jej Prezesa, który jest organem rządowym, odpowiedzialnym za bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną w Polsce. On wydaje zezwolenia na prowadzenie wszelkiej działalności w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące i kontroluje – z punktu widzenia szeroko rozumianego bezpieczeństwa – tę działalność. Tak jest od 2000 r., kiedy to zmodyfikowano ustawę Prawo atomowe. Pamiętajmy, że gdy na świecie rozwijała się fizyka jądrowa, powstawała energetyka jądrowa, różne zastosowania technik jądrowych, powstawały też odrębne ministerstwa - komisje energii jądrowej, *Atomic Energy Commissions*. Nadzorowały tę gałąź wiedzy, technologii, przemysłu itd. Później w ramach tych komisji powstały tzw. Dozory Jądrowe. W Polsce w 1986 r. powstała Państwowa Agencja Atomistyki (przedtem były to ciała o innej nazwie, między innymi Ministerstwo Energii i Energii Atomowej), jako nadzorca siedmiu instytutów jądrowych, zatrudniających 5 tys. pracowników, również 18 firm skupionych w koncernie POLON, produkujących aparaturę i różne przyrządy stosowane w technologiach wykorzystujących promieniowanie jonizujące. Była także jednostką produkująca i importująca źródła promieniotwórcze. Ale PAA pełniła również funkcję dozoru jądrowego. Gdy objąłem stanowisko prezesa Państwowej Agencji Atomistyki w 1992 r. istniał już inny niż poprzednio system finansowania badań i „resortowych jednostek badawczo-rozwojowych”, w przemyśle panował system rynkowy, więc ta podległość stała się iluzoryczna, firmy musiały zarabiać sprzedażą swoich wyrobów, a instytuty musiały walczyć w konkursach o „granty”, żeby móc wypłacać pensje pracownikom. Wkrótce firmy przeszły pod zarządek samorządów wojewodów albo zostały sprywatyzowane, a na początku lat 2000 instytuty przeszły pod ministerstwo gospodarki jako jednostki badawczo-rozwojowe tego resortu. Wyjątkiem był krakowski Instytut Fizyki Jądrowej, który przeszedł do Polskiej Akademii Nauk, właściwie wrócił, bo już kiedyś to był PAN-owski instytut. Przy PAA pozostały więc tylko zadania przypisane Dozorowi Jądrowemu i zadania związane z reprezentowaniem kraju w „jądrowych” instytucjach międzynarodowych, również w instytucjach prawnych – różnego rodzaju konwencjach i porozumieniach międzynarodowych i bilateralnych. Na przykład gdy byłem prezesem PAA reprezentowałem Polskę nawet w organizacjach czysto naukowych, np. w Europejskim Laboratorium Fizyki Cząstek CERN w Genewie, jako członek Rady CERN (drugim członkiem Rady z ramienia Polski, tak jak to jest w przypadku pozostałych członków tej organi-

zacji, był przedstawiciel społeczności bezpośrednich użytkowników laboratorium). Mimo, iż reprezentowałem tam w zasadzie administrację rządową, musiałem rozumieć zagadnienia, którym CERN się zajmował, jako fizyk czułem się tam dobrze i te lata w CERN-ie wspominam bardzo dobrze. Musiałem (starałem się) wchodzić bardzo dogłębnie w poszczególne problemy naukowe, instalacje, które tam budowano, akceleratory LEP i LHC oraz ich problemy, w różne detektory - DELPHI, ATLAS, CMS, ALICE, LHCb i itd. To było bardzo ciekawe. PAA nie tylko: nadzorowała i płaćła składkę polską do CERN, ale też ułatwiała instytutom współpracę z CERN (tak samo ze Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych w Dubnej), współpracowaliśmy też blisko z DESY w Hamburgu. Ułatwiliśmy przemysłowi współpracę z CERN i z ZIBJ w Dubnej, żeby produkowano i sprzedawano polskie produkty dla tamtejszych eksperymentów, a ta produkcja to jest najwyższy poziom techniki, innowacyjny impuls dla przedsiębiorstw. To były zadania PAA. Po 2010 roku kolejna nowelizacja ustawy Prawo atomowe pozostawiła przy Prezesie PAA jedynie obowiązki związane z Dozorem Jądrowym. Współpracę z zagranicą, czyli z organizacjami międzynarodowymi i bilateralną z krajami sąsiednimi, ograniczono również jedynie do problemów związanych z bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną. Podobno takie ograniczenie kompetencji i obowiązków Prezesa PAA pozwala mu lepiej skupić się na przygotowaniu Polski do energetyki jądrowej, a później – do kontroli polskich elektrowni jądrowych. Może, ale nie podzielam tej opinii.

Jest też inne dawne zadanie Prezesa PAA, którego obecny organ nie wykonuje. Z obawy, żeby w ten sposób nie stracić niezależności w kontroli działalności jądrowej, żeby nie być posądzonym o wspieranie technologii jądrowych. „Za moich czasów” (przepraszam za ten zabawny zwrot, ale on tu pasuje) jak tylko coś się działo w elektrowni jądrowej, gdzieś w świecie, jak były jakieś wątpliwości odnośnie transportu paliwa jądrowego przez Polskę itp., natychmiast byłem ja sam, lub mój rzecznik – dr Stanisław Latek, zapraszany do radia czy do telewizji, do komisji sejmowych, odwiedzali nas dziennikarze. Uważano informację przez nas przekazywaną za kompetentną, rzetelną, pozbawioną jakiegokolwiek stronniczości. Na nasze zlecenie badano stosunek społeczeństwa do energetyki jądrowej i znowu publikując wyniki nadawaliśmy im niejako gwarancję wiarygodności. Inaczej niż w przypadku wyników sondaży publikowanych przez inwestora, ministerstwo (które przecież też postrzegane jest jako inwestor państwowego zakładu), czy prasę zawsze związaną z jakimś ideologicznie do energetyki jądrowej nastawionym ugrupowaniem. Dziwne, ale również w tej sprawie nie za bardzo ufają „uczonym”, reprezentującym uniwersytety czy instytuty badawcze; „przecież oni tam z tego żyją!”. Brak tej działki (zwanej „informacją społeczną”) w zadaniach Prezesa PAA uważam za wielki błąd. Zarówno teraz – w okresie przygotowania do realizacji programu jądrowego, jak i później – w okresie budowy, uruchamiania, eksploatacji i nawet likwidacji elektrowni jądrowej, taki kontakt kompetentnego organu kontrolnego ze społeczeństwem jest konieczny!

MNK: Jaka jest Pana ocena realizacji programu jądrowego w Polsce?

JN: To jest taki gorący kartofel! Jak wiemy niegdyś Polska budowała elektrownię jądrową i niestety tę budowę przerwała. Dyskusje na temat technologii, przygotowania miejsca itd. były prowadzone od 1974 r., potem był podpisany kontrakt z Rosjanami i zaczęła się budowa. Tę ostateczną decyzję rządu o budowie elektrowni jądrowej ze stycznia 1982 roku odczytano oczywiście jako jeden z elementów represji w ramach obowiązującego wówczas stanu wojennego. Budowa się ślimaczyła, ale wszystko szło normalnie. Równolegle z nami budowę elektrowni opartej na takich samych reaktorach (WWER-440/213) rozpoczęli Słowacy w Mochowcach. Cały proces przerwano w 1990 r., również zresztą na Słowacji, przy czym tam po kilku latach wznowiono, a u nas nie. Takie same jak u nas budowane, a na Słowacji eksploatowane reaktory pracują również w Finlandii w elektrowni Loviisa, w Czechach w Dukowanach i na Ukrainie w Rówieńskiej Elektrowni Jądrowej. Decyzja rządu o przerwaniu naszego programu jądrowego, poparta wkrótce odrębną uchwałą sejmu, nie miała charakteru ostatecznego „zerwania” z tą technologią (warto tu wspomnieć, że w Austrii, gdzie w wyniku ogólnokrajowego referendum przerwano program energetyki jądrowej w momencie podłączania do sieci gotowej już i uruchomionej „fizycznie” elektrowni jądrowej, przypieczętowano tę decyzję odpowiednim zapisem w konstytucji, stwierdzającym, że nigdy więcej itd.), u nas postanowiono powracać do dyskusji o energetyce jądrowej w Polsce przy okazji sporządzanych co pięć lat strategicznych programów energetycznych. Nieśmiała wzmianka o tej technologii pojawiła się w takim dokumencie z 2000 r., natomiast wyraźne stwierdzenia o konieczności obecności energetyki jądrowej w krajowym bilansie elektroenergetycznym – w kolejnych dokumentach, z lat 2005 i 2010. Wreszcie opracowano „Program Polskiej Energetyki Jądrowej”, postulujący budowę elektrowni jądrowych o łącznej mocy 6 GWe, a w styczniu 2014 r. rząd ostatecznie zatwierdził harmonogram realizacji poszczególnych etapów tego programu. Realizując „Program” przygotowano podstawy prawne dotyczące bezpieczeństwa jądrowego w czasie przygotowania inwestycji, uruchamiania, eksploatacji i likwidacji elektrowni, powołano też inwestora, który prawdopodobnie będzie również operatorem elektrowni (spółka PGE EJ 1, podległa Polskiej Grupie Energetycznej). Zgodnie ze wspomnianym harmonogramem okres 2014 – 2016 przeznaczony jest na „ustalenie lokalizacji i zawarcie kontraktu na wybraną technologię pierwszej elektrowni jądrowej”. Z pewnością cel ten przed końcem 2016 r. nie zostanie osiągnięty. Przewiduję opóźnienia w realizacji programu, ale chyba nie większe niż 2 lata. Jedno jest pocieszające, że możemy być pewni akceptacji społecznej, zwłaszcza tej narażonej na syndrom „NIMBY” (*never in my backyard* – nigdy na moim podwórku). Z ostatnich badań wynika, że przyzwolenie na taką inwestycję jest, i to im bliżej elektrowni, tym większe. Ludzie orientują się, że budowa – a później eksploatacja elektrowni jądrowej – to niesamowity bodziec dla rozwoju cywilizacyjnego, pod każdym względem, całego regionu.

MNK: Minister Krzysztof Tchórzewski zapytany 29 grudnia 2015 r. czy będzie w Polsce budowana elektrownia jądrowa odpowiedział: „Nie przesądzam dziś tego. Trzeba zaznaczyć, że gdybyśmy nawet pokusili się o budowę jednej elektrowni atomowej, to ona niczego nie załatwi, jeżeli chodzi o potrzeby energetyczne. Może natomiast oznaczać wejście w nowe technologie”. Czy nie osłabia to optymizmu Pana Profesora?

JN: Energetyka jądrowa ma obecnie jedną wielką wadę - plan budowy elektrowni został zatwierdzony przez poprzedni rząd... Nie wiem, co będzie, bo to zależy wyłącznie od decyzji polityków, nie fachowców w dziedzinie energetyki. Chciałbym jednocześnie zaznaczyć, że nigdy nie było żadnego sporu między „węglem” a energetyką jądrową. To mają być dwa równoważne źródła stanowiące bazę elektroenergetyki w podstawie. Odejście od programu energetyki jądrowej w Polsce byłoby kompletnym nonsensem, zwłaszcza biorąc pod uwagę otaczający nasz kraj wieniec już działających elektrowni jądrowych u naszych sąsiadów, jak również budowane nowe elektrownie jądrowe na Białorusi, w okręgu Kaliningradzkim, na Ukrainie, na Słowacji, wkrótce prawdopodobnie nowe bloki powstaną w Czechach... Energia jądrowa ma wiele zalet: mimo drogiej inwestycji daje energię elektryczną po stabilnej (i konkurencyjnej) cenie, ze wszystkich technologii zapewnia największe bezpieczeństwo dostaw energii, pobudza rozwój regionu. Programy jądrowe pociągają za sobą rozwój badań naukowych, innowacyjnych rozwiązań w przemyśle, powstawanie wysokokwalifikowanych miejsc pracy. Wspomniała Pani ministra Tchórzewskiego; otóż niedawno gdzieś czytałem jego ponowną wypowiedź potwierdzającą związek między inwestycjami jądrowymi a rozwojem badań naukowych i innowacyjnością przemysłu. Więc może jednak poprzez program jądrowy? A zresztą – liczę na rozsądek Polaków.

MNK: Co dało Panu najwięcej satysfakcji w życiu: szczęśliwa rodzina, kariera zawodowa, sport i zwiedzanie świata czy jeszcze coś innego?

JN: Wszystko, co pani wymieniła, ale na pewno rodzina. Rodzina na pierwszym miejscu, na drugim miejscu praca. Ja byłem zawsze pracoholikiem. Najważniejsze, żeby lubić to, co się robi i robić to, co się lubi. Podróże też, a przede wszystkim – góry!.

Plurimos annos Panie Profesorze, bardzo dziękuję za rozmowę.

wywiad z Jerzym Niewodniczańskim,
byłym Prezesem Państwowej Agencji Atomistyki
przeprowadziła w dniu 20 lutego 2016 r.
Małgorzata Nowina Konopka,
Instytut Fizyki Jądrowej PAN,
Kraków

60 LAT INSTYTUTU FIZYKI JĄDROWEJ IM. HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

60 years of the Henryk Niewodniczański

Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences

Małgorzata Nowina Konopka

Wobec mijającego czasu i zmieniających się sytuacji geopolitycznych trwanie jest czymś niezwykłym, a jubileusze służą jako przystanki, by spojrzeć wstecz i w przyszłość. 60 lat działalności Instytutu Fizyki Jądrowej daje wiele powodów do dumy z jego osiągnięć i do radości z szerokich perspektyw na przyszłość. Warto co dekadę zatrzymać się, by dokonać podsumowań, zweryfikować plany i przyrzeć się jak jesteśmy postrzegani w kraju i na świecie.

To the passing of time and the changing geopolitical situation the duration is something unusual, and anniversaries let us to look back and to the future. 60 years of activity of the Institute of Nuclear Physics gives us many reasons to be proud of its achievements and to rejoice with its broad prospects for the future. Worth every decade to make summaries, verify the plans and look at how we are perceived in the country and the world.

Słowa kluczowe: cyklotrony, wielkie współprace międzynarodowe, zastosowania, popularyzacja.

Key words: cyclotrons, great international collaborations, applications and popularization.



Fot. 1. Prof. Henryk Niewodniczański przedstawia projekt architektoniczny Instytutu

Photo 1. Prof. shows the architectural design of the Institute

Migawki z kroniki

Zamiar stworzenia ośrodka badawczego fizyki jądrowej nurtował prof. Henryka Niewodniczańskiego od czasu objęcia Katedry Fizyki Doświadczalnej na Uniwersytecie Jagiellońskim w 1946 r. Uczeń noblisty Ernesta Rutherforda (1908 r.), człowiek o niezwykle osobowości i licznych talentach, emanujący fantazją i odwagą zaszczerpił tym pomysłem zespół młodych fizyków-zapaleńców. Bazą każdego ośrodka powinno być duże urządzenie badawcze. Wybór padł na cyklotron. Kartą przetargową dla władz stało się zbudowanie własnymi rękami, a następnie uruchomienie cyklotronu C-48 zwanego „małym”. Mimo „żelaznej kurtyny” ograniczającej dostęp do światowych centrów badawczych, mimo stalinowskich czasów dzięki staraniom prof. Niewodniczańskiego w **1955 r.** powołano Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie-Bronowicach jako Zakład II warszawskiego Instytutu Badań Jądrowych PAN. Uczniowie Profesora zostali uznani za ekspertów w zakresie obsługi cyklotronu i wkrótce przyznano im zakupiony w ZSRR cyklotron U-120 będący w tamtym czasie nowoczesnym urządzeniem badawczym.

Już w **1960 r.** Instytut uniezależnił się od PAN i stał się samodzielną jednostką badawczo-rozwojową (JBR) pod nazwą Instytut Fizyki Jądrowej (IFJ) podporządkowaną nowemu stanowisku administracyjnemu - Pełnomocnikowi Rządu ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej w randze ministra. Początkowo badania prowadzono w zakresie: reakcji jądrowych, spektroskopii jądrowej, magnetycznego rezonansu jądrowego, fizyki materii skondensowanej (głównie metodą rozpraszania neutronów) i radiochemii.

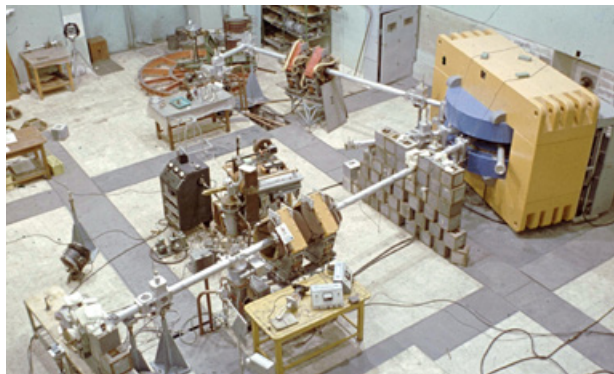
Nagła śmierć profesora Niewodniczańskiego wstrząsnęła krakowskim środowiskiem fizyków. Ale wytyczona przez niego tematyka badań była kontynuowana i rozwijana jeszcze przez długie lata.

Cyklotron U-120 dostarczał wiązki deuteronów o energii do 14,5 MeV oraz wiązki cząstek alfa o energii do 29 MeV, które wykorzystywano do badań podstawowych. Mały cyklotron o średnicy nabiegunków 48 cm był używany do analiz PIXE (particle induced x-ray emission) i PIGE (particle induced gamma emission) oraz badań materiałowych metodą wstecznego rozpraszania rutherfordowskiego RBS. W tym też czasie grupa spektroskopii jądrowej rozpoczęła budowę kilku rodzajów magnetycznych spektrometrów promieniowania beta do badań poziomów wzbudzonych neutrono-deficytowych izotopów otrzymywanych przy cyklotronie o energii 660 MeV ze ZIBJ w Dubnej. Równolegle prowadzono badania nad polaryzacją spinów protonów i neutronów emitowanych w wyniku reakcji strippingu deuteronu. Rozpoczęto również badania materii skondensowanej przy użyciu wiązki neutronów z impulsowego reaktora IBR30 w Dubnej oraz wiązki z reaktora jądrowego w Kjeller (Norwegia). Sygnał magnetycznego rezonansu jądrowego po raz pierwszy w Polsce zaobserwowała grupa fizyków z Uniwersytetu Jagiellońskiego, którzy pracowali również w Bronowicach i utworzyli tam dobrze wyposażone laboratorium MRJ. W celu wspierania badań eksperymentalnych powstał w Instytucie niewielki zakład fizyki teoretycznej.



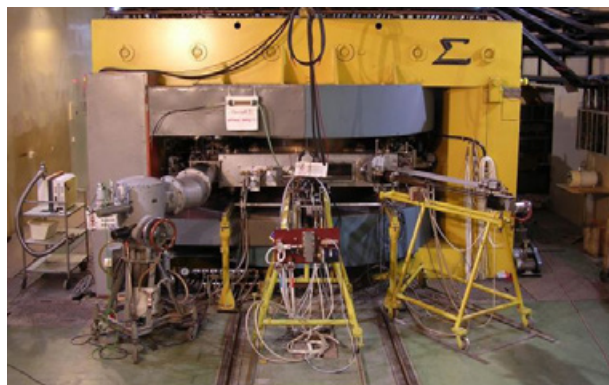
Fot. 2. Cyklotron C48, fot. z archiwum IFJ PAN
Photo 2. Cyclotron C48

W ramach działań aplikacyjnych przez 10 lat we współpracy z Centrum Onkologii w Krakowie prowadzono w IFJ terapię neutronową. Wykorzystano do tego celu strumień neutronów prędkich o energii 13,5 MeV uzyskany przez bombardowanie tarczy berylowej wiązką deuteronów z cyklotronu U-120. W tym czasie naświetlaniu zostało poddanych około 500 pacjentów. Odnotowano duży sukces w wybranych przypadkach terapii nowotworów gruczołów ślinowych (ślinianek) oraz nawrotów po mastektomii.



Fot. 3. Hala cyklotronu U-120, fot. z archiwum IFJ PAN
Photo 3. Cyclotron U-120 hall

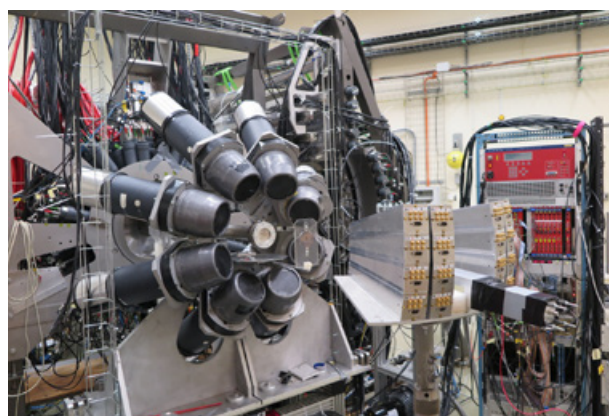
Ważnym rodzajem badań stosowanych była termoluminescencja. Opracowano w IFJ i opatentowano oryginalną technologię produkcji dozymetrów termoluminescencyjnych (TLD) na bazie specjalnie aktywowanych fluorków litu. Obecnie dozymetry TLD są rutynowo stosowane w usługach dozymetrycznych i szpitalach w ponad 30 krajach.



Fot. 4 Cyklotron AIC-144, fot. z archiwum IFJ PAN
Photo. 4 Cyclotron AIC-144

Wprowadzanie nowych metod badawczych wiązało się z budową i uruchamianiem kolejnych urządzeń jak: spektrometr do pomiaru efektu Mössbauera, dwuwiazkowy implantator jonów, impulsowy generator neutronów, kalorymetr adiabatyczny, fourierowski spektrometr podczerwieni itd.

W 1970 r. do Instytutu dołączyli fizycy z zakładu fizyki cząstek i wysokich energii Akademii Górniczo-Hutniczej kierowanego przez prof. Mariana Mięśowicza. W ten sposób rozszerzyli dotychczasowe spektrum badawcze IFJ, a pod jego patronatem, mogli nawiązać współpracę z ośrodkami fizyki wysokich energii na świecie. Rozwinęli współpracę z Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych w Dubnej (którego od początku Polska była członkiem) potem sukcesywnie z DESY (skrót od *Deutsches Elektronen-Synchrotron* – Niemiecki Synchrotron Elektronowy) i CERN-em (fr. *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire* – Europejska Organizacja Badań Jądrowych). Powstała grupa teoretyków fizyki cząstek, która zajęła się również astrofizyką.



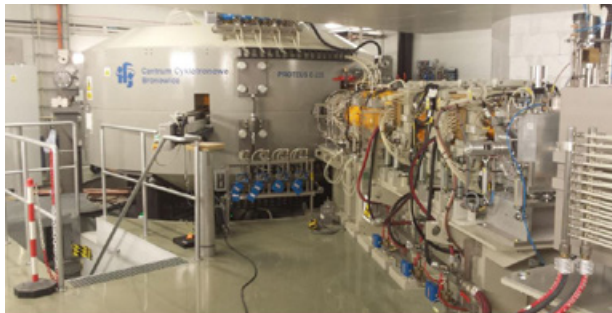
Fot. 5. Aparatura badawcza CCB
Photo 5. Research devices of CCB

W 1982 r. Instytut przejęła Państwowa Agencja Atomistyki.

Po katastrofie w Czarnobylu (1986 r.) pracownicy IFJ dokonywali dla ludności Krakowa i Polski dokładnych pomiarów skażenia radioaktywnego powietrza, gleby i żywności. Działalność ta jest cały czas kontynuowana.

W Instytucie w sposób ciągły pracują w Sieci Wczesnego Wykrywania Awarii Obiektów Jądrowych oraz prognozowania zagrożeń radiologicznych dwie stacje monitoringu skażeń promieniotwórczych środowiska.

W 1988 r. po wieloletnich staraniach uzyskano zgodę władz na nadanie instytutowi imienia jego twórcy prof. Henryka Niewodniczańskiego.



Fot. 6. Cyklotron Proteus C-235 (fot. z arch. IFJ)

Photo 6. Cyclotron Proteus C-235

Kolejne lata to czas intensywnej współpracy z wielkimi kolaboracjami europejskimi: budowa zderzacza LEP i detektora DELPHI, a potem wielkiego zderzacza LHC oraz udział w eksperymentach ATLAS, ALICE i LHCb w CERN i pełne zaangażowanie się w duży międzynarodowy projekt sieci komputerowej CROSS-GRID, który znacznie zwiększył w przyszłości nasze możliwości obliczeniowe analizy danych.

A i w Instytucie rozwijano nadal zaplecze badawcze. W zakładzie spektroskopii jądrowej zbudowano między innymi detektor jąder odrzutu (potem przyjęty do programu EUROBALL w Strasbourgu), mikroskop sił atomowych - AFM, (który później rozbudowano zintegrowano z mikroskopem fluorescencyjnym), generator Van de Grafa i stanowisko mikrowiązki, spektrometr anihilacji pozytonów, rozbudowano stanowisko ultrawysokiej próżni z układem parowania metoda epitaksji z wiązek molekularnych do badania cienkich warstw itd. Rozpoczęto badania magnetyczne materii skondensowanej w oparciu o wagę magnetyczną i zakupiony magnetometr Lake Shore. W oparciu o mikroskop polaryzacyjny rozwinięto badania ciekłych kryształów oraz tzw. glass formerów.

Ponieważ możliwości badawcze cyklotronu U-120 powoli się wyczerpały przystąpiono do budowy izochronicznego cyklotronu AIC-144 z przeznaczeniem go dla celów medycznych. Powstał Zakład Komputerowych Badań Materiałów.

W 1994 r. Instytut jako pierwszy w Krakowie zorganizował Dzień Otwarty. Wydarzenie z dużym sukcesem powtarzano 10-krotnie, początkowo co roku, później co dwa lata. Impreza została później dołączona do europejskiego projektu pod nazwą „Noc Naukowców” koordynowanego przez Urząd Marszałkowski.

W 2001 r. Instytut przeszedł na krótko pod zarządzenie Ministerstwa Gospodarki, a w 2003 r. został włączony w strukturę Polskiej Akademii Nauk i otrzymał nazwę aktualną po dzień dzisiejszy: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk.

Instytut bierze udział we wszystkich fazach budowy i eksploatacji głównych eksperymentów fizyki. Współpracuje z najbardziej znaczącymi instytucjami naukowymi na całym świecie w ramach dużych międzynarodowych przedsięwzięć, a mianowicie:

- Europejskim Ośrodkiem Badań Jądrowych CERN w Genewie,

- grupą francuskich instytutów IN2P3,
- Instytutem Lauego-Langevina,
- Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych (ZIBJ) w Dubnej (Rosja),
- niemieckimi instytutami: DESY w Hamburgu, KFZ w Jülich, GSI w Darmstadt, uniwersytetami w Münster i w Konstanz oraz Max-Planck Institut für Plasmaphysik (IPP) Greifswald,
- amerykańskim laboratorium narodowym w Brookhaven,
- japońskim ośrodkiem KEK w Tsukubie,
- włoskimi laboratoriami w Legnano, Mediolanie i Gran Sasso oraz innymi partnerami z 26 krajów.

W ostatnich latach dzięki licznym grantom i funduszom unijnym zakupiono szereg urządzeń badawczych głównie dla Oddziału Zastosowań Fizyki i Badań Interdyscyplinarnych.

Jednak działalność Instytutu zdominował powrót do koncepcji budowy dużego urządzenia stanowiącego bazę badawczą i niezwykle ważne zastosowanie medyczne, czyli realizacja projektu budowy wielkiego centrum cyklotronowego. Część eksperymentalna CCB jest wyposażona również w imponującą aparaturę badawczą.

2015 r. - otwarcie Centrum Cyklotronowego Bronowice było ważną uroczystością jubileuszową Instytutu (zob. PTJ vol. 58 Z.4, str 42-44, 2015).

Instytut dziś

Obecnie po kilkakrotnych reorganizacjach struktury, Instytut prowadzi badania podstawowe, stanowiące główny jego cel, w czterech kierunkach:

- fizyki i astrofizyki cząstek,
- fizyki jądrowej i oddziaływań silnych,
- fazy skondensowanej materii,
- fizyki teoretycznej,
- oraz badania interdyscyplinarne i stosowane, w szczególności w zakresie: fizyki medycznej, inżynierii nanomateriałów, geofizyki, ekonofizyki¹, radiochemii, dozymetrii, biologii radiacyjnej oraz fizyki i ochrony środowiska.

Instytut zatrudnia ponad 560 osób, w tym:

- 40 profesorów tytularnych,
- 50 doktorów habilitowanych,
- 120 doktorów.

Rada Naukowa Instytutu posiada uprawnienia do nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego nauk fizycznych.

Instytut jest organizatorem lub współorganizatorem międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych oraz szeregu seminariów i innych spotkań naukowych.

Wyniki badań są publikowane średnio w ponad 500 artykułach rocznie w recenzowanych czasopismach naukowych. Oprócz tego rocznie ponad 200 innych artykułów, w tym rozdziałów w monografiach, doniesieniach konferencyjnych i raportach jest autorstwa pracowników IFJ.

Instytut prowadzi Międzynarodowe Studium Doktoranckie we współpracy z uczelniami krakowskimi: Politechniką Krakowską im. T. Kościuszki, Uniwersytetem Pedagogicznym im. Komisji Edukacji Narodowej, i od 2006 r. Uniwersytetem Rzeszowskim.

Partneruje Akademii Górniczo-Hutniczej razem z Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni w organizacji Interdyscyplinarnych Studiów Doktoranckich. Obecnie w IFJ swoje prace doktorskie przygotowuje 70 doktoran-

tów. IFJ został dwukrotnie laureatem konkursu ProPAN na najbardziej pro doktoranckiego Instytutu. Kapituła konkursu ProPAN przyznała mu w 2012 r. – I miejsce, w 2014 r. – II miejsce, a w 2015 r. – wyróżnienie TOP 5.

12 lipca 2012 r. Krakowskie Konsorcjum Naukowe im. Mariana Smoluchowskiego „Materia-Energia-Przyszłość”, którego członkiem jest Instytut Fizyki Jądrowej PAN, otrzymało Status Krajowego naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW) na lata 2012-2017.

W wyniku kompleksowej oceny działalności naukowej przeprowadzonej przez Komitet Ewaluacji Jednostek Naukowych (KEJN) w 2013 r. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego zatwierdziło dla IFJ PAN kategorię naukową A+.

Uroczystości jubileuszowe

To już kolejne dziesięciolecie obchodzone przez Instytut. Jubileusz 40-lecia IFJ był wielkim hołdem dla jego twórcy prof. Henryka Niewodniczańskiego. Uczniowie i współpracownicy z zachwytem wspominali Profesora, jego fascynującą osobowość i szerokie horyzonty oraz entuzjazm towarzyszący im w pierwszych latach pracy pod kierunkiem „Papy”. Złote годы Instytutu obchodzono jako święto wszystkich pracowników. Były odznaczenia państwowe najbardziej zasłużonych, wydano znakomitą książkę jubileuszową pod redakcją prof. Andrzeja Hryniewiczza, eksponowano najciekawsze badania aktualnie prowadzone w IFJ.

Natomiast eventy z okazji 60-lecia Instytutu adresowano głównie do mieszkańców Krakowa oraz dzieci i uczestników cyklicznych imprez popularyzujących naukę.

Honorowy Patronat nad jubileuszem objął prezydent Rzeczypospolitej Polskiej Andrzej Duda.

„Jesteśmy zespołem specjalistów, ale i entuzjastów. Ciekawość kieruje nas w niezmierzone głębiny Kosmosu oraz do najdrobniejszych cegiełek materii. Badamy przeszłość Wszechświata w największych ośrodkach naukowych na świecie. Instytut Fizyki Jądrowej PAN od 60 lat prowadzi prace w dziedzinie budowy materii i budowy jądra atomowego. Zajmujemy się także zastosowaniem promieniowania w medycynie i w wielu innych dziedzinach. Przez cały rok mamy zamiar organizować wykłady, prelekcje i spektakle poświęcone nauce, ale otwarte dla szerokiej publiczności. Będziemy zapraszali dziennikarzy i uczniów, mieszkańców z najbliższego otoczenia Instytutu i wszystkich zainteresowanych wiedzą. Jesteśmy ważną częścią Krakowa. Czasem znaną lepiej w świecie niż w krakowskich Bronowicach. Jubileusz jest okazją, by to zmienić” powiedział prof. Marek Jeżabek – Dyrektor Instytutu.

Rok Jubileuszowy zainaugurowano już w grudniu 2014 r. pokazem pt. „Kosmos w naszym domu” zrealizowanym w auli IFJ dla 1400 uczniów szkół podstawowych i gimnazjalnych przez red. Wiktora Niedzickiego.

W marcu 2015 r. w Krakowskim Centrum Konferencyjnym przedstawiono widowisko pt. „Gwiezdny pył” z cyklu „Fizyka – największe widowisko Wszechświata” autorstwa i reżyserii dr. hab. Jerzego Grębosza. Twórcy spektaklu dzielili się z widzami fascynacją tajemnicami Przyrody w refleksyjno-filozoficznej opowieści, w której doświadczenia przeplatały się z inspirującymi sekwencjami filmowymi. Wśród 1800 zaproszonych gości znaleźli się przedstawiciele władz Miasta Krakowa, świata nauki, mediów oraz mieszkańcy Krakowa i Małopolski. Szczególnie duży procent obecnych stanowili uczniowie szkół wszystkich szczebli. We wrześniu spektakl został powtórzony w auli IFJ.



Fot. 7. Pokazy dla dzieci W. Niedzicki

Photo 7. Shows for children W. Niedzicki

Od lipca do grudnia eksponowano w Instytucie wystawę filatelistyczną „Fizycy polscy w filatelistyce” ze zbiorów prof. Jerzego Bartke.

Na przełomie września i października odbyły się kolejne dwa pokazy dla dzieci i młodzieży realizowane w Instytucie przez red. Wiktora Niedzickiego. W pokazie „Najjaśniejsze w życiu – czyli Światło” autor zaproponował uczestnikom niezwykłą wędrówkę od świecy i lustra do laserów. Obecni mogli poznać krótką historię źródeł światła i nieznanne właściwości żarówki, świetlówki i LED-ów oraz dowiedzieć się, czym zajmuje się optyka. Najwytrwalsi słuchacze wzięli udział w konkursie i mieli okazję wygrać nagrody – unikalne koszulki jubileuszu 60-lecia Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie z limitowanej edycji (zaledwie 100 sztuk!), która powstała specjalnie dla młodych adeptów nauki.

Pokaz „Dobrane małżeństwo, czyli fizyka i muzyka” wyjaśniał, od czego zależy dźwięk instrumentu, jak się gra na rurach kanalizacyjnych, jak skonstruować instrument. Zawierał informacje o muzykach i konstruktorach instrumentów. Na koniec zabrzmiała „Oda do radości” Ludwiga van Bethovena podnosząca nastrój wydarzenia.

Również we wrześniu odbył się w auli Instytutu pokaz eksperymentów fizycznych zatytułowany „Triki fizyki”. Eksperymenty wykonywane razem z publicznością przez młodych doktorów Michała Krupińskiego i Piotra Koniecznego pokazały jak zrobić ogniste tornado? Czy mikrofalówka jest groźna? Co to jest plazma i jak ją wytworzyć? Goście, w liczbie ponad 300 osób, przekonali się również, że fizyka może być fascynującą i nietypową rozrywką. Było wystrzałow!

Pokazy, prezentacje, gry i widowiska przedstawiono również podczas Pikniku Naukowego Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, Festiwalu Nauki w Krakowie, Dnia Odkrywców – 6. Interaktywnego Pikniku Wiedzy w Rzeszowie oraz Małopolskiej Nocy Naukowców.

Podczas wszystkich uroczystości jubileuszowych rozdawano obecnym dwa wydawnictwa okolicznościowe, a mianowicie „Teleobiektyw. Spojrzenie na naukę” i „Nowe laboratorium Wiktora. Sztuczki dla dzieci (i dorosłych)” – oba autorstwa Wiktora Niedzickiego.



Fot. 8. Promocja doktorów

Photo 8. Promoting doctors

W kulminacyjnym dniu obchodów jubileuszowych, 15 grudnia 2015 r., odbyły się aż dwa spotkania. W auli IFJ Dyrektor Instytutu prof. dr hab. Marek Jeżabek otworzył obrady, a kierownicy Oddziałów Naukowych przekazali zebrany informacje na temat najistotniejszych projektów badawczych, prac i osiągnięć swoich oddziałów, dokonanych na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat. Po południu w teatrze im. Juliusza Słowackiego odbyła się uroczysta Gala Jubileuszowa. Rozpoczęły ją dźwięki fanfary skomponowanej specjalnie na tę okazję przez Dyrektora Orkiestry Stołecznego Królewskiego Miasta Krakowa pana Jurka Dybałę. Dyrektor Instytutu Marek Jeżabek powitał przybyłych Gości, m.in. Jego Eminencję **Księdza Kardynała Stanisława Dziwisza**, Metropolitę Krakowskiego, **prof. Kazimierza Wiatra**, Senatora Rzeczypospolitej Polskiej, **Małgorzatę Bywanis-Jodlińską**, Dyrektora Generalną Urzędu Wojewódzkiego, **Elżbietę Koterbę**, Zastępcę Prezydenta Miasta Krakowa, **Sławomira Pietrzyka**, Zastępcę Przewodniczącego Rady Miasta Krakowa, **prof. Jerzego Duszyńskiego** Prezesa Polskiej Akademii Nauk, **prof. Małgorzatę Witko** Przewodniczącą Rady Kuratorów Wydziału III PAN, **prof. Andrzeja Jajszczyka** Prezesa Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, **Piotra Czerepiuka** przedstawiciela Marszałka Województwa Podkarpackiego, Pełnomocnika Zarządu ds. Regionalnej Strategii Innowacji oraz dyrektorów Instytutów Badawczych, rektorów i prorektorów wyższych uczelni, dziekanów wydziałów fizyki i pracowników IFJ PAN. Odczytano list gratulacyjny Prezydenta RP Andrzeja Dudy. Jako pierwszy z gości zabrał głos Prezes PAN prof. **Jerzy Duszyński**. Wyraził uznanie dla dokonań instytutu i pogratulował pracownikom dotychczasowych osiągnięć. Kolejni mówcy to przedstawiciele również 60-letnich instytutów warszawskich. Dyrektor Narodowego Centrum Badań Jądrowych dr hab. **Krzysztof Kurek** gratulował atencji, jaką na arenie międzynarodowej cieszy się Bronowicki Jubilat. Zastępcą Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej **prof. Jacek Michalik** podkreślił wartość współpracy z zespołami IFJ PAN, a Dyrektor Środowiskowego Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego **prof. Krzysztof Ruśsek** wyraził wdzięczność przyjaciółom za wszelką pomoc i współpracę oraz podziw dla ich dokonań. W imieniu Prezydenta Majchrowskiego pani Elżbieta Koterba podkreśliła zasługi Instytutu w popularyzacji fizyki wśród mieszkańców Miasta Krakowa. Wiceprezes Państwowej Agencji

Atomistyki **Maciej Jurkowski** odczytał list gratulacyjny Prezesa PAA Janusza Włodarskiego, w którym chwalono innowacyjność oraz szeroki zakres tematyki badawczej Instytutu. Pan **Piotr Czerepiuk** przedstawiciel Marszałka Województwa Podkarpackiego dostrzegł szczególnie korzystne możliwości współpracy z IFJ w zakresie branży kosmicznej i lotniczej.

Najbardziej zasłużonym pracownikom wręczono krzyże zasługi oraz medale okolicznościowe. W części artystycznej wystąpiła Orkiestra Stołecznego Królewskiego Miasta Krakowa – Sinfonietta Cracovia pod batutą Jurka Dybały – Dyrektora Orkiestry Stołecznego Królewskiego Miasta Krakowa, animatora życia kulturalnego i muzyka słynnych Filharmoników Wiedeńskich. Brawurowe wykonanie *Koncertu na dwa flety* Alberta Franza Dopplera, *Symfonii Klasycznej* Sergiusza Prokofiewa, czy *Perpetuum Mobile* Johanna Straussa – to tylko niektóre z perełek zagranych dla nas przez muzyków *Sinfonietty Cracovia*. Uroczystość zakończyła się bankietem.

Dla byłych oraz aktywnych pracowników Instytutu zorganizowano spotkanie okolicznościowe z prezentacją osiągnięć Instytutu, wyświetlaniem trzech filmów o IFJ oraz możliwością zwiedzania najciekawszych laboratoriów. Uczestnicy byli zachwyceni skalą rozwoju Instytutu i rozmachem promocji jego osiągnięć naukowych.

Ostatnim wydarzeniem wpisującym się w rok jubileuszowy Instytutu było Otwarte Posiedzenie Rady Naukowej w dniu 17 grudnia 2015 r. Nadano wtedy tytuł Honorowego Profesora Instytutu prof. Colinowi Carlile. Laudację wygłosił dr hab. Wojciech Zając. Colin Carlile jest wybitnym fizykiem eksperymentalnym. Specjalizuje się w wykorzystaniu rozpraszania neutronów do badania struktury i dynamiki faz skondensowanych – polimerów, ciekłych kryształów, wodorków metali, materiałów magnetycznych. W latach 2005-2011 był dwukrotnie członkiem (w tym raz przewodniczącym) Międzynarodowego Komitetu Doradczego IFJ PAN, który oceniał Instytut Fizyki Jądrowej PAN i formułował ważne rekomendacje, czym w znacznej mierze przyczynił się do korzystnych przemian, a także pomógł w rozwoju współpracy polskich fizyków z najważniejszymi ośrodkami fizyki neutronowej w Europie. Prof. Colin Carlile wygłosił referat pt. „Large Scale Facilities for Europe”, w którym wspominał polskich uczonych, nie tylko Kopernika, ale też profesorów Bronisława Burasa i Janusza Leciejewicza, pierwszy spektrometr czasu przelotu przy reaktorze MARIA w Świerku, fizyków z IFJ, z którymi współpracował oraz powstające ostatnio w Krakowie Narodowe Centrum Promieniowania Synchronotronowego SOLARIS.

Na tym samym posiedzeniu RN dokonano laudacji 12-tu niedawno zatwierdzonych doktorów habilitowanych oraz promocji 15 nowych doktorów.

dr Małgorzata Nowina Konopka,
Instytut Fizyki Jądrowej,
Kraków

PRZYPISY

1. Ekonofizyka to interdyscyplinarne podejście do zagadnień ekonomicznych uwzględniające metody fizyczne i matematyczne, a także symulacje komputerowe.

ATOM TO NAJLEPSZY WYBÓR DLA POLSKI – POTWIERDZAJĄ TO ANALIZY I PRAKTYKA¹

*Both analysis and practice confirm:
Atom is the best choice for Poland*

Andrzej Strupczewski

Podstawowa zaleta energetyki jądrowej to czyste powietrze, czysta woda i gleba, bo wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych nie powoduje skażeń środowiska. Jest to szczególnie ważne dla Polski, której ostatnio groziła Komisja Europejska oskarżeniem o nadmierne poziomy pyłu zawieszonego w powietrzu, stanowiącego poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego². Uchwała COP 21 i uchwała Parlamentu Europejskiego z grudnia 2015 r. potwierdziły, że atom to najlepszy wybór dla Polski.

Wiatr i słońce nie mogą zapewnić stabilnego zasilania sieci energetycznej, a koszty ich są bardzo wysokie. Raport przedstawia negatywne doświadczenia Niemiec: przerwy - nawet kilkudobowe - w zasilaniu z wiatraków i paneli PV, roczne dopłaty do energetyki odnawialnej wynoszące w skali państwa 30 mld euro rocznie, wysokie koszty energii elektrycznej płacone przez odbiorców indywidualnych, dwukrotnie wyższe niż w sąsiedniej Francji, korzystającej z taniego prądu z elektrowni jądrowych. Przerwany charakter pracy wiatraków i paneli pV powoduje, że mimo ogromnych zainstalowanych mocy nominalnych, rzeczywiste moce osiągane z tych źródeł energii są małe, zarówno przy rozpatrywaniu ich oddzielnie jak i razem.

Zalety ekonomiczne energii jądrowej potwierdza też analiza łącznych kosztów wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł opracowana przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych.

Dla określenia, które źródła energii są najbardziej korzystne z punktu widzenia całkowitych kosztów, jakie musi pokryć społeczeństwo danego kraju w związku z wytwarzaniem energii elektrycznej, w analizie NCBJ uwzględniono nie tylko koszt wytwarzania energii elektrycznej w danym źródle energii, ale także koszty, jakie musi ponosić Krajowy System Energetyczny KSE, by zapewnić ciągle niezawodne zasilanie odbiorców pomimo wahań mocy pojedynczych elektrowni, a także koszty zewnętrzne, których nie pokrywa właściciel elektrowni ani operator systemu elektroenergetycznego, a ponosi je całe społeczeństwo na skutek strat zdrowotnych, szkód w środowisku naturalnym, niszczenia materiałów i budowli, utraty walorów widokowych i ciszy. Przy ocenie kosztów wytwarzania energii elektrycznej w samych elektrowniach uwzględniono cały cykl życia elektrowni, od wydobycia potrzebnych dla jej zbudowania materiałów i paliw do likwidacji elektrowni i unieszkodliwienia jej odpadów promieniotwórczych. W raporcie wykorzystano dorobek 15 lat pracy zespołów Unii Europejskiej, które określiły wielkość kosztów ponoszonych przez system energetyczny, a w programach ExternE i NEEDS określiły typowe wielkości emisji zanieczyszczeń z różnych instalacji energetycznych, ich drogi i zasięg rozchodzenia się w atmosferze, drogi przenikania do organizmu człowieka i skutki zdrowotne. Podsumowanie wykazało, że najbardziej korzystne dla społeczeństwa jest wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych.

The main advantage of nuclear power is the cleanliness of the air, water and soil, because electricity production in nuclear power plants does not pollute the environment. This is of special importance to Poland, which has been recently threatened by the European Commission to be accused of excessive air pollution with dust, being a severe threat to the public health³. The resolution of COP 21 and the resolution of European Parliament of December 15, 2015 confirmed that atom is the best choice for Poland.

The wind mills and photovoltaic panels cannot assure stable power supply and the costs are very high. The report presents negative experience of Germany: long breaks in power supply from wind and solar installations, lasting up to 5 days and nights in row, high annual costs of subventions for renewables reaching 30 billion euro per year, high energy costs paid by individual consumers, twice higher than in neighbouring France, where the electricity comes from nuclear power plants. Due to the intermittent character of operation of windmills and pV panels, in spite of the high nominal power installed, the real capacity of these energy sources is small, no matter whether it is considered separately or together for both of them.

The economic advantages of nuclear power are presented in an analysis of total costs of electricity, developed by the national Centre for Nuclear Research. In order to show total costs for each energy source, the report of NCNR considers not only the producer's cost, but also the costs borne by the grid, which has to assure stable power supply even when the wind does not blow and the sun does not shine. The report takes also into account the external costs, that is the costs which are NOT paid by the producer nor by the grid, but have to be covered by the society due to health damages, natural environment losses and damages to buildings and materials, loss of landscape values and loss of silence. The report of NCNR takes into account the whole life cycle, from producing needed materials and equipment through plant operation to plant decommissioning waste disposal and site restoration to "the green field" status. The report uses the results obtained over 15 years of work of various teams and working groups of the European Union, which have determined the grid costs for various degrees of penetration of various energy sources in the system. Moreover, the programs ExternE and NEEDS determined typical strengths of emissions from various power plants, their routes and extend of pollution, routes of penetration into human body and health effects. The comparison showed that nuclear power is the best energy source for our society,

Słowa kluczowe: Energia jądrowa – koszty, koszty współpracy z siecią, koszty zewnętrzne, niemieckie subwencje dla wiatru i słońca, przerwany charakter pracy wiatraków i paneli pV.

Key words: nuclear power costs, costs of energy system, external costs, German subsidies for wind and solar installations, intermittent operation of wind farms and solar panels.

Podstawowa zaleta energetyki jądrowej to czyste powietrze, czysta woda i gleba, bo wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych nie powoduje skażeń środowiska. Jest to szczególnie ważne dla Polski, której ostatnio groziła Komisja Europejska oskarżeniem o nadmierne poziomy pyłu zawieszonego w powietrzu, stanowiącego poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego⁴. Uchwała COP 21 i uchwała Parlamentu Europejskiego z grudnia 2015 r. potwierdziły, że atom to najlepszy wybór dla Polski. Zalety ekonomiczne energii jądrowej potwierdza też analiza łącznych kosztów wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł opracowana przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych.

Energia jądrowa głównym bezemisyjnym źródłem energii

Przez co najmniej pięć ostatnich lat, w tym w roku 2014, dobowe dopuszczalne wartości pyłu zawieszonego w powietrzu (PM10) były stale przekraczane w 35 spośród 46 stref jakości powietrza w Polsce. Ponadto w dziewięciu strefach stale przekraczane były również roczne dopuszczalne wartości. Warto starać się o wytwarzanie energii elektrycznej bez emisji tych zanieczyszczeń – a to właśnie zapewnia energia jądrowa.

Ale brak emisji dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów przy jednoczesnym dostarczaniu taniej energii elektrycznej to nie koniec zalet energetyki jądrowej.

Rozszczepienie jąder uranu nie powoduje emisji CO₂. Już w 2007 r. Parlament Europejski stwierdził, że bez energetyki jądrowej starania o obniżenie emisji dwutlenku węgla nie mają szans powodzenia⁵. Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) stwierdził, że energia jądrowa jest głównym źródłem bezemisyjnej energii elektrycznej⁶, a na Paryskiej Konferencji Klimatycznej (COP21) rządy wszystkich krajów oświadczyły, że będą starały się o redukcję emisji dwutlenku węgla⁷. Oświadczenie takie złożył także rząd polski.

W dniu 15 grudnia 2015 r. Parlament Europejski uchwalił rezolucję wzywającą Komisję Europejską do stworzenia warunków do budowy w UE nowych elektrowni jądrowych (EJ), jako jednego z ważnych źródeł niskoemisyjnych obok odnawialnych źródeł energii (OZE), gazu i węgla z wychwytem i przechowywaniem dwutlenku węgla (CCS)⁸.

Parlament Europejski (PE) podkreślił, że nowe elektrownie jądrowe są krytycznie ważnym źródłem niskoemisyjnej energii elektrycznej dla pokrycia obciążenia podstawowego. W 2014 r. dostarczyły one 53% „czystej” energii elektrycznej, a 27% całej energii elektrycznej wytworzonej w Unii Europejskiej. PE zwrócił uwagę, że chociaż niektóre kraje Unii Europejskiej zamierzają zrezygnować z energetyki jądrowej, inne kraje zamierzają wprowadzić lub rozbudować energetykę jądrową, by osiągnąć cele narodowe i cele Unii Europejskiej.

Według rezolucji PE, energetyka jądrowa jest jednym z najważniejszych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym Unii Europejskiej, ograniczającym zależność Unii od energii importowanej, zapewniającym stabilną produkcję energii elektrycznej na użytek krajów Unii i tworzącym stabilną bazę systemu elektroenergetycznego, do którego mogą być dołączane odnawialne źródła energii.

Parlament Europejski zwraca też uwagę krajom planującym odejście od energii jądrowej, że powinny wprowadzać do swych systemów nowe źródła energii dobrane tak, by w wymierny sposób przyczyniały się do dostaw

energii i do stabilizacji międzynarodowego systemu produkcji i dystrybucji energii elektrycznej.

Rezolucja PE, skierowana do Komisji Europejskiej, Rady Europejskiej i do państw tworzących Wspólnotę Energetyczną, jest ważnym dokumentem podkreślającym znaczenie energetyki jądrowej w świetle rezolucji paryskiej konferencji COP21 na temat redukcji dwutlenku węgla.

Stanowi ona potwierdzenie, że Parlament Europejski podtrzymuje niezmiennie stanowisko przyjęte w październiku 2007 r.⁹, w którym PE uznał energetykę jądrową za niezbędną i stwierdził, że bez niej nie można osiągnąć celów, jakie w zakresie energetyki stawia sobie Unia, a także opinię Komitetu Ekonomiczno-Społecznego UE¹⁰ że „Energia jądrowa w pełni odpowiada celom polityki energetycznej UE oraz jest wyraźnie konkurencyjna pod względem kosztów.”

Natomiast zdanie o potrzebie „stabilizacji produkcji i dystrybucji energii elektrycznej” stanowi delikatne napomnienie Niemiec, które w dążeniu do wprowadzania wiatru i słońca do energetyki stwarzają sytuację głębokiej nierównowagi w systemie elektroenergetycznym. Dążenie Polski do wprowadzenia energetyki jądrowej do naszej gospodarki jest w pełni zbieżne z rezolucją Parlamentu Europejskiego.

Wielkość redukcji emisji CO₂ i strategię prowadzącą do tego celu każdy kraj określi indywidualnie, uwzględniając swe możliwości i ambicje. Polska bazuje swoją energetykę na spalaniu węgla, lecz mimo to może poszczycić się zredukowaniem emisji CO₂ poniżej progu wynikającego dla nas z traktatu w Kioto, podczas gdy Niemcy, uważający się za kraj produkujący we wprowadzaniu „zielonej” energetyki, należą do największych emiterów CO₂ i nie mogą wykazać sukcesów w redukcji tej emisji. Co więcej, w lipcu 2006 r. premier Jarosław Kaczyński w swoim exposé stwierdził, że Polska powinna wrócić do energetyki jądrowej, a w 2007 r. powstała komisja sejmowa ds. energetyki jądrowej. Chociaż rozruch programu jądrowego następował z oporami i przerwami, stoimy dziś u progu otwarcia przetargu na dostawę do Polski nowoczesnej elektrowni jądrowej z reaktorami III generacji, odpornymi na wszelkie zagrożenia naturalne z zewnątrz i bezpiecznej nawet w przypadku najcięższych możliwych awarii wewnętrznych. I oczywiście – nieemitującej CO₂.

Energetyka jądrowa w Polsce nie ma eliminować węgla, ani obniżać zapotrzebowania na pracę górników, ale powinna docelowo dostarczać około jednej czwartej energii elektrycznej potrzebnej naszemu krajowi i zapewnić obniżenie średniej emisji CO₂ na jednostkę energii wytwarzanej przez naszą energetykę. Wobec ograniczonych zasobów węgla dostępnego w obecnie eksploatowanych złożach i rosnących trudności i kosztów związanych z wydobywaniem węgla z coraz większych głębokości, energetyka jądrowa będzie nam potrzebna dla pokrycia luki w zaopatrzeniu w paliwo elektrowni systemowych i uniknięcia importu węgla z innych krajów.

Polska potrzebuje stabilnych dostaw energii elektrycznej

Czemu przewidujemy wystąpienie luki w zaspokojeniu potrzeb energii elektrycznej w Polsce? Otóż dzisiaj Polacy dysponują znacznie mniejszą ilością energii elektrycznej niż mieszkańcy Niemiec, Austrii, Danii, a nawet Czech. Prawdę mówiąc, wśród krajów Unii Europejskiej w wykorzystaniu energii elektrycznej na mieszkańca wyprzedzamy tylko Rumunię i Łotwę. Równolegle z podnoszeniem stopy życiowej będzie więc w Polsce rosło zapotrzebowanie na energię elektryczną. Dla

oczyszczenia powietrza nad Polską dobrze też byłoby wprowadzić ogrzewanie domów elektrycznością – jak we Francji – zamiast spalania miału węglowego i plastiku w piecach domowych powodujących zanieczyszczanie powietrza. A to spowoduje dodatkowy wzrost zużycia energii elektrycznej. Po uwzględnieniu wszelkich oszczędności, jakie będziemy mogli wdrożyć w zastosowaniach energii elektrycznej, z energooszczędnymi lodówkami, pralkami, telewizorami i żarówkami łącznie, zużycie energii elektrycznej w Polsce wzrośnie do 2030 r. o około jedną czwartą. Tymczasem trudno oczekiwać zwiększenia wydobycia węgla z kopalń krajowych – wobec rosnących głębokości złóż będzie dużym sukcesem utrzymanie wydobycia węgla na obecnym poziomie. Ponadto wliczenie kosztów emisji CO₂ do kosztu wytwarzania elektryczności w elektrowniach węglowych pogorszy konkurencyjność elektrowni węglowych i spowoduje dalsze obniżenie udziału węgla krajowego w bilansie energetycznym Polski.

Do zapewnienia stabilnego zasilania odbiorców w Polsce potrzebne więc będą dodatkowe elektrownie systemowe, dające tani prąd, bez emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Takimi elektrowniami są elektrownie jądrowe.

Niestabilne i niesterowalne źródła energii odnawialnej jak wiatr i słońce nie są rozwiązaniem problemu redukcji emisji CO₂, bo bez ogromnego wsparcia ze strony elektrowni systemowych nie mogą zapewnić naszemu krajowi taniej i niezależnej od kaprysów pogody energii elektrycznej. Koszty utrzymania tych źródeł przy wzroście ich udziału w systemie elektroenergetycznym rosną szybciej niż proporcjonalnie do wzrostu mocy zainstalowanej. Przy udziale 10-procentowym są one jeszcze nieznaczne, ale przy 30 procentach energii dostarczanej przez OZE, koszty sieci i elektrowni rezerwowych – czekających bezczynnie, gdy wieje wiatr, a włączanych, gdy wiatru zabraknie – okazują się duże. Większe są też koszty i emisje CO₂ z elektrowni systemowych, zmuszanych do ciągłych zmian mocy w zależności od siły wiatru, zamiast pracy zgodnej ze znanymi i przewidywalnymi zmianami zapotrzebowania.

Odbiorca energii musi więc płacić nie tylko za same wiatraki i panele słoneczne, ale także pokrywać koszty ich utrzymania w sieci elektroenergetycznej. Co więcej, sama sieć musi być rozbudowana do przenoszenia maksymalnej mocy generowanej przez wiatr – czterokrotnie większej od mocy średniej- i przez słońce (dziewięciokrotnie większej od mocy średniej). Sytuacja jest lepsza w krajach korzystających z silnego nasłonecznienia – jak Hiszpania czy południowe stany USA – lub z silnych stałych wiatrów znad Atlantyku, jak Irlandia czy Północna Szkocja, ale Polska nie jest w tak uprzywilejowanym położeniu geograficznym.

Ile kosztuje wprowadzanie OZE?

Jak zawodne i kosztowne jest stawianie na wiatr i słońce przekonało się już wiele krajów, a najbardziej widoczne są ciężary dla ludności powodowane przez tę politykę w Niemczech. Gdy zwolennicy *Energiewende*, „transformacji energetycznej” dochodzili w Niemczech do władzy, twierdzili oni, że koszty eliminacji elektrowni jądrowych i wprowadzenia wiatraków i paneli fotowoltaicznych będą zanedbywalnie małe, a odnawialne źródła energii zapewnią ciągłe i niezawodne zasilanie całego kraju. Lider partii zielonych, Jürgen Trittin obiecywał w 2004 r., że obciążenie domowego gospodarstwa niemieckiego subwencjami na

OZE wyniesie 1 euro miesięcznie – tyle, ile kosztuje porcja lodów. W rzeczywistości, subwencje na OZE szybko rosły. Jeszcze za rządów następnego aktywisty OZE pana Sigmar Gabriela jego ministerstwo środowiska mówiło politykom, że koszty subsydiów na panele słoneczne nie przekroczą 3 euro na miesiąc¹¹ czyli miało to być w skali kraju nie więcej niż miliard euro rocznie. Ale już w latach 2009-2010 łączne dopłaty do energii wiatrowej i słonecznej były w przedziale 8-10 mld euro rocznie, w 2011 r. wzrosły do 13,5, a w 2012 r. do 14,1 mld euro rocznie.

W 2011 r. niemieccy lobbysci OZE wprowadzili ustawę o transformacji energetycznej (*„Energiewende”*), która zapewniła, że w Niemczech za energię z farm wiatrowych na morzu trzeba będzie płacić producentowi 190 euro za MWh, za geotermiczną 250 euro za MWh i za energię ze spalania biomasy 140 euro za MWh¹². W tym czasie we Francji za energię z elektrowni jądrowych płacono 42 euro za MWh.

W październiku 2012 r., gdy okazało się, że prawie wszystkie prognozy dotyczące kosztów rozwoju wiatraków i paneli słonecznych w Niemczech były błędne, z kosztami zaniżonymi przynajmniej dwa a czasem pięć razy¹³, a na subsydia dla zielonej energii w 2013 r. potrzeba było ponad 20 mld euro, Niemcy odczuli to jako szok. Oburzone organizacje przemysłowe oświadczyły, że ciężar subsydiów dla zielonej energii „osiągnął poziom trudny do zaakceptowania, grożący ucieczką przemysłu z Niemiec”. Stowarzyszenia konsumentów skarżyły się, że 800 tys. rodzin w Niemczech nie może zapłacić rachunków na energię elektryczną¹⁴.

Więć rząd przyrzekł, że dopłaty na OZE będą mniejsze – po czym dopłaty rosły i rosły. W 2014 r. subwencje na OZE oraz na modyfikację sieci przesyłowej koniecznej dla potrzeb OZE doszły do 24 mld euro rocznie. W połowie 2014 r. rząd wprowadził ograniczenia subwencji na wiatr na lądzie i panele fotowoltaiczne, ale łączne subwencje rosły nadal. W 2015 r. doszły do 28 mld euro na rok. Według ocen analityków niemieckich z Niemieckiego Instytutu Ekologii, ten poziom subwencji będzie utrzymywał się jeszcze przez wiele lat, przy czym do roku 2024 subwencje na OZE będą rosły¹⁵. A koszty te płać odbiorcy energii elektrycznej, wskutek czego jest ona w Niemczech niemal dwukrotnie droższa, niż w sąsiedniej Francji, opierającej swoją elektroenergetykę na elektrowniach jądrowych.

Czemu koszty energii wiatrowej i słonecznej są tak duże?

Chociaż hasło zwolenników tych technologii brzmi, że wiatr wieje za darmo, a słońce świeci za darmo, trudność polega na tym, by tę energię wiatru i słońca wykorzystać. Podobnie węgiel jest za darmo – dopóki leży pod ziemią, koszty wiązą się z jego wydobyciem i spalaniem (a potem usuwaniem zanieczyszczeń...)

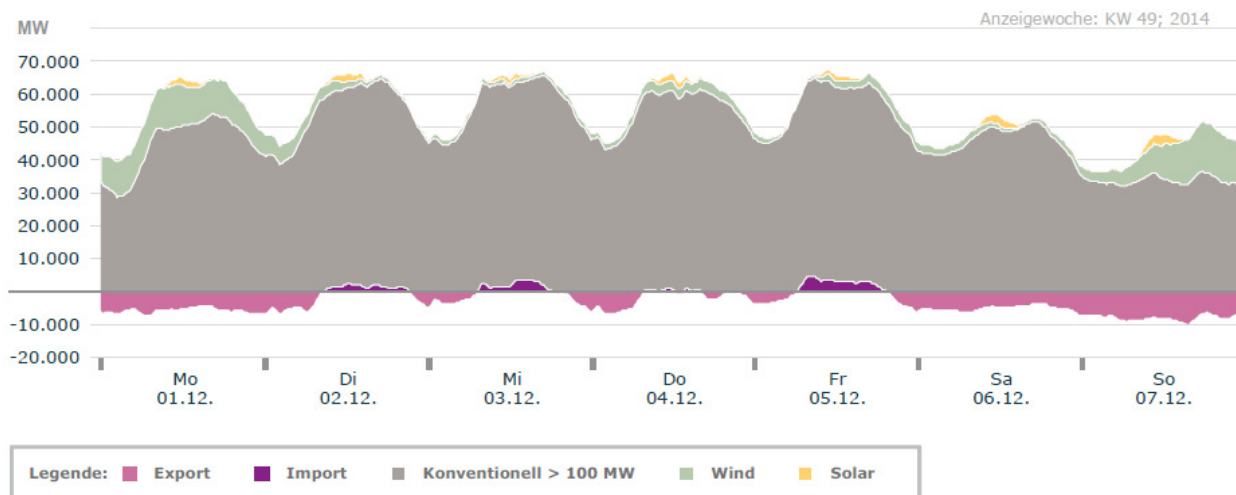
A energia elektryczna musi być wytworzona wtedy, gdy jest potrzebna, chyba że zdecydujemy się ponieść bardzo wysokie koszty jej magazynowania. Niestety w okresach wyżu, a więc zarówno przy siarczastych zimowych mrozach jak i przy letnich upałach, farmy wiatrowe charakteryzują się na niskim poziomie generacji. Jest to typowe zjawisko w Europie środkowej. W Polsce taka sytuacja wystąpiła w drugim tygodniu sierpnia 2015 r., doprowadzając w dniu 10 sierpnia do ogłoszenia 20-go stopnia zasilania energetycznego. Mimo że w systemie znajdowały

się wówczas wiatraki o mocy ponad 4300 MW, ale wobec braku wiatru dawały one tylko około 100 MW mocy.

Długotrwałe braki wiatru i słońca nie są wcale wyjątkiem ani w Polsce, ani w innych krajach naszej strefy geograficznej. W Niemczech, moc nominalna wiatraków to 36 GWe, a nominalna moc paneli fotowoltaicznych 38 GWe. Mimo to np. w pierwszym tygodniu grudnia 2014 r.

ich średnia moc wynosiła tylko 4,7 GWe, a więc dostarczały tylko 6,4% swojej mocy nominalnej. Resztę zapotrzebowania – które w tym czasie wynosiło od 50 do 70 GWe – a więc ponad 93% musiały pokryć elektrownie systemowe, głównie węglowe, jądrowe i gazowe.

Ilustruje to rysunek poniżej, zaczerpnięty z oficjalnych danych publikowanych przez Instytut Fraunhofera¹⁶ i cytowany za jego zezwoleniem.



Rys. 1 Przez pięć kolejnych dni w grudniu 2014 r. OZE w Niemczech nie dostarczały energii elektrycznej

Fig. 1 During five consecutive days and nights in December 2014 the wind farms and solar pH panels in Germany did not produce any electricity

Podobna sytuacja wystąpiła w 2013 r., gdy według opisu zamieszczonego w „Die Welt”: „Na początku grudnia 2013 r. produkcja energii z elektrowni wiatrowych i słonecznych niemal kompletnie stanęła. Nie obracało się ponad 23 tys. wiatraków. Milion układów fotowoltaicznych niemal całkowicie przerwało wytwarzanie prądu. Przez cały tydzień elektrownie węglowe, jądrowe i gazowe musiały zaspokajać około 95% zapotrzebowania Niemiec”¹⁷.

Zwolennicy wiatru i słońca (jak to ładnie brzmi... sam kocham wiatr i słońce, gdy jestem w górach) twierdzą, że są to niewyczerpalne i przyjazne dla środowiska i człowieka źródła energii. Niestety ludzie mieszkający na terenach opanowanych przez wiatraki widzą to inaczej, gdy ostatnie siedliska przyrody w lasach lub na łąkach zamieniają się w tereny przemysłowe pokryte wiatrakami. Jak wygląda to w praktyce widać na poniższym zdjęciu.



Rys. 2. Typowy widok „farmy” wiatrowej w Niemczech

Fig. 2. Typical view of a wind “farm” in Germany

Dlatego mimo oficjalnego rządowego kursu na budowę wiatraków i paneli słonecznych ludność protestuje np. na stronach internetowych poświęconych walce z wiatrakami¹⁸, czy w komentarzach do artykułu krytykującego wiatraki¹⁹, porównując gigantyczne koszty egipskich piramid i niemieckich wiatraków i wykazując, że nakłady potrzebne na budowę wiatraków zwracają się dopiero po ponad 40 latach²⁰. Eksperti są podobnego zdania - np. raport ekspertów przedstawiony 11 listopada 2015 r.²¹ stwierdza, że „Środki polityczno-przemysłowe wybrane w Energiewende są błędne, ponieważ w centrum uwagi stawiają osiągnięcie mocy produkcyjnych określonych technologii, pomijając całość systemu energetycznego, i prowadzą do eksplozji cen energii elektrycznej”. Jeszcze mocniej wyraża się wiele autorytetów gospodarczych, np. prof. Hans Werner Sinn, prezydent Instytutu Badań nad Gospodarką IFO (Institut für Wirtschaftsforschung), prof. ekonomii i finansów publicznych na Uniwersytecie Ludwiga Maximiliana w Monachium²². „Powoli staje się jasne, że prąd z wiatru i słońca jest prawie bezużyteczny, destabilizuje on sieć energetyczną i niszczy krajobraz. Wiatraki zamieniają ostatnie krajobrazy naturalne w tereny przemysłowe” a po krytyce zniszczeń środowiska i kosztów powodowanych przez wiatraki oświadcza: „Jedyną nadzieją ludzkości była energia jądrowa” (Die einzige Hoffnung der Menschheit war die Atomkraft).

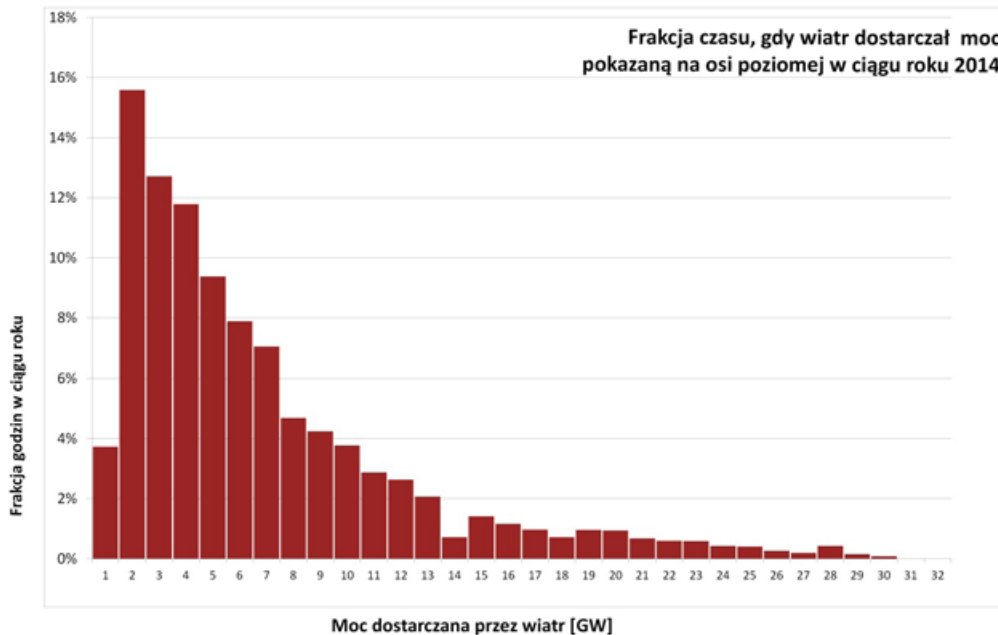
A profesorowie z Politechniki w Heidelbergu (Niemcy) podkreślają, że cała energia finalna otrzymywana z wiatraków i wiatru stanowi zaledwie 3% całkowitego zapotrzebowania na energię w Niemczech i na zakończenie swojej analizy²³ pytają młodych entuzjastów transformacji energetycznej „kiedy wreszcie obudzicie się i posłuchacie się zdania ekspertów, a nie tylko „zielonych ideologów”?

Na ile energii z wiatru i słońca można liczyć gdy jest ona naprawdę potrzebna?

Lobbyści wiatraków mogą jednak powoływać się na nagłówki w gazetach głoszące, że w danym dniu i o określonej godzinie wiatr i słońce wytwarzały ponad połowę lub trzy czwarte energii elektrycznej zużywanej przez Niemcy. Na przykład na stronie internetowej „prawdziwy aktywista” czytamy: „Niemcy właśnie otrzymały 78% energii elektrycznej z energetyki odnawialnej”²⁴. Takie doniesienia są prawdziwe – ale problem polega na tym, że wiele osób dochodzi do błędnego wniosku, że te rekordy wydajności

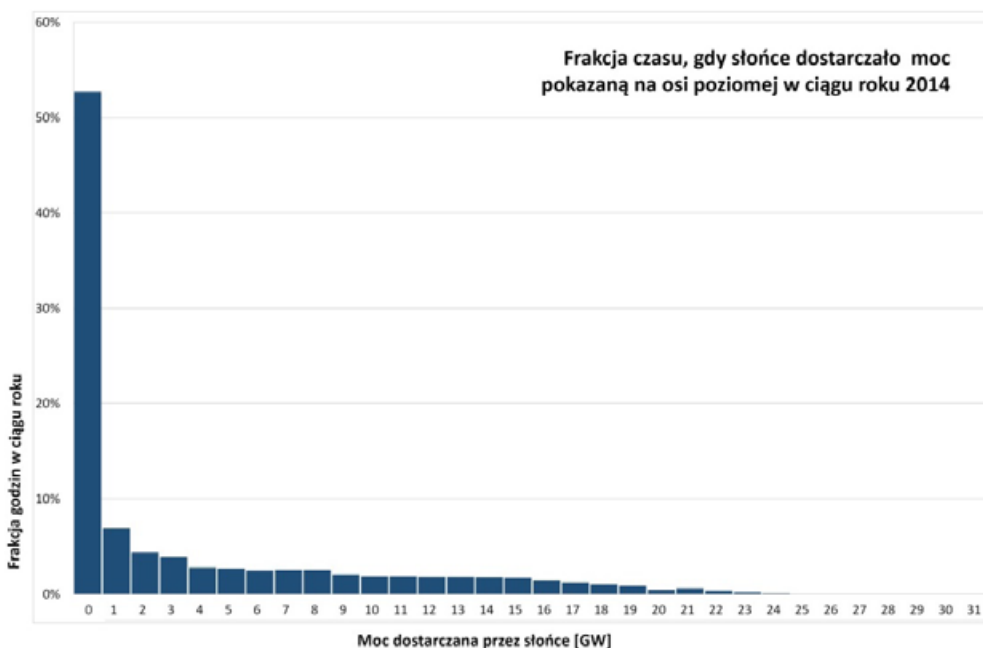
OZE są reprezentatywne dla typowego działania systemu energetycznego w ciągu roku. Niestety, tak nie jest.

Informacje o tym, ile energii uzyskiwały Niemcy w 2014 r. godzina po godzinie z OZE można znaleźć w dostępnym w Internecie rejestrze dla wiatraków²⁵ i dla paneli fotowoltaicznych²⁶. Podsumowanie tych danych w formie graficznej pokazują rys. 3 i 4. Na rys. 3 widać, przez jaką część czasu w roku 2014 jaką moc dostarczał wiatr, a na rys. 4 – panele fotowoltaiczne. Jak widać, dominują wartości zerowe lub bliskie zera. Trudno na tym bazować ciągłość zasilania kraju w energię elektryczną.



Rys. 3. Frakcja czasu, gdy wiatr dostarczał w 2014 r. w Niemczech moc pokazaną na osi poziomej

Rys. 3. Fraction of time in Germany in 2014, when wind delivered power indicated on the horizontal axis

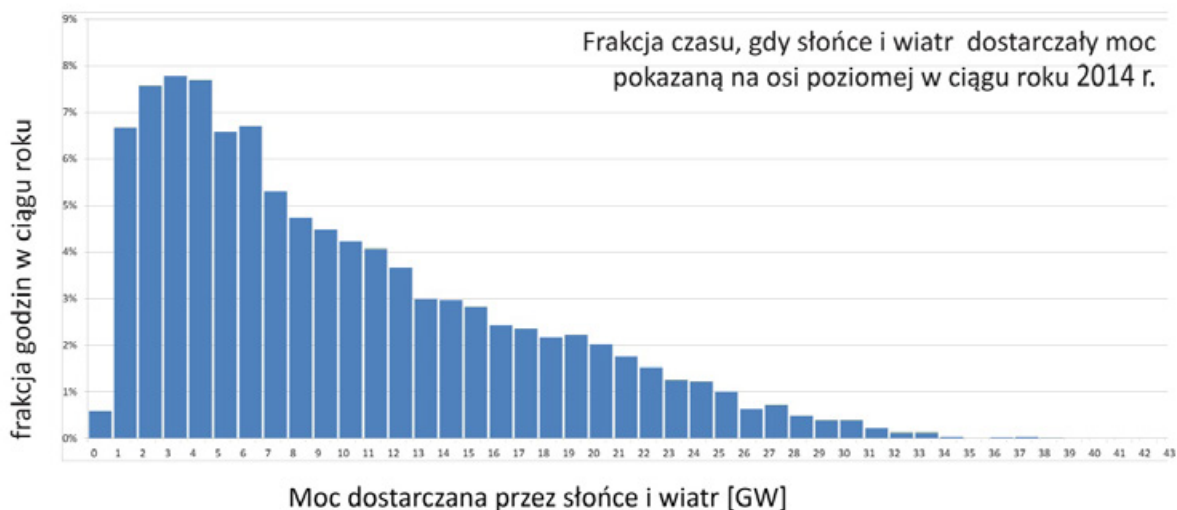


Rys. 4. Frakcja czasu, gdy panele fotowoltaiczne dostarczały w 2014 r. w Niemczech moc pokazaną na osi poziomej

Fig. 4. Fraction of time in Germany in 2014, when solar photovoltaic panels delivered power indicated on the horizontal axis

Ale zwolennicy OZE odpowiadają, że wprawdzie nie ma energii słonecznej w nocy, ale za to otrzymujemy wówczas energię z wiatraków. A razem słońce i wiatr to już względnie stabilne zasilanie. Aby to sprawdzić, można dodać moc elektrowni wiatrowych i słonecznych godzina po

godzinie przez cały rok i wykonać wykres zbiorczy, przedstawiający frakcję czasu, gdy łączna wydajność wiatru i słońca znajdowała się w granicach danej mocy mierzonej w GW. Wynik widać na rys. 5.



Rys. 5. Godzinowa moc łączna wiatru i słońca w Niemczech w 2014 r.

(rekord to 38 GW. Ale czas jego trwania to... 0,000114 czasu w roku. A dominują moce 0, 1, 2, 3, 4 GW... łącznie 30% czasu w roku)

Fig. 5. Hour after hour the summary power of wind and solar installations in Germany in 2014. (the record power was 38 GW. But it lasted only one hour – or 0,000114 of time in the year. The dominating summary power was 0, 1, 2, 3, 4 GW... together 30% of time in the year)

W sumie mamy 40 przedziałów zaczynając od 0 GW. Jak widać, moc wiatraków i paneli fotowoltaicznych w Niemczech bywa równa zeru, po zaokrągleniu do najbliższej liczby GW. Ale prasa nie publikuje nagłówków „Niemieckie wiatraki i panele słoneczne obecnie dostarczają 0,1% potrzebnej Niemcom energii...”

A co zrobić, gdy energii z wiatru i słońca jest ... za dużo?

Co więcej, problemem są nie tylko godziny braku wiatru, ale i okresy, gdy wiatr wieje silnie i wiatraki dostarczają dużo prądu. Wtedy trzeba wyłączać elektrownie systemowe lub przynajmniej drastycznie zmniejszać ich moc. Elektrownie węglowe powinny pracować około 6600 godzin w roku – a wskutek wielokrotnych porywów wiatru pracują około połowy tego czasu. Częste wahania mocy powodują szybsze niszczenie urządzeń elektrowni, większe emisje zanieczyszczeń i obniżenie ich efektywności ekonomicznej.

Co gorsze, część produkowanej energii elektrycznej przypada na okresy, gdy nikt jej nie potrzebuje. Gdy wiatraki i panele fotowoltaiczne produkują zbyt dużo energii, trzeba sprzedawać ją po obniżonych cenach, a nawet dopłacać, by ktoś zechciał ją odebrać z sieci. Na przykład w dniu 30 marca 2015 r. od godziny 0 do 5 wiatraki wyprodukowały 160 000 MWh, chociaż prawie nikt tej energii nie potrzebował, co obniżyło jej cenę do minus 20 euro/MWh. Tak, MINUS! Niemcy musiały dopłacić jeszcze 2,69 mln euro, by znaleźli się zaprzyjaźnieni odbiorcy gotowi

przyjąć ten prąd. A te dopłaty musieli przecież też pokryć normalni użytkownicy energii w Niemczech.

Nic dziwnego, że prof. Sinn mówi „Niemcy muszą płać zagranicy, by pozbyć się swojego prądu. Jest to szaleństwo ekonomiczne”²⁷.

Kto korzysta ze zwalczania energetyki jądrowej?

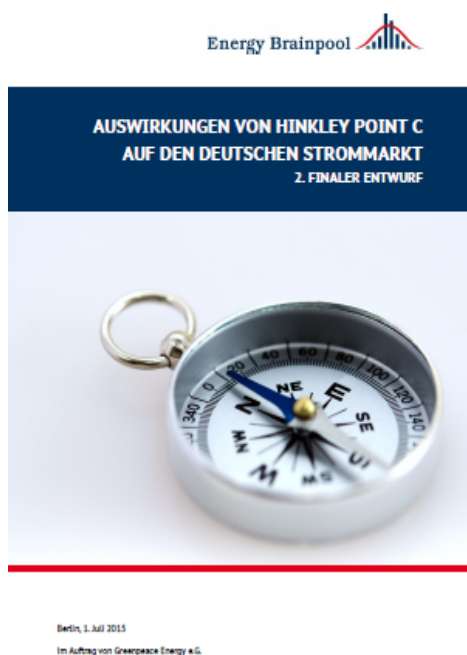
Ale to „szaleństwo ekonomiczne” przestaje być szaleństwem z punktu widzenia organizacji stawiających te wiatraki i panele słoneczne, a staje się dla nich dobrym biznesem. I jak zwykle dzieje się przy konkurencji rynkowej, organizacje rozwijające OZE zwalczają konkurencję, przede wszystkim elektrownie jądrowe, jako dostarczające tani prąd przy zachowaniu czystego powietrza, wody i gleby. Jaskrawym przykładem tej strategii było w 2015 r. wystąpienie grupy 10 niemieckich i austriackich organizacji z niemiecką firmą Greenpeace Energy na czele, która oświadczyła, że jest przeciwna budowie brytyjskich elektrowni jądrowych, bo... spowoduje to obniżenie cen energii elektrycznej w Niemczech²⁸. Grupa ta zamierza wystąpić do Trybunału Sprawiedliwości w Luksemburgu przeciwko decyzji rządu brytyjskiego ustalającej długoterminowe ceny energii jądrowej i Komisji Europejskiej, która zatwierdziła tę decyzję. Obniżenie cen energii elektrycznej oznacza zmniejszenie konkurencyjności instalacji OZE należących do Greenpeace'u i innych „zielonych” organizacji.

Firmy niemiecko-austriackie opierają się na wynikach studium zleconego przez nie same berlińskiemu instytu-

towi Energy Brainpool Institute, którego obliczenia wykazały, że elektrownie jądrowe „obecnie planowane” w sześciu krajach Unii Europejskiej „mogą obniżyć ceny hurtowe energii elektrycznej w Niemczech o 11,8%.”²⁹

Takie oświadczenie ze strony zwolenników OZE jest jaskrawo sprzeczne z wielokrotnie powtarzaniem przez Greenpeace twierdzeniami o wysokich kosztach energii jądrowej i konkurencyjności OZE. Firmy te jednak musiały uzasadnić, czemu wtrącają się w sprawy innego państwa i to tak odległego od Austrii i Niemiec jak Wielka Brytania, a stwierdzenie, że budowa elektrowni jądrowych godzi w ich zyski, jest takim uzasadnieniem.

Piszący te słowa ma w swoim posiadaniu wspomniany raport. Jego strona tytułowa pokazana jest na rysunku poniżej. Jak widać, gdy chodzi o zysk, Greenpeace gotów jest nawet na przyznanie, że elektrownie jądrowe dają tani prąd.



Rys. 6. Strona tytułowa raportu wykonanego dla Greenpeace'u "Wpływ Hinkley Point C na rynek energii w Niemczech"

Fig. 6. Title page of the report made for Greenpeace "Hinkley Point C impact on energy market in Germany"

Frazesów o korzyściach społecznych mających wynikać z wysokich cen OZE tym razem Greenpeace nie przedstawiał.

Jak inne państwa oceniają wprowadzanie wiatraków i paneli pV?

A wracając do wyboru dokonanego pod naciskiem „zielonych” organizacji w Niemczech, warto zapytać, czy ta polityka daje w efekcie obniżenie emisji CO₂? Niestety nie. Porównanie wielkości emisji CO₂ podawanych przez urząd statystyczny Unii Europejskiej wykazuje, że emisje CO₂ przypadające na jednego mieszkańca są w Niemczech większe (9,3 ton na rok) niż w Polsce (7,8 ton na rok) i dużo większe niż we Francji (5,0 ton na rok).³⁰

Droga wskazywana przez Niemcy nie jest więc do przyjęcia dla Polski. Nie stać nas na trzykrotne powiększenie deficytu budżetowego lub obłożenie obywateli odpowiednio wysokim dodatkowym ukrytym podatkiem, płatnym przy regulowaniu rachunku za prąd. Nie można też uzasadnić takiej drogi sukcesami w redukcji emisji dwutlenku węgla. Strategia polska po COP21 musi być oparta na naszych własnych realiach i możliwościach.

Chociaż Niemcy ze względów politycznych trwają przy ustalonym przed kilku laty kursie na rozwój OZE, warto pamiętać, że w wielu innych krajach wiatr i słońce zostały uznane za zbyt kosztowne i niepewne źródła energii. W Wielkiej Brytanii rząd podjął decyzję o zlikwidowaniu „zielonych” celów ustalonych poprzednio przez koalicję z liberalnymi demokratami³¹, ponieważ odbiorcy energii muszą już obecnie płacić dodatkowo 1,5 mld funtów na subsydia dla farm wiatrowych, paneli słonecznych i instalacji spalania biomasy. Koszty farm wiatrowych stale rosną i wymykają się spod kontroli. Według źródeł rządowych, projekty „zielone” będą w 2020 r. wymagały subsydiów 9 mld funtów szterlingów rocznie. Oznacza to, że każde gospodarstwo domowe będzie musiało wtedy płacić dodatkowo 170 funtów szterlingów rocznie aby wspomagać odnawialne źródła energii. Kanclerz Osborne oświadczył, że tak wielkie wydatki oznaczają, że najwyższy czas ograniczyć nakłady na subsydia dla energii odnawialnej. A w chwili, gdy energia elektryczna była potrzebna – 4 listopada 2014 r. – potężne moce brytyjskich wiatraków (13 000 MW) i paneli fotowoltaicznych (8000 MW) wytwarzały mniej niż 400 MWe. Kraj był na skraju załamania systemu i tylko awaryjne dostawy energii z generatorów z silnikami diesla i innych małych generatorów uratowały sytuację. Cena energii elektrycznej poszybowała w górę do 2500 GBP/MWh – 50 razy wyżej niż zwykle³². Nie był to pierwszy raz, gdy OZE kompletnie zawiodły. Nic dziwnego, że rząd brytyjski stawia na budowę elektrowni jądrowych³³.

Podobne decyzje podjęto w innych krajach. W Czechach uchwałą parlamentu ograniczono wsparcie dla OZE od 1 stycznia 2014 r.³⁴, wprowadzając między innymi opodatkowanie instalacji słonecznych. W Hiszpanii w czerwcu 2014 r. rząd wprowadził ograniczenia subsydiów dla energetyki odnawialnej, co przynosi oszczędności około 2 mld euro rocznie.³⁵

W Holandii w 2011 r. wprowadzono zdecydowane zmiany w polityce energetycznej, z odcięciem wszelkich subsydiów dla farm wiatrowych na morzu, dla energii słonecznej i dużych instalacji spalania biomasy.³⁶ Łączne subsydia dla OZE zostały zredukowane z 4 mld euro do 1,5 mld euro rocznie.

W Bułgarii parlament skasował w lutym 2015 r. subsydia dla energetyki odnawialnej, które powodowały deficyt około 1,5 mld euro rocznie i podnosiły cenę energii elektrycznej.³⁷

We Włoszech dekret z sierpnia 2014 r. zredukował taryfę za energię słoneczną, co spowodowało gwałtowny protest organizacji European Photovoltaic Industry Association.³⁸

Grecja, która obok Hiszpanii ma chyba najlepsze warunki słoneczne w Europie, od 2014 r. przestała budować instalacje słoneczne. Podczas gdy w 2013 r. powstały tam panele fotowoltaiczne o mocy 1047 MW, to w 2014 r. nastąpiło załamanie do zaledwie 13 MW, a w 2015 r. do końca kwietnia zainstalowano tylko 7 MW³⁹. Natomiast podjęto budowę elektrowni na węgiel brunatny.⁴⁰

Najbardziej zdecydowane kroki podjął rząd Australii. Premier Tony Abbott przerwał płacenie subsydiów dla energii wiatrowej⁴¹ polecając by firma Clean Energy Finance Corporation (CEFC) natychmiast przerwała finansowanie nowych inwestycji w projekty energetyki wiatrowej. Firma ta ma na swoim rachunku 10 mld USD, pochodzących ze składek podatników australijskich. Minister skarbu Joe Hockey, który w 2014 r. rozpoczął kampanię przeciwko wiatrakom stwierdzając, że są one „krańcowo brzydkie” wydał już odpowiednie zarządzenia odnośnie strategii banków australijskich.

Polityka Polski, która kontynuuje rozwój OZE, ale chce mieć także sterowalne źródła energii w postaci elektrowni jądrowych, jest więc całkowicie zrozumiała.

Wpływ wprowadzenia energetyki jądrowej na ceny energii w Polsce

Wprowadzenie elektrowni jądrowych do miksu energetycznego Polski zdecydowanie obniży średnie emisje przypadające w naszym kraju na jednostkę energii elektrycznej, a więc przyczyni się do realizacji celów postawionych przed wszystkimi krajami uczestniczącymi w COP21. A przy tym zapewni nam tanią energię elektryczną, niezbędną dla wielu gałęzi przemysłu. Program energetyki jądrowej został przez Polskę opublikowany i poddany konsultacjom krajowym i zagranicznym. W wyniku tych konsultacji nasz program został uznany za słuszny nie tylko przez ekspertów z krajów obywatelnych wobec różnych źródeł energii, jak Czechy, Słowacja, Szwecja czy Finlandia, ale i z krajów programowo odrzucających energetykę jądrową jak Niemcy czy Austria.

Wobec wątpliwości czy Polskę stać na program jądrowy, Narodowe Centrum Badań Jądrowych opracowało analizę kosztów wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł.⁴²

Analiza ta ma na celu określenie, które źródła energii są najbardziej korzystne z punktu widzenia całkowitych kosztów, jakie musi pokryć społeczeństwo danego kraju w związku z wytwarzaniem energii elektrycznej. Dlatego w analizie nie można ograniczyć się do kosztu wytwarzania energii elektrycznej w danym źródle energii, który zawarty jest w cenie energii sprzedawanej przez właściciela elektrowni i dostarczanej w określonym punkcie przyłączenia tego źródła do sieci przesyłowej lub rozdzielczej.

Należy także uwzględnić koszty, jakie musi ponosić Krajowy System Energetyczny KSE, by zapewnić ciągłe niezawodne zasilanie odbiorców pomimo wahań mocy pojedynczych elektrowni, ich wyłączeń planowych i nieplanowych, a także zaników produkcji energii elektrycznej w Odnawialnych Źródłach Energii (OZE), szczególnie w nocy, gdy ustaje generacja prądu z ogniw fotowoltaicznych (PV) i w okresach zniknięcia wiatru, gdy nie pracują farmy wiatrowe na lądzie i na morzu. Koszty te ponoszą wszyscy odbiorcy energii elektrycznej, a znaczącą ich część stanowią opłaty na utrzymanie dyspozycyjności i dobrego stanu technicznego sieci i na współpracę sieci z OZE. Obejmują one między innymi rozbudowę linii przesyłowych. Sieci przesyłowe zawsze muszą być projektowane na moce maksymalne niezależnie od rodzaju źródeł do nich podłączonych. Nieregularność pracy OZE powoduje znaczne rozsuniecie pomiędzy mocą średnią a maksymalną, co nie jest obserwowane w przypadku elektrowni

systemowych, to jest węglowych, gazowych lub jądrowych. W efekcie linia przesyłowa jest budowana tak, by przenosiła moc maksymalną OZE, większą od 5 razy (wiatr na lądzie) do 10 razy (panele PV) od mocy średniej w ciągu roku.

Potrzebne jest także utrzymywanie w systemie energetycznym rezerwy wirującej, to jest elektrowni pracujących z częściowym obciążeniem, bądź elektrowni nie produkujących energii pozostających w rezerwie stojącej. W razie zaniku produkcji z OZE będą one włączane na częściową lub pełną moc, a w razie warunków pogodowych korzystnych dla OZE będą pracowały z częściowym obciążeniem lub będą wyłączane. Oznacza to znaczne koszty inwestycyjne na zbudowanie tych elektrowni rezerwowych, a także obniżenie sprawności elektrowni systemowych w okresach, gdy pracują na mocy częściowej. Wzrost udziału źródeł OZE w KSE wymaga utrzymywania odpowiednio dużych operatywnych rezerw mocy – zarówno wirujących jak i stojących, aby zapewnić pokrycie luki w wytwarzaniu energii w razie zaniku wiatru lub braku słońca. Analizy międzynarodowe wykazały, że przy znaczącym udziale OZE koszty współpracy OZE z siecią są duże.

Trzecim składnikiem kosztów są koszty zewnętrzne, to jest koszty, których nie pokrywa właściciel elektrowni ani operator systemu elektroenergetycznego, a ponosi je całe społeczeństwo na skutek strat zdrowotnych, szkód w środowisku naturalnym, niszczenia materiałów i budowli, utraty walorów widokowych i ciszy. Koszty zewnętrzne powodowane są przez działania we wszystkich etapach cyklu życia elektrowni, od wydobycia z ziemi materiałów potrzebnych do jej budowy i produkcji paliwa aż do likwidacji elektrowni i unieszkodliwiania jej odpadów. Koszty zewnętrzne to głównie koszty z powodu emisji zanieczyszczeń chemicznych i promieniotwórczych, ale także z powodu chorób i wypadków górników, kolejarzy przewożących urządzenia elektrowni i jej paliwo oraz personelu elektrowni.

W przypadku elektrowni jądrowej oznacza to uwzględnienie zanieczyszczenia środowiska i wypadków przy wydobywaniu uranu, przy wzbogacaniu uranu, przy produkcji urządzeń i produkcji paliwa jądrowego, przy budowie elektrowni, transporcie paliwa do elektrowni, podczas pracy i okresów remontowych w elektrowni, oraz w toku unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych i likwidacji elektrowni tak by przywrócić stan środowiska taki, jaki był przed zbudowaniem elektrowni jądrowej. Z punktu widzenia emisji gazów cieplarnianych zasadniczą sprawą jest fakt, że podczas pracy elektrowni jądrowych nie zachodzi spalanie węgla i emisje są bliskie zeru, bo pochodzą tylko z jądrowego cyklu paliwowego poza elektrownią oraz okresowych prób awaryjnych generatorów dieslowskich w elektrowni. Podobnie w przypadku OZE koszty zewnętrzne są skutkiem procesów produkcji np. paneli słonecznych i ich likwidacji, bo w czasie samej pracy paneli żadnych emisji nie ma.

Jasne jest, że dla dobra społeczeństwa suma wszystkich kosztów powinna być jak najmniejsza. Dlatego w raporcie NCBJ omówiono te trzy rodzaje kosztów.

Założenia dla oceny wszystkich kosztów wytwarzania energii w całym cyklu paliwowym

Przy ocenie kosztów wytwarzania energii elektrycznej w samych elektrowniach uwzględniono cały cykl życia elek-

trowni, od wydobycia potrzebnych dla jej zbudowania materiałów i paliw do likwidacji elektrowni i unieszkodliwienia jej odpadów. Założenia odnośnie kosztów poszczególnych etapów prac przyjęto zgodnie z ustaleniami komitetu OECD do spraw ocen ekonomicznych energetyki, a w punktach, gdzie występowały wątpliwości co do doboru danych dla Polski, przyjmowano założenia korzystne dla odnawialnych źródeł energii (OZE). Dotyczy to szczególnie biomasy, której produkcja w Polsce może stać się istotnym czynnikiem w rozwoju OZE w Polsce.

Nie można jednak przyjmować dla energii wiatrowej w Polsce założeń tak korzystnych jak parametry osiągane na zachodnich wybrzeżach Irlandii i Szkocji, gdzie wieją silne stałe wiatry znad Atlantyku, ani dla energii słonecznej założeń odpowiadających słonecznej Hiszpanii. W warunkach polskich średnie w ciągu roku moce elektrowni wiatrowych są 4-5 razy mniejsze od mocy szczytowej (zainstalowanej), a w przypadku paneli fotowoltaicznych nawet 10-krotnie mniejsze. Jak widzieliśmy na wykresach 3 i 4 charakteryzujących moce OZE w Niemczech, moc średnia jest dużo niższa od mocy szczytowej. Ich stosunek nazywamy współczynnikiem wykorzystania mocy zainstalowanej. Od tego współczynnika zależy roczna produkcja energii elektrycznej, a co za tym idzie, opłacalność instalacji OZE. Publikacje propagujące wiatraki i panele solarne podają wysokie wartości tych współczynników i odpowiednio korzystne parametry ekonomiczne instalacji OZE.

W raporcie NCBJ w przypadku wiatru na lądzie uwzględnione zostały dwa zestawy danych, mianowicie zestaw maksymalnie korzystnych danych dla warunków w Niemczech na wybrzeżach morskich i zestaw dla Polski w typowych rejonach o warunkach wiatrowych uznawanych za korzystne dla OZE. Oszacowanie niemieckie oparte jest na współczynniku wykorzystania mocy zainstalowanej równym 34%. Taki współczynnik jest osiągalny w wybranych rejonach Niemiec, ale nie dla przeciętnych wiatraków w tym kraju. Średni współczynnik dla Niemiec to 19%, przyjęcie 34% oznacza wartości w lokalizacjach maksymalnie korzyst-

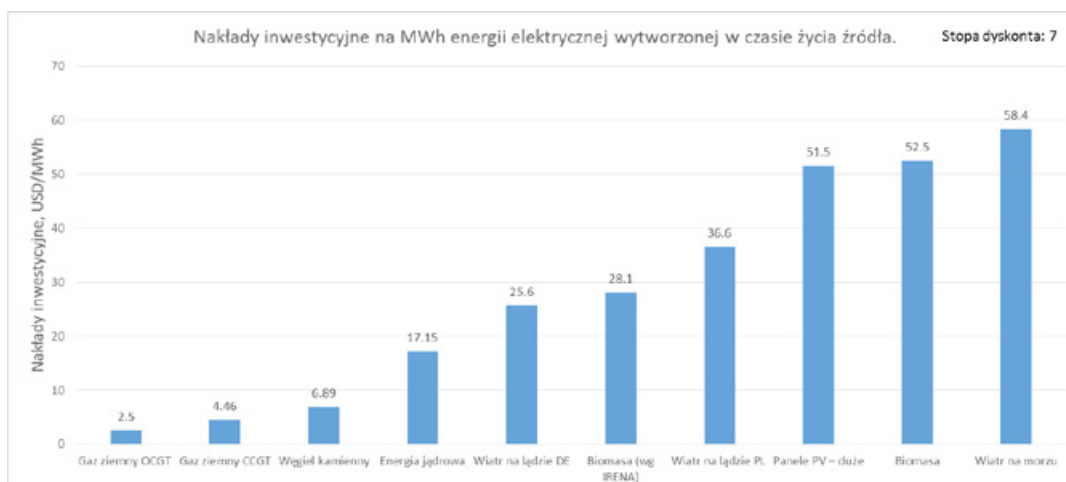
nych dla wiatru na lądzie. Dla Polski w korzystnych rejonach współczynnik ten może sięgać 24%. Dlatego dla wiatru na lądzie podajemy dwie oceny - dla 34% i 24% w Polsce. Dla energii słonecznej w Polsce przyjęto współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej średnio w ciągu roku równy 12%. Dla elektrowni systemowych – węglowych, gazowych i jądrowych przyjęto 85%.

Przy określaniu nakładów inwestycyjnych przypadających na jednostkę energii elektrycznej produkowanej przez dane źródło energii w ciągu życia przyjęto czasy użytecznej pracy dla instalacji OZE równe 25 lat, dla gazu 30 lat, dla węgla 40 lat, dla elektrowni jądrowych 60 lat i dla hydroelektrowni 80 lat. Czas budowy elektrowni jądrowej przyjęto 7 lat, stopę procentową 7%, a łączne nakłady inwestycyjne dla elektrowni jądrowej 6714 USD/kW, dla węgla kamiennego 2054 USD/kW, dla wiatru na lądzie 1905 USD/kW(p), dla paneli słonecznych 1241 USD/kW(p) i dla wiatru na morzu 6137 USD/kW(p)⁴³. Literka (p) oznacza, że nakłady dla OZE odnoszone są do mocy szczytowej (peak), a nie do mocy średniej w ciągu roku.

Energia elektryczna wytwarzana przez różne źródła energii w ciągu ich życia

Wobec tego, że ilości energii produkowanej w ciągu życia przez elektrownie różnego typu mieszczą się w bardzo szerokim zakresie, mylące byłoby podawanie wielkości nakładów inwestycyjnych na jednostkę mocy szczytowej, jaką dane źródło może czasami osiągnąć. Dla systemu energetycznego ważna jest moc, na jaką można liczyć w czasie, gdy jest ona potrzebna. Stąd koncepcja tworzenia rynku mocy, obecnie dyskutowana przez energetyków.

Wobec tego, że zasady ocen ekonomicznych wartości różnych źródeł w rynku mocy nie zostały jeszcze uzgodnione, warto zdać sobie sprawę z wielkości nakładów inwestycyjnych na jednostkę energii produkowanej w całym cyklu żywotnym danego źródła energii. Wartości te przedstawia rysunek poniżej.



Rys. 7. Nakłady inwestycyjne na MWh energii elektrycznej wytworzonej w okresie użytecznej pracy danego źródła energii
Fig. 7. Capital costs per MWh of electricity produced during lifetime of an energy source

Nakłady przedstawione na rys. 7 odnoszą się tylko do samego źródła energii i nie uwzględniają kosztów systemowych ani kosztów zewnętrznych powodowanych przez straty zdrowia i zniszczenie środowiska.

Wobec konieczności zapewnienia ciągłości dostaw energii elektrycznej pomimo możliwych awarii elektrowni i pomimo nieregularnych dostaw energii z instalacji OZE, system energetyczny musi dysponować odpowiednimi elektrowniami rezerwowymi, które można uruchomić, lub których moc można zwiększyć zgodnie z potrzebami systemu energetycznego.

Koszty współpracy elektrowni z systemem energetycznym i koszty zewnętrzne

W oparciu o dane z praktyki niemieckiej oceniono wynikające stąd koszty dla systemu elektroenergetycznego. Oceny dokonała komisja OECD, w składzie której jako wiceprzewodniczący komisji występował ekspert niemiecki, więc wyniki można uznać za zgodne z rzeczywistością. Okazało się, że koszty współpracy z systemem energetycznym występują dla wszystkich źródeł energii, ale dla elektrowni systemowych (węglowe, gazowe, jądrowe) są one małe, około 1 euro/MWh, natomiast dla OZE są one wysokie, około 32 euro/MWh dla wiatru i około 60 euro / MWh dla paneli fotowoltaicznych⁴⁴.

Pomijanie tych kosztów w opracowaniach zwolenników OZE jest błędem, bo daje nieprawdziwy obraz kosztów płaconych przez społeczeństwo.

Trzecim źródłem kosztów są koszty zewnętrzne. W raporcie NCBJ wykorzystano dorobek 15 lat pracy zespołów Unii Europejskiej, które w programach Externe i NEEDS określiły typowe wielkości emisji zanieczyszczeń z różnych

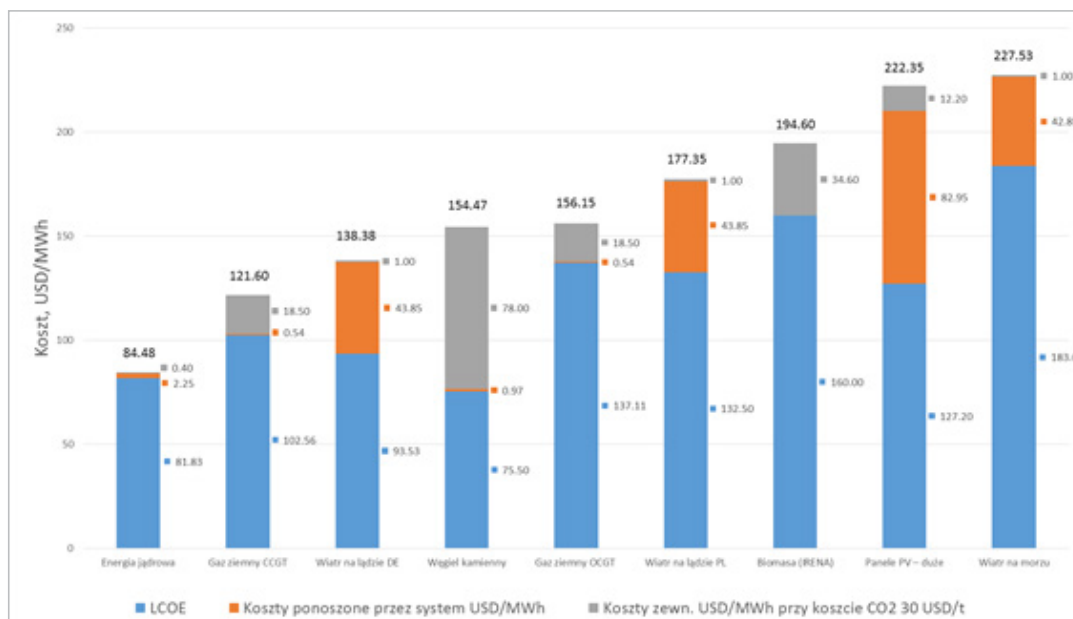
instalacji energetycznych, ich drogi i zasięg rozchodzenia się w atmosferze, drogi przenikania do organizmu człowieka i skutki zdrowotne, a na koniec gotowość społeczeństwa do ponoszenia kosztów w celu wykluczenia tych zagrożeń. W analizie wykorzystano wyniki ocen skutków emisji w zależności od położenia miejsca emisji opracowane w programie NEEDS. Koszty emisji CO₂ obliczono przyjmując koszt emisji 30 USD/t CO₂, a koszty zanieczyszczeń dwutlenkiem siarki, tlenkiem azotu, pyłami i rtęcią przyjmowano zgodnie z wynikami określonymi dla Polski w programie NEEDS prowadzonym przez Unię Europejską.

Suma kosztów ponoszonych przez społeczeństwo

Suma kosztów ponoszonych przez społeczeństwo jest przedstawiona na rys. 8.

Jak widać, energia jądrowa jest nie tylko źródłem energii stabilnej i czystej, ale także najtańszej z punktu widzenia interesów całego społeczeństwa.

Obecnie, wkrótce po zakończeniu szczytu paryskiego, który ustalił światową strategię redukcji emisji CO₂, Polska jest u progu ogłoszenia przetargu na pierwszą elektrownię jądrową, dającą czystą energię elektryczną bez emisji CO₂. Polska droga do realizacji postanowień COP 21 jest podobna, jak droga Wielkiej Brytanii – podejmującej budowę szeregu nowych elektrowni jądrowych – i droga Stanów Zjednoczonych oraz dziesiątków krajów z pięciu kontynentów. Gdy mówimy, że ograniczenie emisji CO₂ ma służyć naszym dzieciom i wnukom, możemy też z satysfakcją powiedzieć, że obrana przez Polskę droga do tego celu zapewni nie tylko redukcję emisji CO₂, ale także da naszym dzieciom i wnukom czyste powietrze i tanią energię elektryczną przez następne stulecie.



Rys. 8. Suma kosztów ponoszonych przez społeczeństwo przy wytwarzaniu energii elektrycznej z różnych źródeł

Fig. 8. Total costs borne by society for electricity production from various power sources

dr inż. Andrzej Strupczewski prof. nadzw. NCBJ,
Wiceprezes Stowarzyszenia Ekologów
na Rzecz Energii Nuklearnej – SEREN,
Warszawa

LITERATURA

1. Dr inż. Andrzej Strupczewski, prof. nzw. Narodowego Centrum Badań Jądrowych, Wiceprezes Stowarzyszenia Ekologów na Rzecz Energetyki Nuklearnej
2. http://www.eko.org.pl/index_news.php?dzial=2&kat=20&art=1602
3. http://www.eko.org.pl/index_news.php?dzial=2&kat=20&art=1602
4. http://www.eko.org.pl/index_news.php?dzial=2&kat=20&art=1602
5. <http://www.wprost.pl/ar/116375/Energia-jadrowa-niezbiedna-Europie/>
6. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/>
7. <http://www.rp.pl/Konferencja-klimatyczna-Paryz-2015/151219759-COP21-Jest-porozumienie-Planeta-zwycieza.html>
8. <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fTEXT%2bTA%2bP8-TA-2015-0444%2b0%2bDOC%2bXML%2bV0%2f%2fEN&language=EN>
9. http://www.world-nuclear-news.org/energyEnvironment/Nuclear_energy_indispensable_says_EU_report.shtml
10. OPINIA Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie „Ramowego programu energetyki jądrowej” z dnia 12 lipca 2007 r., COM(2006) 844 wersja ostateczna
11. <http://alexander-wendt.com/blog/wir-schaffen-das-teil-eins/>
12. <http://www.wind-works.org/FeedLaws/Germany/GermanyPassesNewRenewableEnergyLawfor2012.html>
13. Die krassen Fehlprognosen beim Ökostrom Die Welt, 20 October 2012
14. Focus Magazin, 15 October 2012 Focus Magazin, 15 October 2012
15. <http://www.agora-energiewende.de/de/themen/-ago-them-/Produkt/produkt/122/Die+Entwicklung+der+EEG-Kosten+bis+2035/>
16. Bruno Burger B., Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014 Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, den 06.01.2015
17. <http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article123276180/Flaute-und-Wolken-stoppen-Oekostrom-Produktion.html>
18. <https://windlaerm.wordpress.com/2015/11/13/energiepolitik-weder-weise-noch-wirtschaftlich/>
19. <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/e-und-ich/im-dialog/aktuelle-debatte/kosten-erneuerbare-energien-vs-atomkraft/>
20. DAV – Deutscher Arbeitgeber-Verband: Planwirtschaft wie beim Pharaon Wolfgang Prabel, Ingenieur 24. August 2015
21. <http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/presse-jahresgutachten-2015-16.html>
22. <http://www.manager-magazin.de/politik/deutschland/hans-werner-sinn-vom-ifo-institut-ueber-windenergie-und-energie-wende-a-950237.html>
23. Findet eine Energiewende statt? Physikalisches Institut der Universität Heidelberg Prof. Dr. Dr. h.c. Dirk Dubbers, Prof. Dr. Johanna Stachel, Prof. Dr. Ulrich Uwer 05.02.2015
24. <http://www.trueactivist.com/germany-just-got-78-percent-of-its-electricity-from-renewable-sources/>
25. http://www.pfbach.dk/firma_pfb/time_series/data_files/2014_de_wind.xls
26. http://www.pfbach.dk/firma_pfb/time_series/data_files/2014_de_pv.xls
27. http://www.cesifo-group.de/de/ifoHome/policy/Staff-Comments-in-the-Media/Interviews-in-print-media/Archive/Interviews_2014/medienecho_ifointerview-Baecker_22-02-2014.html
28. <http://www.world-nuclear-news.org/NN-New-legal-challenge-for-Hinkley-Point-C-0307157.html> oraz <https://www.linkedin.com/pulse/new-legal-challenge-hinkley-point-c-samuel-wu>
29. <http://www.rechargenews.com/wind/1405020/renewable-power-groups-start-legal-challenge-to-uk-nuclear-support>
30. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_carbon_dioxide_emissions
31. UK Chancellor To Abolish Coalition's Green Tax Target The Sunday Telegraph, 5 July 2015
32. Rupert Darwall: The Night Britain's Lights Went Out The Wall Street Journal, 27 November 2015
33. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/United-Kingdom/> 29.11.2015
34. Czechy ograniczają wsparcie dla OZE <http://www.wnp.pl/wiadomosci/204653.html>
35. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-06-06/spain-caps-earnings-from-renewables-in-subsidy-overhaul>
36. <http://energiaadebate.com/the-dutch-lose-faith-in-windmills/>
37. <http://www.thegwpf.com/europe-rolls-back-green-energy-subsidies/>
38. tamże
39. <http://cleantechnica.com/2015/07/02/another-tragedy-in-greece/>
40. http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/greece-turns-to-lignite-_100019886/#axzz3eamKYDF8
41. Australian Government Bans Renewable Energy Subsidies Breitbart News, 12 July 2015
42. A. Strupczewski: Analiza i ocena kosztów energii elektrycznej z różnych źródeł energii w Polsce, raport NCBJ - SJ Nr: B - 27/2015, 1.10.2015.
43. OECD-NEA: Projected Costs of Generating Electricity 2015 Edition OECD 2015 NEA No. 7057
44. Nuclear Energy and Renewables: System Effects in Low-carbon Electricity Systems © OECD 2012 NEA No. 7056 Nuclear Energy Agency - Organisation For Economic Co-Operation And Development

PRACA REAKTORA BADAWCZEGO MARIA W 2015 ROKU

Research reactor MARIA operation in 2015

Andrzej Gołąb
Mikołaj Tarchalski

Wysokostrumieniowy reaktor badawczy MARIA, eksploatowany w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku, wykorzystywany jest do produkcji radioizotopów oraz do prowadzenia badań z wykorzystaniem wiązek neutronów wyprowadzanych z kanałów poziomych. W artykule opisano parametry techniczne reaktora i charakterystykę jego pracy w 2015 r.

The MARIA high-flux research reactor operated at the National Centre for Nuclear Research is used for targets irradiation and to run physical experiments using neutrons coming out from horizontal channels. The technical parameters of the reactor and characteristics of its operation in 2015 are described.

Słowa kluczowe: reaktor MARIA.

Key words: MARIA reactor.

Wysokostrumieniowy reaktor badawczy MARIA, eksploatowany w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku, wykorzystywany jest do produkcji izotopów promieniotwórczych dla potrzeb medycyny i przemysłu oraz do prowadzenia badań fizycznych. Podstawowe parametry reaktora są następujące:

- moc nominalna - 30 MW
- strumień neutronów termicznych - $4 \cdot 10^{14}$ n/cm²s
- moderator - H₂O, beryl
- reflektor - grafit
- element paliwowy:
- materiał: krzemek uranu (U₃Si₂-Al) w dyspersji z aluminium (Al)
- wzbogacenie: 19,75%
- koszulka: aluminium (Al)
- kształt: 5 koncentrycznych rur
- długość: 1000 mm

Na fot.1. przedstawiono widok basenu reaktora MARIA.

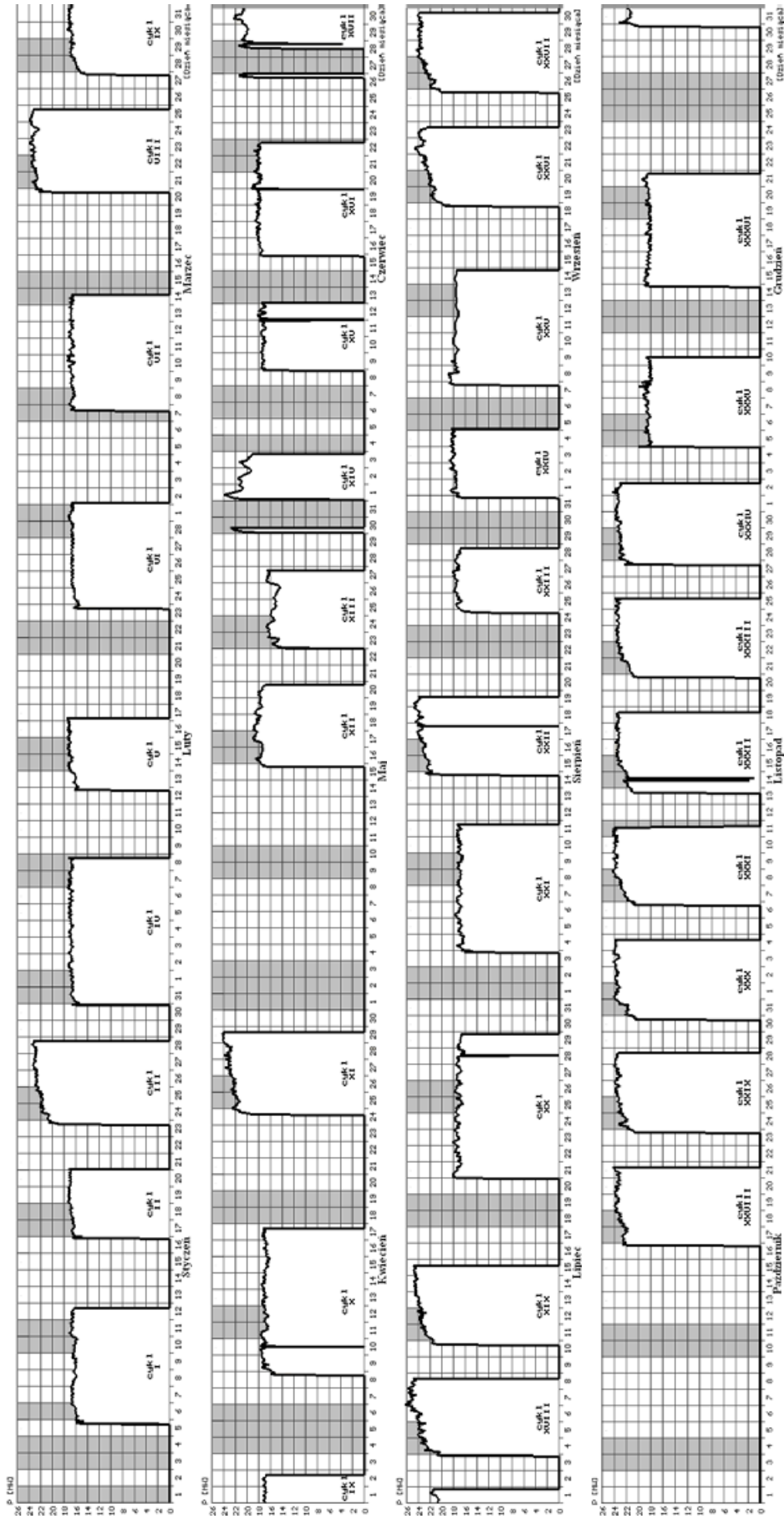
W roku 2015 reaktor przepracował 4776 godzin na mocy od 18 do 25 MW, co przedstawiono na załączonym zestawieniu (rys.1). Eksploatacja reaktora dostosowana była w szczególności do zapotrzebowań na napromienianie płytek uranowych do produkcji molibdenu (Mo-99), dla firmy amerykańskiej „Mallinckrodt Pharmaceuticals” oraz do zapotrzebowania Ośrodka Radioizotopów POLATOM i Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej na napromienianie materiałów tarczowych. Napromieniania dotyczyły głównie takich materiałów tarczowych, jak: dwutlenek telluru (do produkcji J-131), siarka (do produkcji P-32), chlorek potasu (do produkcji S-35), iryd, bromek potasu, związki samaru, lutet, iterb, lantan, miedź, kobalt, próbki materiałów alkalicznych, biologicznych i geologicznych. Całkowita aktywność napromienionych materiałów wyniosła ok. 1480 TBq oraz 10⁴ TBq dla molibdenu (Mo-99). Wykaz napromienianych materia-

łów tarczowych w reaktorze MARIA, w postaci liczby załadowanych zasobników do rdzenia reaktora przedstawiono na załączonym zestawieniu (rys. 2). Widoczne na rysunku obniżenie produkcji w 2004 r. spowodowane było wyłączeniem reaktora z powodu braku paliwa jądrowego. Ponadto w 2015 r. prowadzono napromienianie minerałów, w czterech specjalnych stanowiskach, co wymagało stosowania „nietypowej” konfiguracji rdzenia reaktora z ośmioma blokami wodnymi zawierającymi filtr, modelujący widmo neutronów (rys. 3). Prowadzono również napromieniania igieł irydowych wykorzystywanych w brachyterapii.

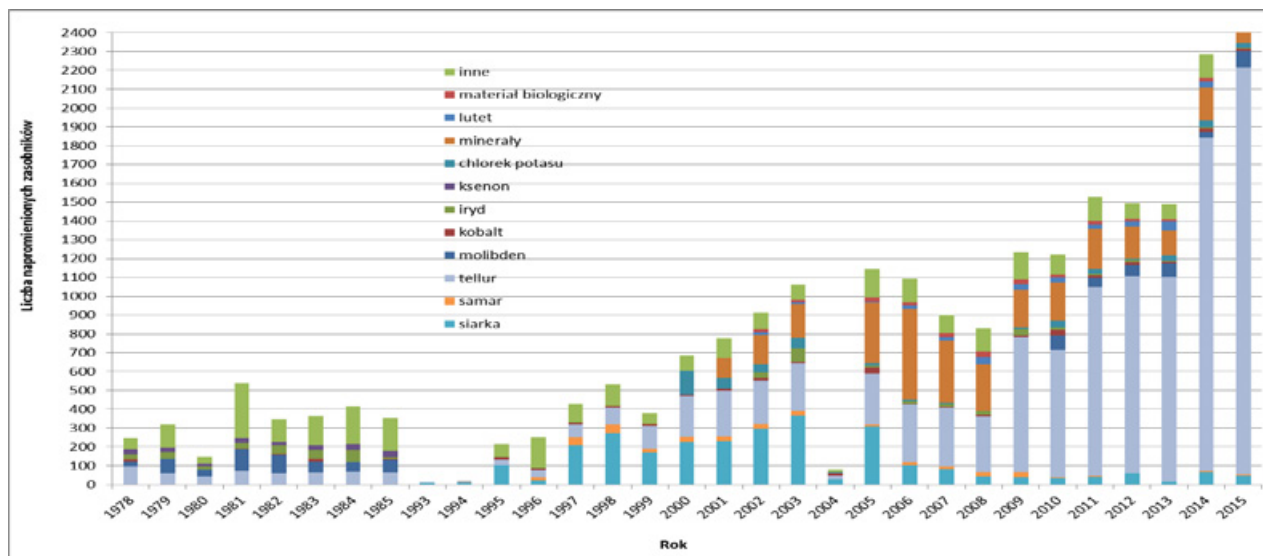


Fot. 1. Widok basenu reaktora MARIA

Photo. 1. View of MARIA reactor pool



Rys. 1. Zestawienie pracy reaktora MARIA w 2015 r.
Fig. 1. MARIA reactor operation diagram in 2015



Rys. 2. Wykaz napromienionych materiałów tarczowych w reaktorze MARIA od 1978 r.

Fig. 2. Statistics of irradiation targets in MARIA reactor since 1978

Cały ubiegły rok kontynuowano komercyjne napromienianie płytek uranowych (o wzbogaceniu 98% w U-235) służących do produkcji molibdenu (Mo-99), który to izotop ulega przemianie w technet (Tc-99m), będący najbardziej powszechnym radiofarmaceutykiem stosowanym w diagnostyce medycznej. Napromienianie płytek prowadzone jest w tzw. kanałach molibdenowych, których konstrukcja jest identyczna jak kanałów paliwowych ale zamiast paliwa umieszczone są dwa zasobniki zawierające płytki uranowe. Napromienianie realizowane jest w dwóch gniazdach i-6 i f-7 rdzenia reaktora (rys.3) w czasie wydłużonych cykli pracy reaktora do 120 godz. na mocy ok. 25 MW.

Celem pracy reaktora MARIA w 2015 r. było również wykorzystywanie wiązek neutronów, wyprowadzonych przez kanały poziome reaktora do prac badawczych, prowadzonych przez Środowiskowe Laboratorium Neutronografii. Poniżej przedstawiono zakres prac badawczych prowadzonych na tych kanałach:

Kanał poziomy H-3

(łącznie wykorzystanie kanału: 900 godz. czyli 19% czasu pracy reaktora)

- Badanie efektu starzenia w próbkach mosiądzu i spiżu metodą nisko-kątowego rozpraszania neutronów (współpraca z Instytutem Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego).
- Badanie rozmiarów ziaren i wydzielen międzyziarnowych w stalach typu ODS.

Kanał poziomy H-4

- Testy układów mechanicznych i pobierania danych spektrometru.

Kanał poziomy H-5

- Konserwacja i testy układów mechanicznych spektrometru.

Kanał poziomy H-6

(łącznie wykorzystanie kanału: 2550 godz. – 53% czasu pracy reaktora)

- Sprawdzanie temperaturowej zależności sieci krystalicznej stopu Mn-10%Ge.
- Badanie temperaturowej zależności uporządkowania bliskiego zasięgu w monokryształach Mn-Ni-Cu po wygrzaniu w temperaturze 1200°K, powolnym schłodzeniu do 1100°K i gwałtownym schłodzeniu do 300°K.

Kanał poziomy H-7

(łącznie wykorzystanie kanału: 2600 godz. – 54% czasu pracy reaktora)

- Badanie relacji dyspersji fal spinowych w próbce Mn-7,5%Ge.
- Pomiary niesprężystego rozpraszania neutronów w otoczeniu punktu sieci odwrotnej (100) w próbce odniesienia stopu Mn-Ni-Cu.

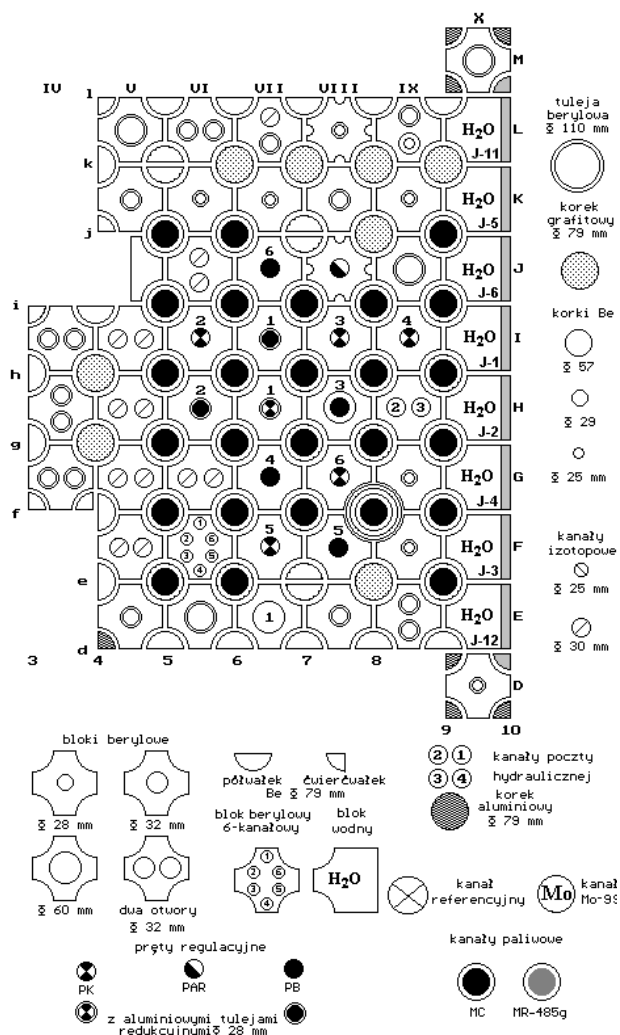
Kanał poziomy H-8

(łącznie wykorzystanie kanału: 510 godz. – 10% czasu pracy reaktora)

- Badanie procesu migracji oleju transformatorowego w izolacji papierowej.
- Badanie procesu podciągania kapilarnego wody przez mieszaniny piasku kwarcowego i granulowane zeolity symetryczne A, F9 i BCV100.
- Badanie obiektów historycznych m. in. fotografii i pochwy skórzanej (współpraca z Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu).
- Badanie urn grzebalnych ze stanowiska archeologicznego „Czerwony Dwór XXI” (współpraca z Instytutem Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego).
- Badanie właściwości radiogramów neutronowych otrzymanych dla próbek blach aluminiowych poddanych działaniu roztworu CdCl_2 .

W roku ubiegłym zakończył się realizowany w latach 2013-2015 w ramach współpracy międzynarodowej Narodowego Centrum Badań Jądrowych z Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) oraz Aix-Marseille University projekt GAMMA MAJOR. Celem projektu było określenie skuteczności francuskich kodów obliczeniowych, TRIPOLI4 oraz APOLLO2, wykorzystywanych do symulacji transportu neutronów i fotonów gamma. Dzięki temu projektowi strona polska mogła pozy-

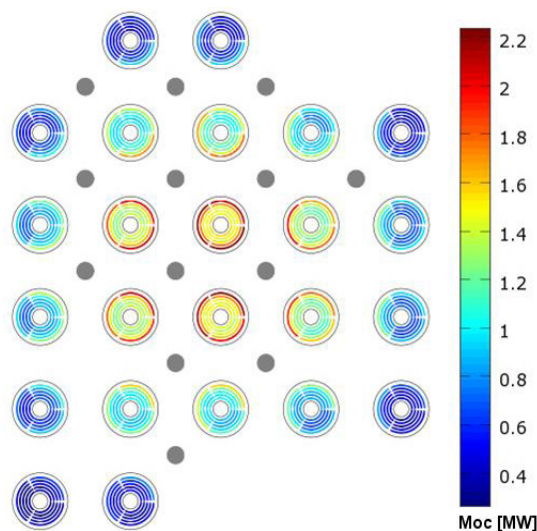
skąć wiedzę i doświadczenie potrzebne do obliczeń oraz poszerzyć doświadczenie związane z pomiarami grzania jądowego w reaktorze. Strona francuska natomiast, realizując ten program, miała okazję uzyskać odpowiedź na pytanie dotyczące skuteczności kodów wykorzystywanych w obliczeniach dla reaktora Jules Horowitz. Ten nowoczesny reaktor badawczy jest w trakcie budowy we francuskim ośrodku Cadarache na południu Francji. Ze względu na dużą moc reaktora 70-100MW oraz wyjątkowo wysoką jej gęstość w rdzeniu – spodziewane jest także wysokie grzanie od fotonów gamma w obszarze instrumentów badawczych, umieszczonych dookoła rdzenia. Dotychczasowe programy (kody) obliczeniowe dotyczyły powielania, spowalniania i transportu neutronów w rdzeniu reaktora. Fotony gamma, ze względu na złożoność procesu tworzenia oraz transportu, były przeważnie pomijane w obliczeniach. Było to także związane z czasem obliczeń, który zwiększał się wielokrotnie jeśli było brane pod uwagę także promieniowanie gamma. Dziś dzięki rozwojowi technologii oraz wiedzy stało się to możliwe, a nawet wymagane ze względu na bezpieczeństwo (możliwość przegrzania i uszkodzenia instrumentów badawczych) oraz jakość prowadzonych projektów badawczych.



Rys. 3. Konfiguracja rdzenia reaktora MARIA w grudniu 2015 r.
Fig. 3. MARIA reactor core configuration in December 2015

W reaktorze MARIA do tej pory nie były wykorzystywane francuskie kody (TRIPOLI4 i APOLLO2), konieczne stało się więc stworzenie od podstaw dwóch modeli obliczeniowych: pierwszego do symulacji transportu neutronów i fotonów gamma w rdzeniu oraz drugiego do obliczeń składu izotopowego w elementach paliwowych na różnym poziomie wypalenia. Model reaktora MARIA został stworzony z pełnym odwzwierciedleniem jej geometrii – to znaczy że wszystkie płaszczyzny bloków, szczelin, elementów paliwowych, prętów regulacyjnych i kanałów do napromieniowań mają zachowaną swoją geometrię oraz kąty nachylenia. Było to szczególnie skomplikowane ze względu na kształt rdzenia reaktora MARIA, który posiada kształt ściętego stożka. Cały model reaktora MARIA składa się z ponad 9 tys. komórek, 4 tys. Płaszczyzn oraz ponad 150 różnych materiałów. Każdy element paliwowy składa się z 15 warstw podzielonych w pionie na 5 poziomów uwzględniających wypalenie poszczególnych elementów paliwowych. Przykładowe wyniki obliczeń wykonanych kodem TRIPOLI4 pokazano na rys.4.

W celu określenia precyzji obliczeń zostały przeprowadzone dwa specjalne eksperymentalne cykle paliwowe w reaktorze MARIA we wrześniu 2014 r. oraz listopadzie 2015 r. Do pomiarów wykorzystano ponadprzeciętną ilość instrumentów pomiarowych w tym: kalorymetr Karolina, gamma-termometr, komorę jonizacyjną, detektory emisyjne (kolektrony) rodowy i wanadowy, detektory aktywacyjne oraz dwa francuskie kalorymetry w tym jeden o innowacyjnej konstrukcji. Podkreślić należy że kalorymetr Karolina został zaprojektowany i wykonany w całości w NCBJ przez zespół reaktora MARIA. Dzięki innowacyjnej metodzie kalibracyjnej możliwym stało się wyskalowanie kalorymetru przed włożeniem do rdzenia reaktora. Jak pokazały pomiary kalorymetr ten, mimo swej prostoty, potwierdził zbieżność pomiarów z wykorzystywanymi w wielu instalacjach jądowych, gamma termometrem i francuskimi kalorymetrami.

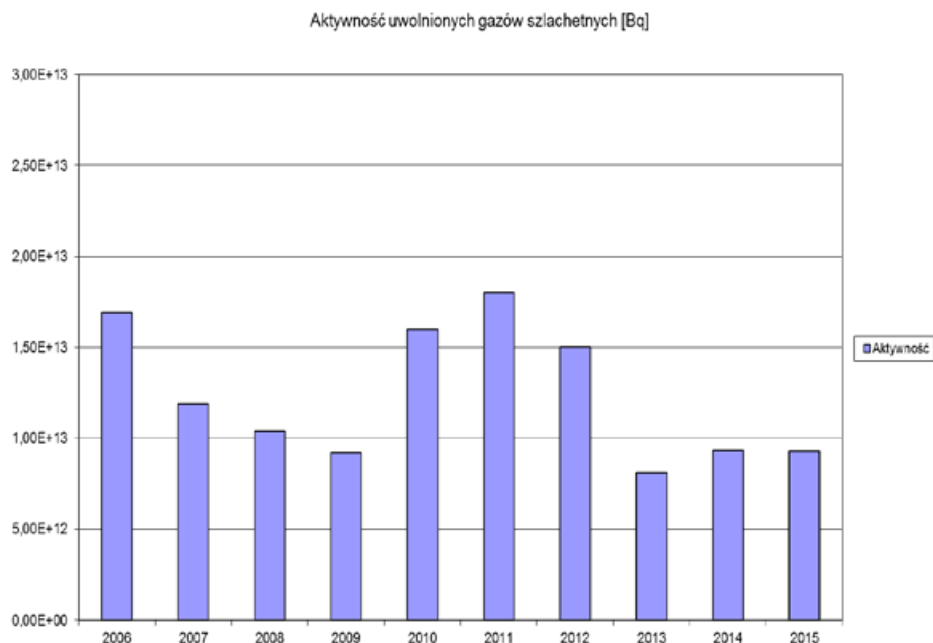


Rys. 4. Obliczony rozkład mocy w poszczególnych płytkach elementów paliwowych MR-5/485 za pomocą kodu TRIPOLI4
Fig. 4. Power distribution inside fuel element MR-5/485 plates, calculated by TRIPOLI4 code

Cały projekt został ukończony w 2015 r. Współpraca z francuskimi partnerami przyniosła korzyści, które przekroczyły pierwotne plany. Przeprowadzono dwie kampanie

pomiarowe, skonstruowano dwie niezależne instalacje pomiarowe, umieszczone w sześciu kanałach do napromieniania w rdzeniu reaktora i wykonano blisko 100 pojedynczych pomiarów, których analiza będzie mogła być wykorzystywana w następnych latach do badania efektywności obliczeń także innymi kodami obliczeniowymi.

W ubiegłym roku eksploatowane było tylko paliwo typu MC-5, wyprodukowane przez francuską firmę AREVA. Jest to paliwo 5-cio rurowe, zawierające 485 g uranu o wzbogaceniu 19,75% w izotop U-235, a więc paliwo niskowzbożone. Paliwo to jest bardzo dobrej jakości i dzięki temu możliwe jest głębsze jego wypalanie, przewyższające 50%, co zdecydowanie podnosi efektywność ekonomiczną eksploatacji reaktora.



Rys. 5. Roczne uwolnienia gazów szlachetnych z reaktora MARIA w ciągu ostatnich dziesięciu lat

Fig. 5. Yearly noble gases emission from MARIA reactor in the last 10 years

Istotną zmianą przeprowadzoną w konfiguracji rdzenia reaktora było wycofanie z eksploatacji ruchomych elementów paliwowych (REP-ów) i zastąpienie ich elementami nieruchomymi, jak pozostałe elementy paliwowe. Zmiana ta podyktowana była niewykorzystywaniem REP-ów do realizacji długich cykli paliwowych jak było planowane przy konstrukcji reaktora, a stwarzały one sporo problemów eksploatacyjnych.

Poziomy uwolnienie do atmosfery, przedstawione na rys. 5 i 6, wynosiły:

- emisja gazów szlachetnych (głównie Ar-41) – $9,3 \cdot 10^{12}$ Bq, co stanowiło 0,9% limitu uwolnień,
- emisja jodów – $3,2 \cdot 10^7$ Bq, co stanowiło 0,6% rocznego limitu uwolnień.

W 2015 r. 98 pracowników reaktora otrzymało dawkę mierzalną na całe ciało (Hp-10) zawierającą się w granicach 0,15-5,44 mSv, a 8 pracowników dawkę mierzalną na skórę (Hp-0,07) w granicach 1,25÷2,12 mSv, przy granicach dopuszczalnych wynoszących odpowiednio 20 i 500 mSv.

W czasie pracy reaktora wystąpiło w 2015 r. 8 krótkotrwałych przerw w pracy, przy czym w dwóch przypadkach istniała konieczność skrócenia cykli pracy. Wyłączenia te spowodowane były nieszczelnościami w układzie chłodzenia kanałów paliwowych. Na rys. 7 przedstawiono dwa parametry mówiące o dyspozycyjności reaktora MARIA na przestrzeni ostatnich 10 lat.

(1) stosunek liczby przepracowanych godzin do sumy liczby przepracowanych godzin i liczby godzin nie-

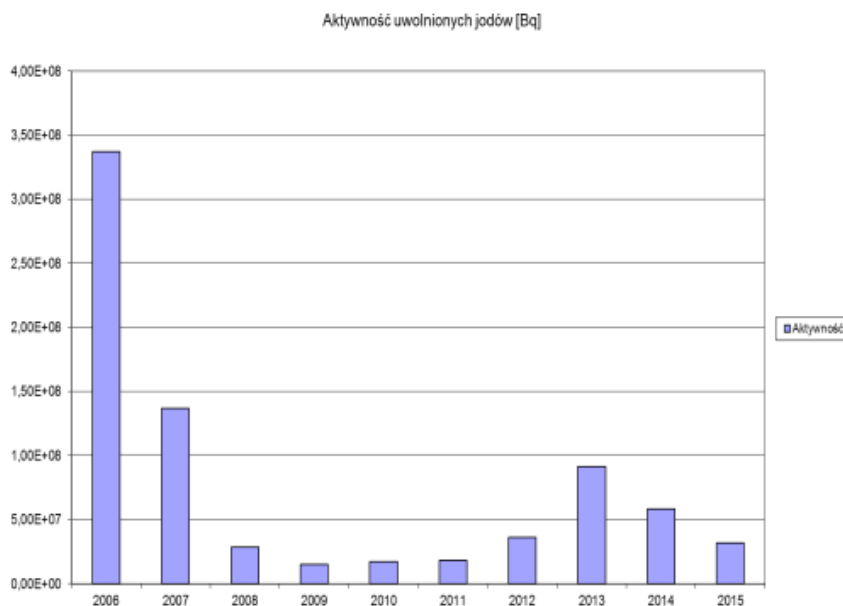
planowanych wyłączeń w 2015 r. (A_1), wynosił 98%,

(2) stosunek liczby godzin pracy reaktora do liczby godzin w 2015 r. (A_2) wynosił 54,5%.

Istotną zmianą przeprowadzoną w roku ubiegłym w układach technologicznych reaktora, była modernizacja układu wentylacji reaktora, która polegała na zainstalowaniu przetwornic częstotliwości, na silnikach wentylatorów w układzie wentylacji wyciągowej i nawiewnej z pompowni reaktora, które umożliwiają płynną regulację przepływu powietrza przez wentylatory. Przetwornice te oraz wcześniej zainstalowane przetwornice na jednej parze wentylatorów w układzie wentylacji z hali reaktora, włączone zostały w układ automatycznej kontroli podciśnień w pomieszczeniach technologicznych reaktora. Dzięki temu, istnieje możliwość automatycznego dostosowywania wydatków przepływającego powietrza przez wentylator do zadanych wartości podciśnień. Sposobność ta jest szczególnie istotna w sytuacjach awaryjnych uwolnień gazowych substancji promieniotwórczych do pomieszczeń technologicznych ponieważ, w takich stanach, nie można uwalniać dużych ilości skażonego powietrza do środowiska, a miałyby to miejsce przy pracy wentylatorów z pełnym przepływem. Zainstalowanie przetwornic daje możliwość automatycznej redukcji wydatków powietrza wyrzucanego do środowiska w sytuacjach awaryjnych, która inicjowana jest na skutek sygnałów dozymetrycznych wskazujących na przekroczenie dopuszczalnych granic skażeń powietrza usuwanego do środowiska.

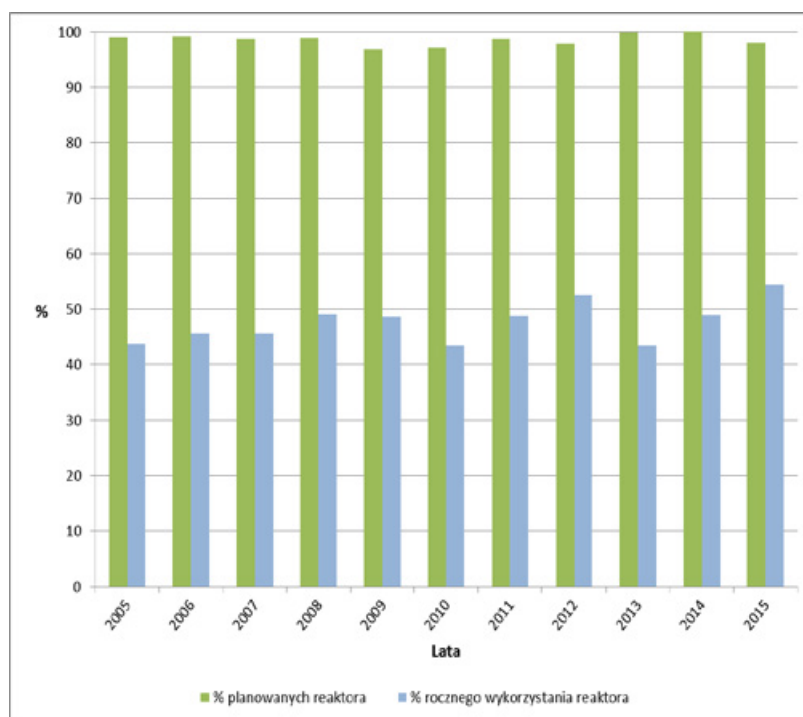
W ramach upowszechniania wiedzy o atomistyce w 2015 r. reaktor MARIA zwiedziło ok. 5000 uczniów szkół średnich i studentów uczelni wyższych z terenu całej Polski.

Dla niektórych grup studenckich z wyższych uczelni zorganizowano również ćwiczenia praktyczne z zakresu fizyki reaktorowej i ochrony przed promieniowaniem jonizującym.



Rys. 6. Roczne uwolnienia jodów z reaktora MARIA w ciągu ostatnich dziesięciu lat

Fig. 6. Yearly iodines emission from MARIA reactor in the last 10 years



Rys. 7. Roczne wskaźniki pracy reaktora MARIA od 2005 r.

Fig. 7. Yearly factors of reactor MARIA operation since 2005

Podsumowując, należy stwierdzić, że praca reaktora w 2015 r. przebiegała bez większych zakłóceń, potwierdzając jego dobrą dyspozycyjność oraz bezpieczną eksploatację.

mgr inż. Andrzej Gołąb,
mgr inż. Mikołaj Tarchalski,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Otwock-Świerk

ENERGETYKA JĄDROWA JAPONII PO KATASTROFIE W ELEKTROWNI FUKUSHIMA DAIICHI

Nuclear Energy in Japan after the Fukushima Daiichi incident

Krzysztof Rzymkowski

W opracowaniu przedstawiono aktualny stan energetyki jądrowej, modyfikacje planów jej rozwoju w Japonii po katastrofie wywołanej falą tsunami w elektrowni Fukushima Daiichi.

Present state of nuclear production and use, and modifications of its development plans after the Fukushima Daiichi tsunami incident is presented.

Słowa kluczowe: Fukushima Daiichi, programy badawcze, rozwój energetyki jądrowej.

Key Words: Fukushima Daiichi, research programme, nuclear energy.

Katastrofa w elektrowni jądrowej Fukushima w Japonii, spowodowana falą tsunami, stała się początkiem szerokiej dyskusji o bezpieczeństwie energetyki jądrowej. Zwrócono szczególną uwagę na sprawdzenie stosowanych i planowanych rozwiązań technicznych, opłacalność perspektyw dalszego rozwoju tej branży. Podejmowano też temat ochrony środowiska, m.in. z punktu widzenia tzw. idei zrównoważonego rozwoju, zakładającej oszczędną gospodarkę zasobami naturalnymi. Analiza przyczyn katastrofy w elektrowni Fukushima w Japonii, zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, dotyczących wymagań bezpieczeństwa, wdrażania procedur działań awaryjnych rozpoczęła się niemal zaraz po trzęsieniu ziemi i będzie jeszcze długo przedmiotem rozważań i wszechstronnych badań organizacji międzynarodowych, ośrodków badawczych, a przede wszystkim konstruktorów reaktorów.

Rozwijająca się dynamicznie gospodarka Japonii wymaga stałych i stabilnych dostaw energii. Mimo wprowadzenia coraz bardziej energooszczędnych technologii, przy nieustannym wzroście zapotrzebowanie na energię, zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego wymaga ciągłej budowy nowych i modernizacji starych elektrowni. Planowane jest również lepsze wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

Ponieważ naturalne zasoby pierwotnych źródeł energii (węgiel, gaz, ropy, uranu) są w Japonii bardzo ograniczone to dla zaspokojenia niezbędnych potrzeb Japonia jest zmuszona do importu około 80% potrzebnych surowców energetycznych. Dodatkowo, położenie na wyspach uniemożliwia sprowadzanie energii z państw sąsiednich.

Dlatego mimo trudności spowodowanych trzęsieniem ziemi prowadzącym do katastrofy elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi, wymuszającej rewizję pierwotnych planów rozwoju energetyki jądrowej, Japonia będzie kontynuować rozbudowę i modernizację energetyki jądrowej wprowadzając nowocześniejsze rozwiązania i zdecydowanie poprawiając systemy bezpieczeństwa.

Energetyka jądrowa w Japonii

Japonia była pierwszym krajem, który bezpośrednio doświadczył ogromnej siły niszczącej energii jądrowej.

Mimo to w roku 1954 rozpoczęto wdrażanie kompleksowego długoterminowego programu badań, rozwoju i wykorzystania energii jądrowej (*Programm for Research, Development and Utilisation of Nuclear Energy*) w oparciu o prawo atomowe.

Japońskie prawo atomowe obowiązuje od 1955 r. i ściśle ogranicza zakres badań jądrowych tylko do zastosowań pokojowych.

W roku 1956 powołano Komisję Energii Atomowej (*Atomic Energy Commission*) nazywaną obecnie Japońską Komisją Energii Atomowej (*Japan Atomic Energy Commission*), której zadaniem była realizacja opracowanego programu i promowanie energetyki jądrowej. Zgodnie z prawem atomowym, w tym samym roku powołano również inne instytucje badawcze:

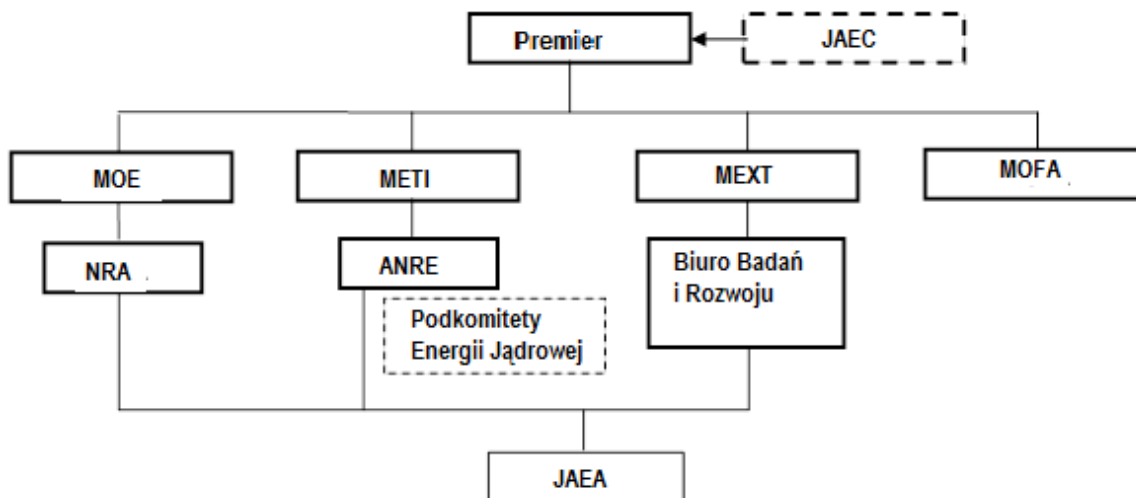
- Agencję Naukowo Techniczną (*Science & Technology Agency*),
- Japoński Instytut Badań Energii Atomowej (*Japan Atomic Energy Research Institute JAERI*),
- Towarzystwo Paliwa Jądrowego (*Atomic Fuel Corporation*) przekształcone później w Towarzystwo Reaktorów Energetycznych i Rozwoju Paliwa Jądrowego (*Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation*) bardziej znane jako PNC (*Power Nuclear Corporation*).

Po katastrofie w elektrowni Fukushima Daiichi, wywołanej falą tsunami, przeprowadzono szereg istotnych reform mających zapewnić lepszą organizację dozoru jądrowego.

Rolę dozoru jądrowego w Japonii pełniła Agencja Bezpieczeństwa Jądrowego i Przemysłowego (NISA - *Nuclear and Industrial Safety Agency*) nadzorowana przez Komisję Bezpieczeństwa Jądrowego (NSC - *Nuclear Safety Commission*) i Japońską Komisję Energii Atomowej (JAEC - *Japan Atomic Energy Commission*), które z kolei podlegają prezydium Rządu (*Cabinet Office*).

Agencja Bezpieczeństwa Jądrowego i Przemysłowego NISA była administracyjnie podległa Ministerstwu Gospodarki, Handlu i Przemysłu (METI – *Ministry of Economy, Trade and Industry*). Ministerstwo powstało w 2001 r. z przekształcenia Ministerstwa Handlu Zagranicznego i Przemysłu (MITI – *Ministry of International Trade and Industry*).

We wrześniu 2012 r., po katastrofie powołano nową organizację przejmującą całkowicie rolę dozoru jądrowego jednocześnie likwidując NISA. Nową organizację Urząd Dozoru Jądrowego (*Nuclear Regulation Authority - NRA*) podporządkowano Ministerstwu Środowiska. Obecną organizację urzędów energetyki jądrowej w Japonii przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1 Organizacja urzędów energetyki jądrowej w Japonii (IAEA PRIS)

Fig. 1 Japanese Nuclear Authorities scheme (IAEA PRIS)

MOE - *Ministry of Environment* Ministerstwo Środowiska

NRA - *Nuclear Regulation Authority* Urząd Dozoru Jądrowego

METI - *Ministry of Economy, Trade and Industry* Ministerstwo Gospodarki, Handlu i Przemysłu

MEXT - *Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology* Ministerstwo Oświaty, Kultury, Sportu, Nauki

JAEC - *Japan Atomic Energy Commission* Japońska Komisja Energii Atomowej

ANRE - *Agency of Natural Resources and Energy* Agencja Zasobów Naturalnych i Energii

MOFA - *Ministry of Foreign Affairs* Ministerstwo Spraw Zagranicznych

JAEA - *Japan Atomic Energy Agency* Japońska Agencja Energii Atomowej

MEXT jest odpowiedzialny za badania i rozwój technik jądrowych ze szczególnym uwzględnieniem cyklu paliwowego, reaktorów powielających, akceleratorów. METI odpowiada za rozwój technik wzbogacania, produkcji paliwa, przerobu paliwa, unieszkodliwianie odpadów. MOFA odpowiada za współpracę międzynarodową w zakresie działań dotyczących energetyki jądrowej.

Oprócz tego istnieje Japońska Organizacja Bezpieczeństwa Energii Jądrowej (*JNESO – Japan Nuclear Energy Safety Organization*), zrzeszająca specjalistów z różnych dziedzin, niebędąca agendą rządową.

Pierwszy energetyczny reaktor jądrowy importowany (Tokai 1) z Wielkiej Brytanii o mocy 160 MW (grafitowy, chłodzony gazem) był uruchomiony w lipcu 1960 roku w Tokai na płn. od Tokyo w prefekturze Ibaraki.

Przed katastrofą w Japonii pracowały 54 reaktory energetyczne o łącznej mocy 45 520 MW co stanowiło około 30% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną. Budowano następne trzy bloki energetyczne o łącznej mocy 3300 MW i projektowano budowę dalszych 12 o mocy 14 400 MW.

Rozbudowa energetyki jądrowej była związana pośrednio z rozwiązywaniem problemów energetycznych Japonii wynikających z organizacji sieci energetycznej. W Japonii nie ma jednej ogólnokrajowej sieci energetycznej. Obowiązują dwa standardy częstotliwości 50 Hz i 60 Hz. Taka sytuacja powstała na początku elektryfikacji Japonii przez dwie różne kampanie AEG z Niemiec (tzw. sieć

zachodnia) i General Electric ze Stanów Zjednoczonych (tzw. sieć wschodnia). Linia podziału przebiega nieco na północ od Tokyo dzieląc Honshiu na połowy w rejonach północnych obowiązuje standard 60 Hz. Trzy stacje konwersji częstotliwości (Higashi - Shimizu, Shin Shinono, Sakuma) mają za małą wydajność by można było uzupełniać braki energetyczne w obu częściach wyspy. W części tzw. wschodniej przeważają reaktory jądrowe typu BWR natomiast w zachodniej reaktory typu PWR.

Japońska sieć energetyczna jest podzielona na 9 stref geograficznych obsługiwanych przez 9 koncernów energetycznych. Okinawa stanowi odrębny region obsługiwany przez Koncern OKIDEN wraz z wieloma mniejszymi wyspami niekorzystający z elektrowni jądrowych.

Właścicielami elektrowni są prywatne firmy energetyczne zrzeszone w Federacji Towarzystw Energetycznych Japonii – FEPC.

CHUBU - *Chubu Electric Power*

CHUGOKU - *Chugoku Electric Power Company,*

HOKURIKU - *Hokuriku Electric Power Company,*

HEPCO - *Hokkaido Electric Power Company,*

KYUSHU - *Kyushu Electric Power Company,*

KEPCO - *Kansai Electric Power Company,*

TEPCO - *Tokyo Electric Power Company,*

TOHOKU - *Tohoku Electric Power Company,*

YONDEN - *Shikoku Electric Power Company,*

OKIDEN - *Okinawa Electric Power Company*

Tab.1 Planowane japońskie reaktory energetyczne zamówione lub zgłoszone do przetargu przed katastrofą w Fukushimaie

Reaktor	Typ	Przewidywana Moc zainstalowana Mwe	Właściciel	Początek budowy	Oddanie do eksploatacji
Ohma	ABWR	1383	EPDC/J-Power	Maj 2008	Marzec 2012
Fukushima 1-7&8	ABWR	1380	TEPCO	Kwiecień 2010	Październik 2014-15
Higashidori 1&2	ABWR	1385	TEPCO	Listopad 2009&2012	Październik 2014-18
Tsuruga 3&4	APWR	1538	JAPC	Październik 2010	2015-17
Kaminoseki 1&2	ABWR	1373	Chugoku	201072013	2015&18
Higashidori 2	ABWR	1385	Tohoku	2014	2019
Namie-odaka	BWR	825	Tohoku	2014	2019
Shimane 3	BWR	1325	Chugoku	2007	
Sendai 3	PWR	1100?	Kyushu	Przetarg prowadzony przez władze lokalne	
Razem 12 reaktorów	16 045 Mwe				
Monju	Prototyp FBR	JAEA		W eksploatacji 1994-95 w oczekiwaniu na ponowne uruchomienie	

Po katastrofie wyłączono wszystkie pracujące reaktory za wyjątkiem dwóch reaktorów (nr 3 i 4) w Elektrowni Ohi (Ōi). Bloki 3 i 4 zostały wyłączone w sierpniu 2013. W roku 2015 włączono ponownie blok 1 (11 sierpień) i blok nr 2 (1 listopad) elektrowni Sendai.

Po katastrofie elektrowni jądrowej w Fukushimaie Europejska Grupa Bezpieczeństwa Jądrowego (*European Nuclear Safety Regulatory Group – ENSREG*) przygotowała dokument, w którym przedstawiła podstawowe zalecenia dla operatorów reaktorów energetycznych, mające na celu poprawę ich bezpieczeństwa. We wszystkich europejskich elektrowniach jądrowych przeprowadzono w 2011 r. tzw. testy wytrzymałościowe - stress-tests - polegające na sprawdzeniu poprawności działania systemów bezpieczeństwa w ekstremalnie trudnych warunkach.

Rząd Japonii zdecydował, że analogiczny test w Japonii będzie dwustopniowy. W pierwszym stopniu zakładano, że systemy bezpieczeństwa mogą ulec zniszczeniu lub blokadzie w wyniku zjawisk naturalnych. Siła niszcząca zjawiska mogłaby spowodować zniszczenie paliwa jądrowego jak i innych mniej odpornych elementów obiektu.

Zakładano, że w chwili pojawienia się siły niszczącej elektrownia pracowałaby przy pełnej mocy, a basen wypalonego paliwa byłby zapełniony. Wykorzystano do tego symulację komputerową uwzględniającą trzęsienie ziemi, falę tsunami, utratę zasilania. Pozytywne rezultaty pierwszego stopnia testu są warunkiem ponownego uruchomienia reaktora. W drugim stopniu testu zakładano jeszcze bardziej poważne zagrożenie polegające na nakładaniu się dwóch zdarzeń, awarii systemów elektrowni i zjawisk naturalnych. W marcu 2012 r. NRC uznała pozytywnie wyniki pierwszego stopnia testu dla 17 reaktorów. Komisja Bezpieczeństwa Jądrowego (*Nuclear Safety Commission – NSC*) zatwierdziła je dla elektrowni Ohi 1&2 oraz Ikata. W następnej kolejności zatwierdzono wyniki testu dla elektrowni Tomari 1&2, Takahama 3&4 oraz Sendai 1&2. W kwietniu 2012 r. rząd zezwolił na uruchomienie elektrowni Ohi obecnie wyłączonej ze względu na rutynową obsługę (wymiana paliwa, konserwacja, przegląd).

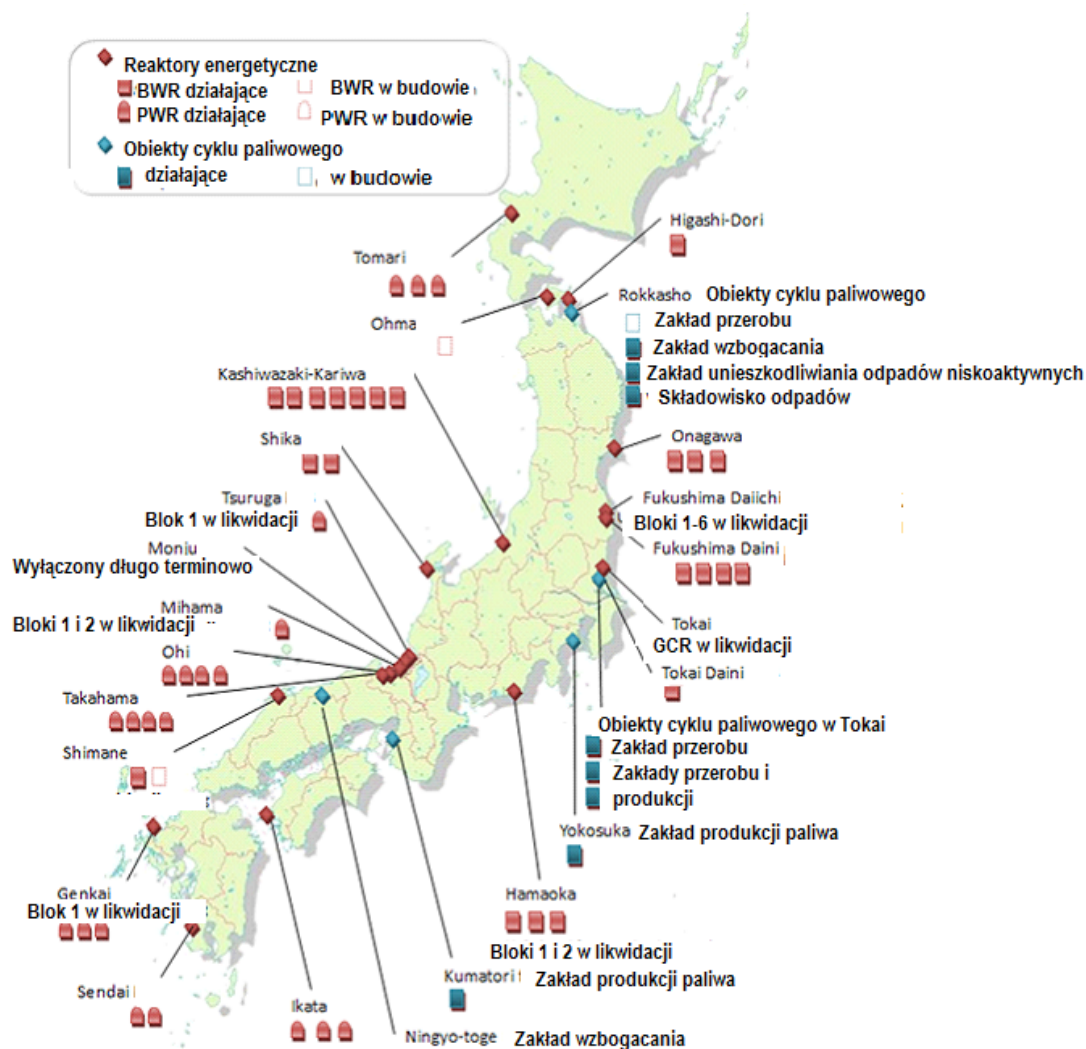
Obecnie czynne są 43 reaktory z których 22 oczekuje na ostatnie decyzje zezwalające na włączenie a pozostałe są przygotowywane.

Tab. 2 Reaktory w budowie i trwale wyłączone

Reaktor	Typ	Przewidywana Moc zainstalowana Mwe	Właściciel	Początek budowy	Oddanie do eksploatacji
Oma	BWR	1325	EPCD	2010-05-07	W budowie
Shimane	BWR	1325	Chugoku	2007-10-12	W budowie
Monju	FBR	246	JAEA	1986-05-10	Czasowo wył.
Fugen	ATR	148	JAEA	1972-05-10	Wył. 2003-03-29
Fukushima Daiichi 1	BWR	439	TEPCO	1967-07-25	Wył. 2011-05-19
Fukushima Daiichi 2	BWR	760	TEPCO	1969-06-09	Wył. 2011-05-19
Fukushima Daiichi 3	BWR	760	TEPCO	1970-12-28	Wył. 2011-05-19
Fukushima Daiichi 4	BWR	760	TEPCO	1973-02-12	Wył. 2011-05-19
Fukushima Daiichi 5	BWR	760	TEPCO	1972-05-22	Wył. 2011-05-19
Fukushima Daiichi 6	BWR	1067	TEPCO	1973-10-26	Wył. 2011-05-19

Reaktor	Typ	Przewidywana Moc zainstalowana Mwe	Właściciel	Początek budowy	Oddanie do eksploatacji
Hamaoka 1	BWR	515	Chubu	1971-06-10	Wył. 2011-05-19
Hamaoka 2	BWR	806	Chubu	1974-06-14	Wył. 2009-01-09
JPDR	BWR	12	JAEA	1960-12-01	Wył. 2009-01-30
Tokai 1	GCR	137	JAPCO	1961-03-01	Wył. 1998-03-31

Data source: IAEA - Power Reactor Information System (PRIS).



Rys. 2 Aktualny stan zakładów przemysłu jądrowego Japonii (PRIS)

Fig. 2 Present Day conditio of Japanese Nuclear Energy Industry

Dążąc do zapewnienia stabilności energetycznej kraju, zdecydowano się na intensywny rozwój energetyki jądrowej ze szczególnym uwzględnieniem zamkniętego cyklu paliwowego. Zamknięty cykl paliwowy umożliwia odzyskiwanie plutonu i niewypalonego uranu do produkcji nowego paliwa tzw. MOX (Mixed – Oxide mieszaniny tlenków plutonu i uranu) oraz zredukowanie odpadów wysoko radioaktywnych, stwarzając pewnego rodzaju długoterminową samowystarczalność. Dlatego po katastrofie w dalszym ciągu rozbudowywane są zakłady przerobu paliwa. Pierwszymi pilotowymi zakładami odzyskiwania uranu, przerobu paliwa oraz wzbogacania uranu były zakłady należące do JAEA w Ningyo Toge w prefekturze Okayama. W Rokkasho w prefekturze Aomori budowany jest nowy ośrodek przerobu paliwa, wzbogacania,

i unieszkodliwiania odpadów należący do JNFL (*Japan Nuclear Fuel Limited*). Obecne zapasy paliwa (materiału paliwowego) zgromadzone w Japonii według przewidywań ekspertów mogą wystarczyć na dłuższy czas nawet po uruchomieniu wszystkich wyłączonych obecnie reaktorów.

Modyfikacja planów

Za perspektywiczne plany rozwoju energetyki Japonii uwzględniające przede wszystkim bezpieczeństwo energetyczne, stabilność dostaw, ochronę środowiska i efekty ekonomiczne odpowiedzialny jest Rząd Japonii. Regulacje prawne mają zapewnić demokratyczne podejmowanie decyzji w zakresie wykorzystania energii jądrowej, niezależ-

ność i przejrzystość badań naukowych oraz wszelkich działań związanych z energią jądrową, włączając w to współpracę międzynarodową.

W odniesieniu do energetyki jądrowej oznaczało to:

- uznanie, że energia jądrowa powinna być głównym źródłem energii elektrycznej (obowiązujące do czasu katastrofy w Fukushima).
- przemysłowe odzyskiwanie uranu i plutonu z wypalonego paliwa w zamkniętym cyklu paliwowym
- propagowanie i przekonywanie społeczeństwa o zaletach energetyki jądrowej ze szczególnym podkreśleniem bezpieczeństwa tej energetyki.

W marcu 2002 r. rząd Japonii podjął decyzję o znacznym przyspieszeniu rozwoju energetyki jądrowej w celu uzyskania możliwie szybkiej redukcji emisji gazów wpływających na zmiany klimatyczne, zgodnie z ustaleniami Protokołu z Kyoto.

W czerwcu 2002 r. opracowano projekt założeń do ustawy o Podstawach Polityki Energetycznej. Pierwszy projekt Planu Strategicznego rozwoju energetyki opracowano w październiku 2003 r., drugi w marcu 2003 r. i trzeci w 2010 r. Trzeci projekt zakładał zwiększenie samowystarczalności Japonii (70% w 2030 r.) przez lepsze wykorzystanie paliw kopalnych. Przed katastrofą w Japonii pracowały 54 reaktory energetyczne pokrywające około 30% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną w Japonii. Zakładano, że w roku 2030 elektrownie jądrowe będą pokrywały do 40% zapotrzebowania na energię elektryczną. Planowano, że w roku 2050 energetyka jądrowa będzie dostarczać 90GW, co oznacza podwojenie udziału energii jądrowej pokrywającej w tym czasie 60% całkowitego zapotrzebowania krajowego. Dodatkowo 20GW (energii cieplnej) uzyskanych z elektrowni jądrowych będzie wykorzystanych do produkcji wodoru.

Po katastrofie plany te uległy drastycznej zmianie.

Nowy strategiczny plan energetyki japońskiej przyjęty przez rząd w kwietniu 2014 r. opracowano przy założeniu wielopoziomowej elastycznej struktury zróżnicowanych źródeł energii zapewniającej bezpieczeństwo energetyczne, efektywność ekonomiczną ochronę środowiska i bezpieczne funkcjonowanie elektrowni atomowych.

Celem tego nowego planu jest zbudowanie silnej wielowarstwowej struktury dostaw energii z różnych źródeł wzajemnie kompensującej niedostatki każdego źródła, zwiększenie elastyczności rynku energetycznego, promowanie i rozwój wykorzystania krajowych zasobów energetycznych zapewniając jak najwyższy stopień samowystarczalności minimalizując uzależnienie od importu.

Energia jądrowa jest ważnym składnikiem systemu energetycznego przyczyniając się do stabilizacji dostaw energii. Może być jeszcze przez jakiś czas, ze względu na znaczne zapasy materiału jądrowego, traktowane jako źródło energii wykorzystujące zasoby krajowe. Jej zaletą jest stabilność dostaw energii, niskie koszty produkcji i niski poziom emisji szkodliwych substancji.

W ostatnim Strategicznym Planie Rozwoju Energetyki Japonii od roku 2015 zakłada się, że ze względu na brak pełnej akceptacji społecznej, ograniczenie udziału energetyki jądrowej w rynku energetycznym do niezbędnego minimum według długo terminowych przewidywań będzie to 30%. Jest to poziom zbliżony do opracowanego w 2001 r. przez MITI perspektywnego planu rozwoju energetyki jądrowej w którym przewidywano wzrost produkcji energii elektrycznej o 30% (13 000 MW) w wyniku uruchomienia nowych od 9 do 12 elektrowni jądrowych do roku 2011. Obecnie 30% jest poziomem docelowym.

Wyłączone po katastrofie elektrownie jądrowe po uzyskaniu odpowiednich atestów i zgody Dozoru Jądrowego będą stopniowo włączane do sieci. Czas eksploatacji elektrowni jądrowych został ograniczony do 40 lat i jednocześnie nie przewiduje się rozpoczęcia nowych konstrukcji. Przewiduje się potrojenie wykorzystania energii ze źródeł naturalnych. Przejście do innej struktury zaspokajania potrzeb na energię będzie dokonywane stopniowo i będzie bardzo kosztowne co może mieć negatywne skutki ekonomiczne.

Rząd podejmie działania mające na celu zwiększenie poparcia społecznego dla energetyki jądrowej poprzez polepszenie poziomu edukacji.

Badania naukowe

Oprócz bardzo dynamicznego rozwoju energetyki jądrowej, od początku wdrażania programu jądrowego prowadzone są na szeroką skalę badania naukowe w licznych ośrodkach uniwersyteckich (największe w Tokyo i Kyoto) oraz w wielu korporacjach przemysłowych (Hitachi, Mitsubishi, Toshiba) posiadających własne reaktory doświadczalne, zestawy krytyczne i akceleratory.

Wszystkie te działania spowodowały, że Japonia należy do ścisłej czołówki państw prowadzących prace badawcze w różnych dziedzinach techniki jądrowej.

W prefekturze Ibaraki, rejon Oarai (120 km na północ od Tokyo) stał się też od czasu uruchomienia pilotowej konstrukcji Reaktora Energetycznego Tokai 1, jednym z największych ośrodków naukowo badawczych w Japonii. Znajduje się w nim szereg instytutów, zakładów doświadczalnych laboratoriów dysponujących kilkoma reaktorami, zestawami krytycznymi (w tym jeden z dwóch największych na świecie szybki zestaw krytyczny FCA – Fast Critical Assembly) doświadczalnymi zakładami przetwarzania paliwa, jego produkcji jak również szereg przechowalniaków wypalonego paliwa.

W maju 2006 r. rządząca partia liberalno-demokratyczna (*Liberal Democratic Party*) zobowiązała rząd do przyspieszenia prac nad szybkimi reaktorami powielającymi (FBR- nazywając je techniką narodową) zwiększając nakłady finansowe, wprowadzając lepszą koordynację prac naukowo badawczych i współpracę międzynarodową. Japonia rozpoczęła w latach 90-tych prace badawcze nad reaktorami IV generacji głównie nad szybkimi reaktorami powielającymi uruchamiając reaktor prototypowy chłodzony sodem Monju 260 MWe, będący (rozminięciem pierwszego doświadczalnego reaktora powielającego Joyo zbudowanego w O-arai) uruchomionego w 1977 r.

W roku 1999 rozpoczęto Pierwszy Etap badań nad możliwością wprowadzeniem energetycznych reaktorów powielających zakończoną w 2001 r. Wyniki badań pozwoliły na rozpoczęcie Drugiego Etapu zakończono w marcu 2006 r. W raporcie końcowym tego etapu stwierdzono, że jest zbyt trudne i ryzykowne podjęcie obecnie wiążącej decyzji o komercyjnym wykorzystaniu kilku całkowicie nowych i nie do końca jeszcze sprawdzonych rozwiązań. Nowe rozwiązania powinny być wprowadzane stopniowo. Dlatego postanowiono, że proces ten będzie podzielony na trzy etapy. W pierwszym etapie do 2015 r. zostaną opracowane wymagania techniczne wprowadzenia nowych rozwiązań, w drugim etapie po 2015 r. będą przeprowadzone próby techniczne z wykorzystaniem reaktorów doświadczalnych, a na trzecim etapie powinno się sprawdzić ekonomiczność proponowanych rozwiązań i potwierdzić ich niezawodność na podstawie zebranego doświadczenia eksploatacyjnego. Po stwierdzeniu prawidłowości rozwiązań przewiduje się, że komercyjne wykorzystanie reaktorów będzie możliwe około 2050 r.

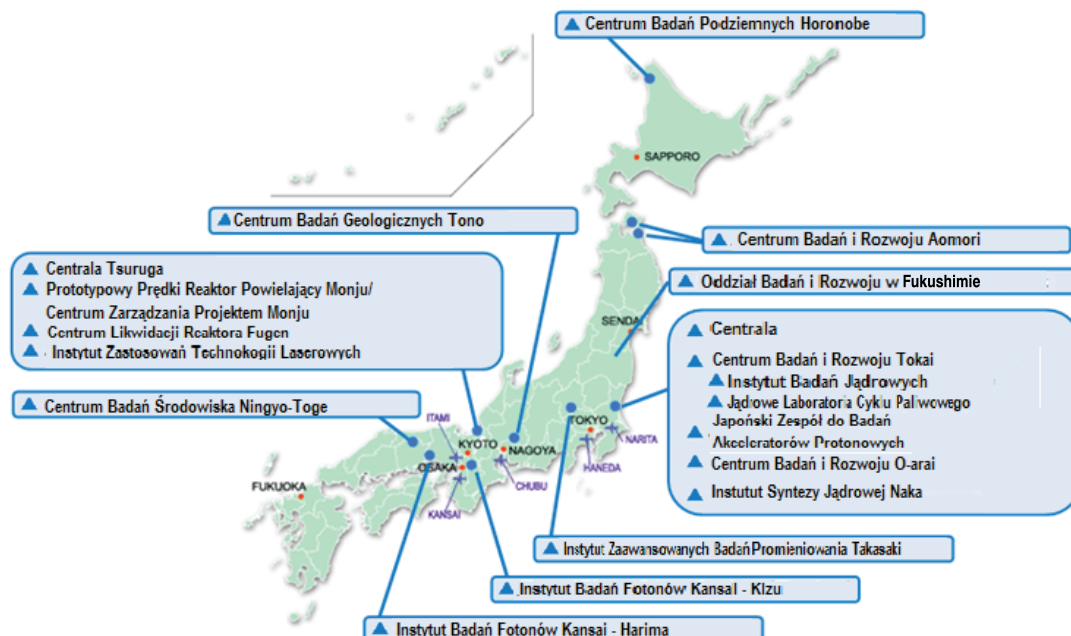
W rejonie Oarai znajdują się również zakłady doświadczalne produkcji paliwa do tego typu reaktorów. Prace nad szybkimi reaktorami powielającymi uległy w ostatnim czasie spowolnieniu. W końcu roku 1998 uruchomiono prototypowy doświadczalny wysokotemperaturowy reaktor chłodzony helem (HTTR – High Temperature Engineering Test Reactor) w którym moderatorem jest grafit. Przewidywanym zastosowaniem tego typu reaktora są procesy termochemiczne umożliwiające produkcję wodoru. Doświadczenia zebrane w czasie eksploatacji reaktora mają być wykorzystane do budowy nowej generacji bloków wysokotemperaturowych chłodzonych helem do zastosowań przemysłowych lub do bezpośredniego napędu turbin gazowych.

Najważniejszym i najnowocześniejszym ośrodkiem badawczym w Japonii jest Japońska Agencja Energii Atomowej (*Japan Atomic Energy Agency - JAEA*) utworzona z połączenia JERI i JNC w październiku 2005 r.

Japoński Instytut Badań Jądrowych (*Japan Atomic Energy Research Institute - JAERI*) powstały w roku 1956 pod patronatem rządu przy współpracy ze Stanami Zjednoczonymi.

Japoński Instytut Rozwoju Cyklu Paliwowego (*Japan Nuclear Fuel Cycle Institute – JNC*) powstały w 1998 r. z przekształcenia Spółki Rozwoju Reaktorów Energetycznych i Paliwa Jądrowego (*Power Reactor and Nuclear Fuel Corporation – PNC*) działającej od roku 1967. JNC było operatorem Monju i Joyo.

Zakres badań naukowych obejmuje, oprócz udoskonalania opanowanych już technik, bardzo wiele nowych kierunków. Prowadzone są badania, we współpracy między narodowej, nad syntezą jądrową, wszechstronne badania materiałowe (ferromagnetyków, materiałów posiadających właściwości nadprzewodzące, polimerów itd.) z wykorzystaniem akceleratorów cząstek i wykorzystaniem akceleratorów do zastosowań medycznych. Bardzo dużo uwagi poświęcono badaniom geologicznym z uwagi na bezpieczeństwo obiektów jądrowych, budowy przechowalników odpadów promieniotwórczych, ochronę środowiska. Rozwijane są techniki unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych oraz opracowywane są metody bezpiecznej likwidacji obiektów jądrowych. Stale prowadzone są badania nad udoskonaleniem metod ochrony radiologicznej i bezpieczeństwa jądrowego.



Rys. 3 Ośrodki badawcze związane z energetyką jądrową (JAEA)

Fig. 3 Nuclear energy associated research units in Japan (JAEA)

Nie zauważono istotnego wpływu awarii w Fukushima na rozwój energetyki jądrowej w świecie. Obecnie produującym krajem budującym najwięcej reaktorów energetycznych są Chiny. Aktualnie na świecie pracuje 442 reaktory energetyczne (więcej o 5 niż przed katastrofą w Fukushima mimo wielu reaktorów znajdujących się w procesie likwidacji), a nowo budowanych jest 64.

Jednakże po ostatniej awarii w Fukushima stopień akceptacji społecznej w Japonii, mimo zrozumienia konieczności kontynuowania dotychczasowej polityki energetycznej wyraźnie zmalał. Początkowo to jest od momentu katastrofy do czerwca za rozbudowę energetyki jądrowej opowiadała się większość społeczeństwa, ale w miarę upływu czasu pod koniec roku zanotowano bardzo poważny spadek poparcia. Obecnie w Japonii szereg organizacji wraz z rządem prowadzi akcję promującą energetykę jądrową podkreślając fakt, że przed awarią w Fukushima zwracano przede wszystkim uwagę na bezpieczeń-

stwo energetyczne, ochronę środowiska i ekonomiczność pozyskiwania energii. Obecnie dominującym elementem jest bezpieczeństwo ludności.

dr inż. Krzysztof Rzymkowski,
Stowarzyszenie Ekologów na
Rzecz Energii Jądrowej,
Warszawa

Literatura;

1. <http://www.world-nuclear.org>
2. <https://www.iaea.org/PRIS/>
3. <https://www.jaea.go.jp>
4. Rzymkowski Krzysztof *Energetyka jądrowa Japonii*, PTJ Vol.51 Z.4 2008
5. Rzymkowski Krzysztof *Testy wytrzymałościowe obiektów jądrowych MO-34 EKOATOM* 12 Marzec 2014



PREZYDENT ANDRZEJ DUDA Z WIZYTĄ W NCBJ

We wtorek 8 marca br., Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej Andrzej Duda złożył wizytę w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ). W wizycie Prezydenta w NCBJ udział wzięli m.in.: Paweł Soloch - Szef BBN, Jadwiga Emilewicz - Wiceminister Rozwoju, Andrzej Piotrowski - Wiceminister Energii, Janusz Włodarski - Prezes Państwowej Agencji Atomistyki, Krzysztof Kurek - Dyrektor NCBJ, Andrzej Cholerzyński - Dyrektor Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, Grzegorz Krzysztozek - Dyrektor Departamentu Eksploatacji Obiektów Jądrowych NCBJ. Miejscem spotkania była „MARIA” – jedyny czynny reaktor jądrowy w Polsce, znajdujący się na terenie NCBJ w Otwocku-Świerku, ok. 30 km od Warszawy.

„Należy koniecznie podkreślić, że nasz reaktor MARIA jest obecnie niekwestionowaną wizytówką Polski na arenie międzynarodowej” – powiedział prof. Krzysztof Kurek, Dyrektor NCBJ – „to jeden z najnowocześniejszych tego typu obiektów w Europie i na świecie. Polscy naukowcy nie tylko go zaprojektowali i skonstruowali, ale od ponad 40-tu lat czuwają nad jego bezpieczną eksploatacją. Także dzięki naszemu wysiłkowi Polska wypełniła zobowiązania programu GTRI, kończąc z pełnym sukcesem proces przejścia na paliwo niskowzbożone. Jest to potwierdzeniem wysokich kompetencji NCBJ w zakresie fizyki reaktorów i energetyki jądrowej”.



Fot. 1. Wizyta Prezydenta RP Andrzeja Dudy w Narodowym Centrum Badań Jądrowych, 8 marca 2016 r. — fot. NCBJ

Polska, przystępując w 2004 r. do programu GTRI (Global Threat Reduction Initiative – inicjatywy rządu USA mającej na celu redukcję zagrożenia terrorystycznego), zobowiązała się do przeprowadzenia konwersji paliwa jądrowego w badawczym reaktorze MARIA. Ze względu na znaczące różnice w parametrach fizycznych pomiędzy dotychczas stosowanymi elementami paliwowymi (wysokowzbożonymi o zawartości 36% uranu 235) i nowymi (niskowzbożonymi o zawartości poniżej 20% uranu 235), konwersja jest bardzo skomplikowanym przedsięwzięciem. Zmiana zawartości uranu i jego wzbogacenia, a także do pewnego stopnia konstrukcji paliwa powoduje zmianę parametrów fizycznych rdzenia reaktora takich jak np. efektywny czas życia generacji neutronów i efektywny udział neutronów opóźnionych. Zmieniają się również wartości współczynników temperaturowych reaktywności,

które są niezwykle istotne dla stabilności pracy reaktora. Dlatego operację poprzedziły szczegółowe analizy i symulacje. Wszystkie obliczenia specjaliści z NCBJ wykonali równolegle z ekspertami z Argonne National Laboratory (USA) za pomocą tych samych kodów. Po ich zakończeniu przystąpiono w 2009 r. do testowania nowych, francuskich, niskowzbożonych elementów paliwowych. Cały proces trwał niecałe dwa lata i dziś reaktor MARIA pracuje już tylko na paliwie, które zawiera mniej niż 20% uranu 235. Choć pierwsze dostawy takiego paliwa zapewniły Amerykanie, to chcąc utrzymać ciągłość pracy reaktora MARIA na dalsze lata, NCBJ podpisał kolejną umowę ze spółką TVEL (rosyjskim producentem dedykowanych niskowzbożonych elementów paliwowych).

„Choć konwersja paliwa była skomplikowaną operacją to nie tylko udało się nam zachować dotychczasowe parametry eksploatacyjne reaktora, np. 30 MW mocy, ale jeszcze zwiększyliśmy jego wydajność pracy do 4800 godzin rocznie. Daje to nam dużo większe możliwości prowadzenia badań czy produkcji radioizotopów”- dodaje prof. K. Kurek – „To w połączeniu z uzyskanym w ubiegłym roku pozwoleniem Państwowej Agencji Atomistyki na eksploatację reaktora na kolejne 10 lat oznacza, że MARIA będzie dalej nieprzerwanie pracować. Niewątpliwie to bardzo dobra wiadomość, szczególnie dla osób, dla których medycyna nuklearna jest ostatnim ratunkiem. A przypomnę, że od 2010 r. wykonaliśmy taką ilość napromieniania tarcz uranowych niezbędnych do uzyskania molibden-99, że zapewniłmy produkcję leków dla 75,5 mln osób!”.



Fot. 2. Prezydent RP Andrzej Duda i Dyrektor Departamentu Eksploatacji Obiektów Jądrowych NCBJ mgr inż. Grzegorz Krzysztozek — fot. Marcin Jakubowski, NCBJ

Produkcja izotopów dla medycyny czy przemysłu to nie jedyne zadanie polskiego badawczego reaktora jądrowego MARIA. Dziś wykorzystywany jest on przede wszystkim jako źródło wysokiego strumienia neutronów ($4 \cdot 10^{14}$ neutronów/s $\cdot$ cm 2 i neutronów prędkich $2 \cdot 10^{14}$ neutronów/s $\cdot$ cm 2 w rdzeniu). Właściwości tych silnie związanych w jądrach atomowych cząstek są niezwykle cenne dla fizyków. Obojętne elektrycznie neutrony ulegają wszystkim czterem znanym oddziaływaniom (silnemu, elektromagnetycznemu, słabemu i grawitacyjnemu), a ponadto nie muszą pokonywać tzw. bariery kulombowskiej przy oddziaływaniu z materią. Oznacza to, że stwarzają doskonałe warunki do prowadzenia badań naukowych. W Świerku takie prace prowadzone są na sześciu kanałach poziomych, realizując projekty dla medycyny, gospodarki, przemysłu, badań archeologicznych czy nawet historii sztuki. Planowana jest również budowa nowych stanowisk badawczych, m.in. „Neutrony H2” służących do badań

nad wiązkami neutronów epitermicznych. Dzięki temu Polska będzie mogła włączyć się w światowe badania nad terapią borowo-neutronową (BNCT), innowacyjną metodą leczenia nowotworów np. mózgu. Ponadto, dzięki intensywnej współpracy międzynarodowej naukowcy NCBJ zamierzają pozyskać aparaturę badawczą z zamykanego niemieckiego reaktora BER II z Berlina. Otrzymane spektrometry i dyfraktometry o wartości ok. 200 mln euro wkrótce podniosą potencjał badawczy polskiego reaktora. Pierwsze umowy zostały już podpisane i spodziewana jest dostawa pierwszych urządzeń w najbliższych miesiącach. Z reaktora korzystają również przyszli fizycy jądrowi i specjaliści ochrony radiologicznej biorąc udział w specjalistycznych kursach. Z szerokiej oferty Działu Edukacji i Szkoleń NCBJ korzystają również uczniowie szkół średnich. Każdego roku reaktor MARIA odwiedza ponad 7000 osób.



Fot. 3. Wizyta Prezydenta RP Andrzeja Dudy w sterowni reaktora MARIA, 8 marca 2016 r. — fot. NCBJ

O wizycie Prezydenta Andrzeja Dudy poinformowały liczne media, zwłaszcza elektroniczne. Dziennikarze posiadający kamery zostali dopuszczeni do reaktora, gdzie mogli filmować/fotografować Prezydenta.

Niestety, nie dopuszczono do Prezydenta dziennikarzy prasowych. Nie wiadomo, czy podczas wizyty rozmawiano o energetyce jądrowej.

Po wizycie w Świerku Prezydent spotkał się z mieszkańcami Otwocka. Na wiecu wygłosił polityczne przemówienie, które relacjonowały chyba wszystkie polskie media.

Stanisław Latek,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



POWERPOL 2016

W dniach 27 i 28 stycznia 2016 r. w Warszawie odbył się XVI Ogólnopolski Kongres Energetyczno-Ciepłowniczy POWERPOL. Spotkanie przedstawicieli największych krajowych przedsiębiorstw energetycznych zorganizowano pod hasłem „Rok 2016: Perspektywy rozwoju polskiej energetyki”. Punktem wyjścia do debat było stwierdzenie, że przełom 2015/2016 jest dla polskich wytwórców i dostawców energii czasem intensywnych zmian związanych zarówno z sytuacją polityczną, optymalizacją procesów wytwarzania, zapewnieniem bezpieczeństwa operacyjnego spółek strategicznych, przygotowaniem nowych inwestycji jak i nowymi celami rządowej polityki energetycznej. Przyjęta panelowa formuła kongresu połączona z indywidual-

nymi wystąpieniami zaproszonych ekspertów stwarzała szansę na wszechstronne przeanalizowanie strategii polskich spółek energetycznych oraz zmian zachodzących na rynku. Dominowały kwestie konsolidacji sektora elektroenergetycznego z górnictwem, perspektyw dla rozwoju kogeneracji, zmian w mixie energetycznym, zmianach w podejściu do klienta jako aktywnego prosumenta, a także coraz silniejszego wpływu legislacji unijnej i sytuacji międzynarodowej na bezpieczeństwo energetyczne zarówno w dużych aglomeracjach miejskich, jak i małych gmin. W tym kontekście przewijał się temat energetyki jądrowej. Tradycyjnie do udziału w panelach zaproszono przedstawicieli polskich i europejskich spółek energetycznych, w celu porównania krajowych doświadczeń z europejskimi. W charakterze ekspertów wystąpili przedstawiciele najważniejszych organizacji branżowych, którzy zaprezentowali przemyslenia z ich punktu widzenia.



Fot. 1. Przemówienie inauguracyjne wygłosił pierwszego dnia kongresu Minister Energii Krzysztof Tchórzewski (fot. z relacji POWERPOL 2016)

Kongres otworzyli Krzysztof Tchórzewski, Minister Energii oraz Mariusz Orion Jędrysek, Sekretarz Stanu w Ministerstwie Środowiska. Minister Energii wspominał o Polskim Programie Energetyki Jądrowej. Oświadczył, że Rząd zamierza kontynuować ten projekt, chociaż nie będzie on jak się wydaje priorytetem polskiej gospodarki. Należy się, więc liczyć z dalszym opóźnieniem terminów budowy pierwszej polskiej siłowni jądrowej. Bardzo interesujący był panel zatytułowany „Zmiany w polskiej energetyce - wyzwania na kolejne 3 lata, droga dla nowych inwestycji”. Jego moderatorami byli: Dorota Dębińska-Pokorska, Dyrektor, Energy Group, PwC Polska oraz Grzegorz Banasiuk, Senior Associate, Kancelaria Gide Loyrette Nouel.



Fot. 2. Prezes PGE Marek Woszczyk uczestnik jednego z paneli dyskusyjnych (fot. z relacji POWERPOL 2016)

W panelu udział wzięli: Maciej Bando, Prezes, Urzędu Regulacji Energetyki; Eryk Kłossowski, Prezes Zarządu, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.; Janusz Kowalski, Prokurent, PGNiG S.A. Remigiusz Nowakowski, Prezes Zarządu, TAURON Polska Energia S.A.; Roman Pionkowski, Wiceprezes Zarządu ds. Stra-

tegi Rozwoju, ENERGA S.A.; Marek Woszczyk, Prezes Zarządu, PGE Polska Grupa Energetyczna S.A. Prezes Marek Woszczyk, zwrócił uwagę, że niezdecydowane stanowisko potencjalnych inwestorów w kwestii budowy elektrowni jądrowej generuje dodatkowe koszty. Podkreślił, że dotychczasowe działania PGE EJ 1. miały umożliwić rządowi podjęcie tak zwanej decyzji zasadniczej, która definitywnie określi czy elektrownię jądrową w Polsce będziemy budować. Przypomnę, że kontynuowane są badania lokalizacyjno-środowiskowe. Ich celem jest, wybranie optymalnej lokalizacji przyszłej elektrowni jądrowej i ocena oddziaływania na środowisko tej inwestycji. PGE EJ 1. przy wsparciu generalnego doradcy, przygotowuje się również do rozpoczęcia tzw. postępowania zintegrowanego, które doprowadzi do wyboru podmiotu, który będzie dostawcą technologii i być może biznesowym partnerem.

Pierwszy dzień zamknięła debata w panelu „Łoża Ekspertów”. Do „Łoży Ekspertów” zostały zaproszone niekwestionowane autorytety z dyskusji gospodarczej, naukowej i politycznej, aby wymienić poglądy na temat perspektyw rozwoju sektora gospodarczego, zarówno, jeśli chodzi o Polskę jak i całą Unię Europejską. Moderatorami panelu byli Piotr Łuba, Partner Zarządzający w Dziale Doradztwa Biznesowego, PwC Polska oraz Konrad Kosicki, Counsel, Kancelaria Gide Loyrette Nouel. Najgorętszym tematem okazała się kwestia, czy Polska wie, o co walczy w kontekście bezpieczeństwa klimatycznego. Kolejnym aspektem, poddanym dyskusji była konsolidacja sektora w oparciu o podobne doświadczenia w Europie. W debacie nie mogło również zabraknąć rozmów nad możliwościami rozwoju sektora energetycznego. W ramach „Łoży Ekspertów” wystąpili: Marcin Bielecki, Big Data @ Analytics Platforms Manager, IBM Analytics Poland & Baltics; Mieczysław Borowski - Prezes Urzędu Dozoru Technicznego; Dariusz Daniluk, Prezes Zarządu, Bank Ochrony Środowiska S.A.; Marcin Korolec - b. Minister Środowiska; Marek Kossowski, Prezes Zarządu IPE-TRADING Sp. z o.o.; prof. Władysław Mielczarski, Politechnika Łódzka; Paweł Poncylisz - b. Wiceminister Gospodarki; Jacek Socha, Wiceprezes, PwC Polska. O energetyce jądrowej mówiono niewiele, chociaż co jest optymistyczne nie wykluczano jej udziału w dalszej perspektywie.

W drugim dniu poruszano kwestie „Klienta w zmianach na rynku energetycznym”, „Nowoczesnych technologii informatycznych w energetyce – zbędne, czy potrzebne”. Zastanawiano się nad kwestią spadku cen energii i gazu, zwłaszcza pod kątem korzyści, jakie osiągnęły grupy energetyczne i sami klienci. Poruszono zganianie energetyki prosumenckiej, a także nowych technologii w codziennej działalności przedsiębiorstw energetycznych. W tym kontekście nie bez znaczenia jest problematyka bezpieczeństwa danych i szerzej, perspektywy cyberbezpieczeństwa w sektorze energetycznym. Dyskutowano czy obecny system certyfikatów jest bezpieczniejszy pod kątem kształtowania się cen certyfikatu. Oceniano, które technologie OZE są wygranymi w obecnej rzeczywistości aukcyjnej.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



XVII ZJAZD PTBR

W dniach 27-30 września 2016 r. Oddział Siedlecki Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych organizuje w Siedlcach XVII Zjazd PTBR. Program naukowy Zjazdu obejmie wszystkie najważniejsze dziedziny badań radiacyjnych, dozymetrii i ochrony radiologicznej w zakresie pro-



mieniowania jonizującego i niejonizującego. W związku ze Zjazdem ogłoszono trzy konkursy. Na stypendia pokrywające koszty udziału w Zjeździe dla 8 członków PTBR, którzy nie ukończyli 35 roku życia. Na stypendia pokrywające koszty opłaty rejestracyjnej w 42th Annual Meeting of the European Radiation Research Society (Amsterdam, 4-8 września 2016 r.) dla 3 młodych pracowników naukowych będących członkami PTBR, którzy nie ukończyli 35 roku życia. Konkurs o nagrody naukowe za prace dotyczące badań radiacyjnych (promieniowanie jonizujące i niejonizujące) opublikowane w wydawnictwach indeksowanych od roku 2013. Nagrodę I i II stopnia stanowiąc będą statuetki PTBR oraz dyplomy. W przypadku prac zespołowych statuetkę otrzymuje główny autor, wskazany przez wnioskodawcę, a pozostali autorzy - dyplomy. Nagrodą dla autorów prac wyróżnionych są dyplomy. Tak jak poprzednie Zjazdy Towarzystwa, również najbliższy będzie okazją do zaprezentowania najnowszych wyników badań związanych z problematyką dotyczącą działania promieniowania na materię żywą i nieożywioną, w szczególności w takich dziedzinach jak: radiobiologia, radioterapia, chemia radiacyjna, fotochemia, ochrona radiologiczna i ochrona przed promieniowaniem niejonizującym. Organizatorzy wyrażają głęboką nadzieję, iż XVII Zjazd PTBR będzie nie tylko owocnym spotkaniem naukowym, ale także sposobnością miłego spędzenia czasu i okazją do nawiązania współpracy. Szczegółowe informacje (aktualizowane na bieżąco) dostępne są na stronie internetowej: www.ptbr.siedlce.pl, zakładka XVII Zjazd PTBR.



SPOSTRZEŻENIA I WNIOSKI KOŃCOWE Z KONFERENCJI NAUKOWO-TECHNICZNEJ

MĄDRALIN - 2015

WYBRANE ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA ELEKTROWNI JĄDROWEJ W POLSCE

**zorganizowanej wspólnie przez
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne (PTN)
i Francuskie Stowarzyszenia Energii Jądrowej (SFEN)
w dniach 24 – 25 listopada 2015 r.
przyjęte na zebraniu Zarządu PTN w dniu 18 grudnia 2015 r.**

Najistotniejsze spostrzeżenia i wnioski z prezentowanych referatów są następujące:

- koszty prowadzenia badań nad bezpieczeństwem eksploatacji elektrowni jądrowych zostały oszacowane na 10 mln zł. rocznie (w jednym z referatów) i prace winny być finansowane przez instytucje rządowe i inwestora (w dyskusji postulowano podwojenie tej sumy i stwierdzono, że w porównaniu z wydatkami na inżyniera kontraktu budowy EJ wynoszącymi 100 mln zł. rocznie (nie jest to wygórowana kwota),
- organizować wyjazdy zagraniczne młodych specjalistów z postulatem czynnego włączenia ich w badania prowadzone w odpowiednich jednostkach związanych z elektrowniami jądrowymi, a nie tylko kierować na kursy szkoleniowe jak miało to miejsce dotychczas przy szkoleniu tzw. edukatorów i zorganizowanych przez MNiSW wyjazdach w 2015 r.,
- budowane obecnie elektrownie jądrowe są znacznie lepiej przygotowane do procesu likwidacji niż EJ budowane 50-60 lat temu,
- zagadnienia ochrony przed cyberatakiem na systemy komputerowe w elektrowniach jądrowych wymagają bardziej aktywnego i zdecydowanego podejścia.

W ramach paneli dyskusyjnych odbyły się debaty, które dostarczyły następujących informacji:

- bezpieczeństwo elektrowni jądrowej opiera się na trzech filarach jak: wyniki badań naukowo-technicznych, zgromadzona wiedza techniczna i uzyskane doświadczenia eksploatacyjne (z uwzględnieniem zasad kultury bezpieczeństwa),

- b) organizacje wsparcia technicznego (TSO) odgrywają w każdym kraju istotną rolę (podano przykłady Francji i Węgier) i wymagają ciągłości finansowania według jasno określonych reguł by nie tracić uzyskanego doświadczenia oraz wzorem innych krajów, oraz powinny być autonomiczne, a nie wchodzić organizacyjnie w skład innych jednostek badawczych albo wyższych uczelni,
- c) MAEA wykorzystuje i rozpowszechnia osiągnięcia TSO wielu krajów na forum międzynarodowym i należy z nich w pełni korzystać,
- d) podczas kolejnych realizacji budowy reaktora EPR (w Chinach) wykorzystano doświadczenia uzyskane przy budowie takiego reaktora w Finlandii (Olkiluoto) i Francji (Flamanville) co spowodowało że budowy te realizowane są zgodnie z harmonogramem,
- e) redukcja emisji dwutlenku węgla (CO_2) wymaga korzystania z wielu źródeł energii, a energetyka jądrowa odgrywa tu istotną rolę,
- f) budowa EJ Olkiluoto w Finlandii realizowana jest w 20% przez cztery firmy z Polski.

Zasadnicze wnioski dla PTN z konferencji można sformułować następująco:

- 1) organizować krajowe konferencje na temat prac prowadzonych w dziedzinie inżynierii i energetyki jądrowej co 2-3 lata,
- 2) wystąpić do Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (we współpracy z Ministerstwem Energii, NCBR, IChTJ i CLOR) o zorganizowanie nowego strategicznego projektu badawczego w dziedzinie bezpiecznej energetyki jądrowej, podobnego do zakończonego w 2014 r. projektu „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej”, a na forum PTN zorganizować dyskusję o proponowanych tematach badawczych,
- 3) przygotować wystąpienie do rządu czterech organizacji pozarządowych (PTN, SEP, FSNT NOT i SEREN) w sprawie programu budowy elektrowni jądrowych w Polsce podkreślając znaczenie gospodarcze (bezpieczeństwo energetyczne), naukowe (rozwój kadry specjalistów dla wielu dziedzin nauki) oraz środowiskowe (polityka klimatyczna) tej inwestycji,
- 4) zachęcić autorów referatów i posterów do ich publikacji w kwartalnikach „Postępy Techniki Jądrowej” i „Journal of Power Technologies” oraz w miesięczniku „Energetyka”.

Na konferencję przygotowany został zeszyt streszczeń zawierający adresy mailowe autorów i osoby zainteresowane poszczególnymi referatami powinny zwracać się bezpośrednio do ich autorów.

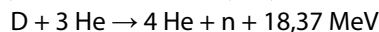
opracował Andrzej Mikulski,
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne,
Warszawa



ASTROGÓRNICTWO – ODLOTOWA PRZYGODA

Niewątpliwie atrakcyjną i jedną z lepszych form promocji i przekazywania wiedzy są filmy fabularne i seriale. Niestety w przypadku atomistyki tego rodzaju produkcje są częściej źródłem dezinformacji niż naukowej wiedzy. W najlepszym przypadku chodzi jedynie o złe tłumaczenie, w którym przykładowo zamiennie stosuje się terminy napromieniowany i promieniotwórczy. Oczywiście najlepiej byłoby nakręcić własny film. Jest to jednak dość kosztowny sposób informowania społeczeństwa o korzyściach i ewentualnie zagrożeniach związanych z wykorzystaniem technik jądrowych. Ciekawym wyjątkiem jest wchodzący na ekrany polskich kin animowany film hiszpańskiej produkcji „Odłotowa przygoda” reżysera Enrique Gato. Treść filmu nawiązuje do pierwszej misji na Księżyc, która przeszła do historii i jako jeden z najważniejszych symboli XX wieku, możliwości człowieka i triumfu nauki. W filmie zły miliardier pragnie skolonizować Księżyc i zagarnąć znajdujące się tam pokłady helu-3 (^3He). Izotop ten, który dotarł na księ-

życ z wiatrem słonecznym może być źródłem nieograniczonej praktycznie ilości energii na Ziemi. Wątek naukowy wydaje się skomplikowany dla dorosłych, ale jak się okazuje nie dla dzieci. Twórcy filmu przez cały czas produkcji współpracowali ze specjalistami z NASA. Praca związana z filmem przeniosła ich do wielkich naukowych centrów NASA w Houston i do Cape Canaveral na Florydzie. Technicznymi konsultantami projektów filmowych raket byli prawdziwi astronauta: Michael López-Alegria i Alan Bean. ^3He to izotop, którego jądro zbudowane jest z dwu protonów i neutronu. Może być wykorzystywany w kontrolowanej reakcji termojądrowej z deuterem. Nie pozostawia prawie żadnych odpadów radioaktywnych.



Szacuje się, że od 35 do 40 ton helu-3 może zaspokoić zapotrzebowanie energetyczne Stanów Zjednoczonych na rok. Na pierwszą elektrownię termojądrową przyjdzie zapewne jeszcze poczekać przynajmniej kilkadziesiąt lat. Ale już teraz należy się liczyć z problemem niewielkich ziemskich zasobów cennego ^3He . Stąd duże zainteresowanie złożami tego izotopu znajdującymi się w gruncie księżycowym. Teoretycznie ^3He mógłby być eksploatowany i przywożony na Ziemię. Według najnowszych informacji zasoby są tak wielkie, że mogłyby zabezpieczyć energetyczne potrzeby ludzkości na kolejne 10 tysięcy lat.

Hel występujący w przyrodzie głównie w postaci ^4He ze śladową ilością ^3He . Obecnie jedynym ekonomicznie opłacalnym źródłem helu są złoża gazu ziemnego o przeciętnej zawartości ok. 0,1%. Helonośne złoża, w zdecydowanej większości znajdują się w USA - głównie w środkowych stanach i regionie Gór Skalistych. Poza Stanami Zjednoczonymi hel produkowany jest w Algierii, Katarze, Rosji i Polsce. W naszym kraju zakłady produkcji helu znajdują się w Odolanowie. Oddział ten zajmuje się głównie oczyszczaniem gazu ziemnego z azotu metodą niskotemperaturową umożliwiającą pozyskiwanie z tego gazu również ciekłego helu stanowiącego mieszaninę ^4He z niewielkim (rzędu pojedynczych ppm) dodatkiem ^3He . Do niedawna Polska była jedynym w Europie producentem ciekłego helu. Ostatnio produkcję tego pierwiastka uruchomili również Rosjanie.



Fot.1. Plakat do filmu *Odłotowa przygoda* (Copyright kinogornik.pl, 2015 All Rights Reserved)

Wracając do filmu jest on znakomitą rozrywką nie tylko dla najmłodszych widzów. Łączy elementy przygody z walorami edukacyjnymi.

Wojciech Gluszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



WIADOMOŚCI Z KANADY: REMONT KAPITALNY EJ DARLINGTON I WYDŁUŻENIE OKRESU EKSPLOATACJI EJ PICKERING DO 2024 ROKU

11 stycznia 2016 r., rząd kanadyjskiej prowincji Ontario ostatecznie zatwierdził remont kapitalny elektrowni jądrowej Darlington (4 x 930 MWe brutto) oraz zdecydował o przedłużeniu eksploatacji elektrowni jądrowej Pickering o cztery lata. Elektrownia Pickering miała zostać wycofana z ruchu w 2020 r., ale w wyniku bardziej precyzyjnej analizy metalurgicznej i ruchowej ("parkowanie" bloków w Pickering i uruchamianie ich zależnie od postępów remontu w Darlington) reaktory w elektrowni jądrowej Pickering pozostaną w eksploatacji do 2024 r. Aż 95% z sumy 12,8 mld. dolarów kanadyjskich, wymaganych na remont kapitalny elektrowni jądrowej Darlington, będzie wydane w prowincji Ontario co wskutek wydatków skojarzonych zwiększy PKB (Produktu Krajowego Brutto) Ontario o 14,9 mld. dolarów. Dawno zamortyzowana elektrownia jądrowa Pickering dostarczy taniej energii elektrycznej w trakcie wstępnej fazy remontów kapitalnych elektrowni jądrowej Darlington a następnie Bruce.

Elektrownia jądrowa w Pickering, Ontario, Kanada eksploatuje 6 (z pierwotnie ośmiu) 500 megawatowych (nom.) bloków, które obecnie dostarczają około 3100 MW tj. prawie 18% zapotrzebowania energii całej prowincji. W latach 1983-1993 wszystkie cztery bloki elektrowni jądrowej Pickering A miały wymienione rury ciśnieniowe co zapewniło kolejnych 25-30 lat eksploatacji.



Fot. 1. Elektrownia jądrowa Pickering w Kanadzie

31 grudnia 1997 r. nastąpiło jednak odstawienie czterech bloków Pickering A. Po kilku latach rozpoczęto kosztowne ulepszenia, które wykrywały poza zakres modyfikacji wymaganych przez Dozór Jądrowy. Rozruch bloków 2 i 3 elektrowni jądrowej Pickering A oraz remont kapitalny elektrowni jądrowej Pickering B okazały się droższe niż wybudowanie nowych, większych bloków w odległej o 20 km elektrowni jądrowej Darlington. Elektrownia Pickering została zubożona o dwa bloki, eksploatacja zatwierdzona tylko do 2020 r., a następnie plany budowy nowych bloków w elektrowni jądrowej Darlington odłożono na półkę.

Wskutek bardzo słabej koniunktury w Kanadzie Prowincja Ontario nie planuje obecnie nowych źródeł energii. Prze-

dłużenie eksploatacji elektrowni Pickering do 2024 r. dowodzi dbałości o istniejący park maszynowy energetyki jądrowej. Warto dodać, że wykorzystywanie elektrowni jądrowych, a nie elektrowni opalanych gazem do wypełnienia deficytu zasilania spowodowanego remontem kapitalnym bloków w Darlington redukuje emisję dwutlenku węgla.

*Dariusz Witold Kulczyński,
Ontario,
Kanada*



RADIACYJNA DEGRADACJA ORGANICZNYCH ZANIECZYSZCZEŃ WODY

Od wielu lat prowadzi się na całym świecie badania nad możliwością wykorzystania promieniowania jonizującego do degradacji organicznych zanieczyszczeń występujących w wodzie i ściekach. Przedmiotem zainteresowania są płynne odpady zarówno komunalne jak i przemysłowe. Poszukuje się sposobów zwiększenia wydajności degradacji niebezpiecznych związków chemicznych oraz obniżenia kosztów procesu. Prace w tym zakresie koordynuje na świecie Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA). Pod koniec 2015 r. w Pekinie odbyła się konferencja naukowa na której zaprezentowano wyniki badań realizowanych w ramach programu "Radiation Treatment of Wastewater for Reuse with Particular Focus on Wastewaters Containing Organic Pollutants". W projekcie uczestniczyły instytucje naukowe z: Algierii, Brazylii, Chin, Egiptu, Japonii, Kanady, Korei Południowej, Malezji, Polski, Portugalii, Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, Turcji, Włoch i Węgier. Trudno omówić wszystkie zgłoszone pomysły. Część z nich jednak została opracowana od strony teoretycznej. Pozostaje nadal problem obniżenia kosztów obróbki radiacyjnej. Stały postęp w dziedzinie konstrukcji urządzeń akceleratorowych daje szansę na upowszechnienie się technologii radiacyjnych w ochronie środowiska.



Fot. 1. Uczestnicy konferencji naukowej

Najbardziej aktualną i innowacyjną tematyką jest obecnie degradacja leków i produktów leczniczych zawartych w ściekach. Farmaceutyki to aktywna biologicznie grupa leków, które są źródłem trwałych związków o negatywnym działaniu na różne ekosystemy. Liczne badania potwierdzają

występowania pozostałości lekowych w odpływie z oczyszczalni ścieków, wodach powierzchniowych (rzekach, jeziorach, strumieniach), wodzie podziemnej, wodzie pitnej, a nawet morskiej. Źródłem zanieczyszczeń są koncerny farmaceutyczne, indywidualni konsumenci, szpitale, zakłady dentystyczne, ośrodki weterynaryjne, gospodarstwa rolne, handlowe (np. rybne), gdzie wykorzystywane są w dużych ilościach antybiotyki i środki przeciwpasożytnicze. Leki wykorzystywane przez rolników bądź w gospodarce hodowlanej podawane są zwierzętom przewencyjnie, w celu zabezpieczenia ich przed ewentualnymi chorobami. Pewien niewielki, jednak znaczący z punktu widzenia środowiskowego procent dodatkowej porcji leków może pochodzić z infiltracji wód z okolic cmentarzy oraz obszarów nielegalnej produkcji i wywozu farmaceutyków. Często także zdarza się, że niespożyte, przeterminowane leki są spuszczone w toaletach. Tradycyjne oczyszczalnie ścieków nie radzą sobie ze skutecznym usuwaniem substancji lekowych.



Fot. 2. Zestaw maseczek kosmetycznych otrzymanych z wykorzystaniem technik radiacyjnych. W buteleczce znajduje się naturalny antyoksydant, którym należy nasączyć maseczkę przed użyciem

Stosunkowo nowym zagadnieniem jest radiacyjna degradacja związków endokrynnie czynnych. Temat jest aktualny w związku z dramatycznym wzrostem częstości zaburzeń endokrynologicznych, nowotworów hormonozależnych oraz chorób cywilizacyjnych. Czynniki ryzyka kierowane są również w stronę związków chemicznych zaburzających czynność gruczołów wydzielania wewnętrznego – związków endokrynnie czynnych (EAC - Endocrine Active Compound), które emitują do organizmu np. opakowania żywności, butelki, smoczki itd. Do EDCs należy wiele substancji znajdujących szerokie zastosowanie w przemyśle, rolnictwie czy gospodarstwie domowym (m.in. alkilofenole, ftalany, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, polichlorowane bifenyle, dioksyne oraz niektóre pestycydy). Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), na prośbę Komisji Europejskiej, przygotowuje opinię naukową, dotyczącą zagrożenia wynikającego z obecności EACs (ze szczególnym uwzględnieniem EDCs) w łańcuchu pokarmowym. We współpracy z innymi naukowymi organami doradczymi UE Komitet Naukowy EFSA dokonuje przeglądu wiedzy dostępnej w tym obszarze.

Prezentowane na konferencji wyniki badań dowodzą, że dużą część tych potencjalnie niebezpiecznych związków

chemicznych można usunąć za pomocą promieniowania jonizującego. Najprościej mówiąc w procesie degradacji wykorzystuje się powstające w wyniku radiolizy wody reaktywne rodniki hydroksylowe OH. Najwygodniejszym technologicznie sposobem byłoby przepuszczanie strumienia zanieczyszczonej wody lub ścieku pod wiązką szybkich elektronów. Prowadzi się również doświadczenie z jednoczesnym wykorzystaniem promieniowania mikrofalowego i UV oraz katalizatorów.

Strona polska zaprezentowała koncepcję wykorzystania promieniowania jonizującego do obróbki odpadów powstających w procesie produkcji sody oczyszczonej. Badania z wykorzystaniem promieniowania gamma i wiązki elektronów dowodzą, że można tą drogą zwiększyć szybkość sedimentacji osadów, zwiększyć objętość fazy klarownej oraz w konsekwencji zmniejszyć ilość chloru sodu w odpadzie końcowym. Ideą nadrzędną jest przetworzenie uciążliwych dotąd odpadów w produkt, który można byłoby wykorzystać w rolnictwie i przetwórstwie tworzyw sztucznych. Podstawowym kryterium oceny technologii jest ilość chlorków w odpadowym węglanie wapnia. Proces musi być ekonomicznie opłacalny.

Podsumowując można ocenić, że krajem najbardziej zaawansowanym w realizacji projektów z zakresu degradacji organicznych zanieczyszczeń jest Korea Południowa, łączący się producent akceleratorów i instalacji radiacyjnych. Również w Japonii i Egipcie prace badawcze są na etapie technologicznym. W Instytucie Chemii i Technologii Radiacyjnych w ramach współpracy z MAEA powstała półtechnologiczna instalacja za pomocą, której można będzie prowadzić badania nad obróbką radiacyjną substancji płynnych. Bardzo dobre wyniki prac eksperymentalnych, tradycyjnie już prezentują Amerykanie, Węgrzy i Włosi. W ich przypadku, podobnie zresztą jak w Polsce, dalszy rozwój technologii radiacyjnych wymaga zaangażowania przemysłu.

Warto podkreślić znakomitą organizację spotkania. Gospodarze przygotowali konferencję perfekcyjnie. Hotel, w którym odbywały się obrady znajdował się obok kampusu Uniwersytetu Tsinghua, który w Chinach uważany jest za najpiękniejszy, a przez niektórych tamtejszych architektów za błogosławiony. Kampus tego uniwersytetu położony jest na terenie dawnych ogrodów królewskich dynastii Qing, dzięki czemu znajduje się w nim bardzo dużo terenów zielonych, na których rośnie wiele różnych gatunków drzew, co nadaje kampusowi niepowtarzalną naturalną kolorystykę. Na terenie parku wybudowano kilkanaście sztucznych zbiorników wodnych, przy których kamienne ławki oraz pływające kwiaty lotosu, mają inspirować studentów do naukowej refleksji.

Warto zwrócić uwagę na to, że Chiny są wiodącym na świecie krajem w dziedzinie technologii radiacyjnych. Przykładem może być produkcja różnego rodzaju wyrobów hydrożelowych.

Do sieciowania materiału połączonego ze sterylizacją wyrobów wykorzystuje się promieniowanie jonizujące.

Dobrze konfekcjonowane wyroby kosmetyczne (hydrożelowe maseczki nasączone roślinnymi polifenolami) są bardzo popularne w Chinach.

MAEA przygotowuje raport, w którym podsumowane zostaną wyniki dotychczasowych prac. Wstępne wyniki są dostępne na stronie: http://www.naweb.iaea.org/napc/iache-m/working_materials/RC-1188-2-report.pdf

Wojciech Gluszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



WYJAZD SZKOLENIOWO-STĄŻOWY W ZAKRESIE ENERGETYKI JĄDROWEJ I GAZU ŁUPKOWEGO DO HISZPANII I FRANCJI W 2015 ROKU

Wyjazd stażowo-szkoleniowy pt. „Stworzenie i wdrożenie systemu szkoleń i staży w zakresie energetyki jądrowej i technologii eksploatacji oraz rozpoznawania zasobów gazu łupkowego” zorganizowany został jesienią 2015 r. przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ośrodkach naukowo-badawczych w Hiszpanii i Francji, Program finansowany ze środków europejskich w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (PO KL) przeznaczony był dla 83 osób z Polski.

Program szkoleniowo-stażowy obejmował następujące zagadnienia takie jak:

1. specyfika energetyki jądrowej w porównaniu z energią konwencjonalną i odnawialnymi źródłami energii, miejsca elektrowni jądrowych w systemie elektroenergetycznym oraz możliwości współpracy elektrowni jądrowych z odnawialnymi źródłami energii;
2. zastosowanie metod symulacji komputerowej do analizy pracy elektrowni jądrowej w warunkach normalnej eksploatacji i w stanach awaryjnych;
3. bezpieczeństwo (techniczne i organizacyjne) elektrowni jądrowych podczas normalnej eksploatacji oraz w stanach awaryjnych związanych z zagrożeniami terrorystycznymi i w przypadku konfliktu zbrojnego;
4. procedury zapewnienia bezpieczeństwa w otoczeniu elektrowni jądrowej na wypadek awarii (strefy bezpieczeństwa, strefy ewakuacji, plany ewakuacyjne, zadania służb mundurowych);
5. ochrona radiologiczna w elektrowniach jądrowych, podczas transportu i w składowiskach odpadów promieniotwórczych oraz podczas przerobu tych odpadów;
6. możliwości zwiększania efektywności pracy elektrowni jądrowych poprzez np. wykorzystanie ciepła dla potrzeb komunalnych i przemysłowych;
7. kształtowanie procedur postępowania wobec społeczeństwa związanych z percepcją energetyki jądrowej, specyfiką postrzegania zagrożeń związanych z eksploatacją elektrowni jądrowych oraz wykorzystaniem dobrych praktyk komunikowania się ze społeczeństwem;
8. wykorzystanie dobrych praktyk w kontaktach inwestorów, dostawców technologii i operatorów elektrowni jądrowej ze społecznościami lokalnymi oraz samorządami.

W ramach programu uczestnicy przebywający w Hiszpanii podzieleni zostali na dwie grupy: po 28 i 20 osób. Kilkutygodniowy (w okresie 28.09.2015-20.11.2015 r.) program szkoleniowo-stażowy realizowany był przez firmę TECNATOM S.A z siedzibą w Madrycie przy współpracy z The Technical University of Madrid, The Technical University of Catalonia i Spanish Nuclear Regulatory Authority. Tecnatom jest dużą firmą inżynierską, zatrudniającą 750 osób w ponad 30 krajach. Ma ona ogromne doświadczenie w szkoleniach związanych z energią jądrową: jest właścicielem m.in. symulatorów działania sterowni jądrowej w warunkach normalnej eksploatacji i w stanach awaryjnych, szkoleni są operatorzy elektrowni.



Fot.1. Uczestnicy hiszpańskiego programu szkoleniowo-stażowego

Pobyt w Hiszpanii obejmował ponad 200 godzin wykładów, 100 godzin zajęć praktycznych w ośrodku treningowym Tecnatomu w Katalonii, w tym szkolenia na symulatorach sterowni elektrowni jądrowych oraz wizyty techniczne w:

- siedzibie Tecnatomu,
- Hiszpańskim Urzędzie Dozoru Jądrowego (CSN),
- składowisku odpadów nisko i średnioaktywnych w El Cabril,
- instytucie naukowym CIEMAT zajmującym się ogólnie energią, w tym jądrową,
- zakładzie ENUSA produkującym elementy paliwowe oraz
- elektrowni jądrowej Asco.



Fot. 2. Uczestnicy projektu hiszpańskiego przed Zakładem Produkcji Elementów Paliwowych ENUSA

W programie uczestniczyli (w większości młodzi ludzie) wykładowcy wyższych uczelni, naukowcy i studenci wydziałów energetyki jądrowej z całej Polski, a najwięcej osób reprezentowało Politechnikę Warszawską i Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie.

Uczestnicy stażu zostali przyjęci bardzo serdecznie przez stronę organizatorów w Hiszpanii. Warunki pobytowe były wyśmienite, wykłady, zajęcia praktyczne i wizyty techniczne bardzo interesujące. Większość wykładów i zajęć praktycznych odbywała się w formacie SAT (*Systematic Approach to Training*), który jest sprawdzoną metodą nauczania w energetyce jądrowej. Wiadomości nabyte w trakcie kursu powinny zostać wykorzystane w działalności edukacyjnej i naukowej dotyczącej energetyki jądrowej w Polsce. Uczestnicy stażu uzyskali szerokie informacje na temat energetyki jądrowej, otrzymali dyplomy uczestnictwa w kursie oraz wrócili z niezapomnianymi wrażeniami z pobytu w pięknej Hiszpanii.



Fot.3. Uczestnicy grupy francuskiej – INSTN, CEA Saclay

Pobyt we Francji osób obejmował szkolenie w Instytucie Nauk i Technik Jądrowych INSTN (*fr. Institut national des sciences et techniques nucléaires*), który jest jednostką podległą Komisariatowi

energii jądrowej i alternatywnych źródeł energii CEA (*fr. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives*) i odpowiedzialną za szkolenie kadr dla energetyki jądrowej. Miejscem stażu była jednostka CEA Saclay pod Paryżem. W skład tej grupy wchodziło 35 osób (w tym pracownicy samodzielni, doktorzy, doktoranci oraz studenci) z 16 polskich uniwersytetów oraz instytutów naukowych. Najliczniejszą grupą stanowiły osoby z Politechniki Śląskiej (5 osób) oraz z Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie (4 osoby). Podczas ośmiotygodniowego pobytu przeprowadzono 100 godzin wykładów, 40 godzin ćwiczeń oraz 7 godzin wizyt studyjnych w ośrodku CEA Saclay w którym zlokalizowane są takie obiekty jak: reaktor badawczy OZIRIS, laboratorium materiałów gorących LECL i laboratorium badań sejsmicznych TAMARIS. Na pewno mocną stroną naszego szkolenia była możliwość zwiedzenia wielu ośrodków jądrowych unikatowych na świecie. Łącznie odbyliśmy 17 wizyt w 15 ośrodkach należących do firmy EDF (eksploatowany blok Flamanville-2, w budowie blok EPR Flamanville-3, EDF Information Center Flamanville-3, International Material Ageing Institute, elektrownie w Buggy i Saint Alban oraz FARN – Paluel), firmy AREVA (fabryka przerobu paliwa La Hague, centrum informatyczne Equerdeville, fabryka elementów ciężkich CHALON/Saint Marcel oraz centrum szkoleniowe dla inżynierów CETIC) oraz firmy ANDRA (składowisko odpadów nisko i średnioaktywnych d'AUBE, (składowisko odpadów niskoaktywnych krótkożyciowych) CIRES, podziemne laboratorium CIGEO, oraz wystawa podziemnego składowiska ETE). Podczas pobytu zostaliśmy podzieleni na 8 podgrup, gdzie każda podgrupa musiała wykonać projekt dotyczący energetyki jądrowej, który następnie musieliśmy zaprezentować i obronić przed komisją składającą się ze specjalistów z różnych dziedzin. W ostatnim tygodniu naszego pobytu dostaliśmy zadanie, aby zasymulować prawdziwą debatę o powstaniu nowego składowiska odpadów promieniotwórczych oraz możliwości zrzutu odpadowej soli pochodzącej z reaktora typu *Molten Salt* do rzeki. Debatą przebiegała bardzo burzliwie, gdyż część z naszych kolegów musiała wcielić się w przeciwników wymienionych projektów, jednak było to dla nas dobrą lekcją „jak rozmawiać ze społeczeństwem”. Ostatniego dnia pobytu we Francji zostaliśmy poproszeni o zagranie w grę pt. „*Nuclear games*” wymyśloną przez pracowników EDF, która miała nam pokazać jak długa jest droga od pierwszej decyzji politycznej, aż do rozpoczęcia pracy elektrowni jądrowej.

Z Francji wyjechaliśmy z nową wiedzą dotyczącą energetyki jądrowej, której nie udałooby się nam zdobyć w Polsce, wspaniałymi wspomnieniami z wizyt technicznych oraz nową garderobą, którą musieliśmy zakupić z powodu nadużywania francuskich deserów...

Sylwester Sommer,

Dorota Gajda,

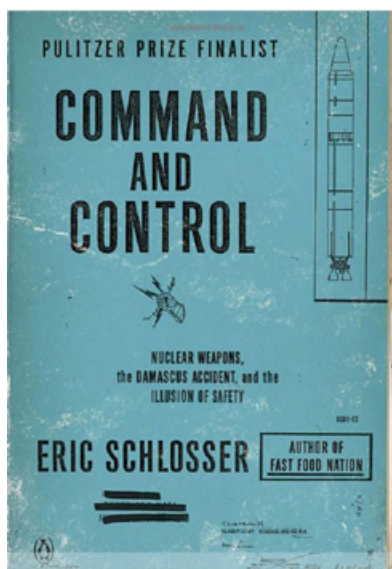
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,

Warszawa

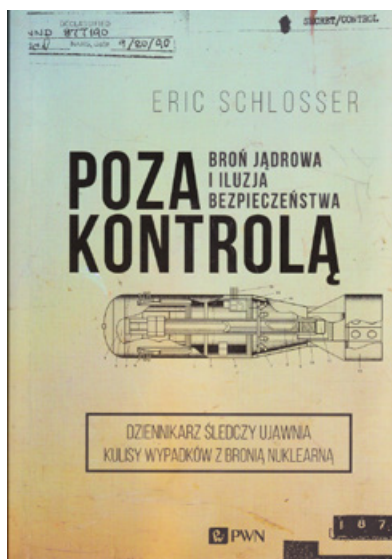


TO TYLKO ILUZJA, że wszystko jest pod kontrolą PWN 2015

Eric Schlosser



Fot. 1. Okładka oryginału książki Erica Schlossera: "Command and Control: Nuclear Weapons, the Damascus Accident, and the Illusion of Safety"



Fot. 2. Tytuł książki wydanej w języku polskim "Poza kontrolą. Broń jądrowa i iluzja bezpieczeństwa"

Generalnie publikacja traktuje o zagrożeniach wynikających z posiadania broni jądrowej, konieczności odnawiania jej arsenału i organizacji spójnego systemu jej kontroli, narażenia na jej przypadkowe uruchomienie w wyniku nieprzewidzianych działań, o wykorzystaniu broni jądrowej w ramach polityki globalnej, gwarancji NATO.

Przewodnim motywem książki jest opis katastrofy w silosie wyrzutni pocisku raketowego Tytan II spowodowanej przypadkowym upadkiem pięciokilogramowego klucza nasadowego w czasie rutynowych działań. Upadek spowodował przebicie obudowy pocisku powodując wyciek paliwa. Pocisk balistyczny Tytan II był największym międzykontynentalnym pociskiem z głowicą jądrową o wydajności energetycznej 9 Mt, co według szacunków przewyższa trzykrotnie wydajność energetyczną wszystkich bomb zrzuconych w czasie II wojny światowej. W czasie wybuchu w silosie głowica została wyrzucona na wysokość 300m i opadła kilkaset metrów od krateru. Do opisywanej katastrofy doszło w roku 1980, kiedy ten rodzaj broni jądrowej uważano już za przestarzały, ale jeszcze użyteczny i utrzymywano w gotowości takie 54 wyrzutnie. Od chwili tej katastrofy rozpoczęto ich likwidację.

W tle tego motywu przedstawiono rozwój broni jądrowej w Stanach Zjednoczonych od jej powstania w czasie wojny do czasów obecnych. Opisano zmiany zachodzące w doktrynie wojennej i problemy z jej opracowaniem szczególnie w okresie zimnej wojny, gdzie dominował strach przed nieznaną potęgą przeciwnika, a dane wywiadowcze były mniej niż znikome. Opierano się na danych pośrednich z obserwacji np. defilad, gdzie pokazano najnowsze bombowce przelatujące kilka razy na oczach widzów i wysnuto wniosek „o dziurze w uzbrojeniu” uruchamiając ogromną produkcję własnych środków przenoszenia. Opisano kilka przykładów zagubienia głowic jądrowych pokazując jak słabe były zabezpieczenia przed takimi wypadkami. Opisano też problemy z zabezpieczeniem głowic przed ich przypadkowym lub nieuprawnionym uruchomieniem, problemy wyboru właściwego momentu uzbrojenia głowic (czy w czasie lotu do celu czy wcześniej) oraz przechowywaniem w takim stanie by były zawsze gotowe. Uruchomiono 24 godzinne loty bez lądowania z bronią jądrową na pokładzie samolotów i dyżurujące samoloty z bronią jądrową na lotniskach cywilnych pokazując, że we wszystkich tych przypadkach nie ma dobrego zabezpieczenia przed wypadkami. Opisano wypadki pożarów, które wprawdzie nie spowodowały wybuchu jądrowego, ale stopiły głowice rozpraszając pluton uważany za wyjątkowo toksyczny.

Innym problemem nad którym trudno było przez cały czas zapanować była decyzja, kto ma prawo dysponować bronią jądrową i kiedy. Wiązało się to z siecią wczesnego ostrzegania (nie do końca rozwiązana do dziś) i dowództwem, gdzie splatały się sprzeczne interesy wojsk powietrznych, marynarki i lądowych z których każde posiada własną broń jądrową. W pewnym momencie doszło do sytuacji, że podjęcie decyzji o ataku jądrowym w przypadku np. utraty łączności z dowództwem należało do pilota bombowca. Podejmowanie jakichkolwiek decyzji dotyczących nawet błahych spraw uruchamia bardzo bezwładną maszynę biurokratyczną. Znaczne uporządkowanie systemów dowodzenia i unowocześnienia broni jądrowej nastąpiło dopiero w okresie prezydentury Ronalda Reagana.

Wielkim problemem jest przygotowanie kadry, szkolenie, opracowanie odpowiednich procedur szczególnie dla sytuacji awaryjnych. W większości obsługą broni jądrowej zajmują się młodzi nie zawsze rozumiejący swoje zadania ludzie, co jest przyczyną wielu wypadków.

Brak jest krajowego systemu współdziałania w chwilach kryzysowych np. rannych w opisywanej katastrofie nie chciał przyjąć szpital, ponieważ nie miał kontraktu z wojskiem.

W książce przedstawione są również elementy polityki globalnej Stanów Zjednoczonych w różnych okresach i współdziałania z sojusznikami, którzy nie zawsze byli informowani o tym, że na ich terytorium znajduje się amerykańska broń jądrowa.

Autor zwraca uwagę na fakt, że nie informowano społeczności lokalnej znajdującej się w pobliżu zagrożonego rejonu o działaniach dotyczących broni jądrowej szczególnie o wypadkach, niedociągnięciach, i innych możliwych zagrożeniach.

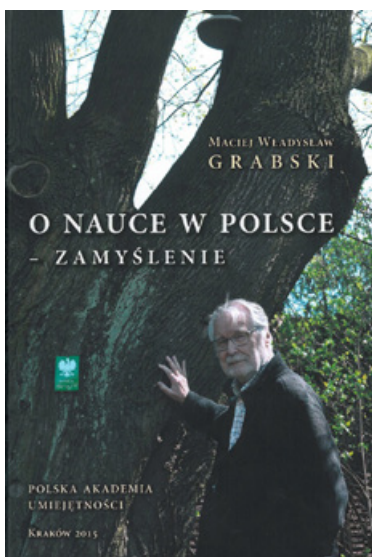
Wielką zaletą książki jest to, że wszystkie osoby w niej wymienione są postaciami rzeczywistymi, nie literackimi, z większością z nich autor prowadził bezpośrednie wywiady lub rozmowy. Książka oparta jest również o oryginalne dokumenty, które odtajniono (w jednych stanach były odtajnione, a w innych nie), a później znów utajniono. Autor korzystał również z publikacji naukowych i doniesień prasowych. *(wydajność energetyczna wybuchu jest określana przez tzw. równoważnik trotylowy określający moc broni jądrowej porównując jej energię wybuchu z energią uwalnianą w czasie wybuchu równoważnej ilości trotylu. Przyjmuje się, że $1\text{kt}=10^{12}\text{cal}$).*

Krzysztof Rzymkowski,
Stowarzyszenie Ekologów na
Rzecz Energii Jądrowej,
Warszawa



O NAUCE W POLSCE – ZAMYŚLENIE

Niestety w czasie, kiedy składaliśmy ten numer PTJ doszła nas informacja o śmierci profesora. Zmarł 12 lutego w Warszawie.



Fot.1. Książka wieloletniego prezesa Fundacji na rzecz Nauki Polskiej prof. Macieja W. Grabskiego „O nauce w Polsce – zamyślenie” (z arch. autora)

Fundacja na rzecz Nauki Polskiej (FNP) zorganizowała 28 stycznia premierowe spotkanie książki zatytułowanej „O nauce w Polsce – zamyślenie”. Autorem publikacji jest wybitny uczony, były prezes FNP prof. Maciej W. Grabski. Bardzo starannie wydany, obszerny wolumin (355 stron) to zbiór 32 uaktualnionych i uporządkowanych tekstów wywiadów oraz publicznych wypowiedzi Profesora napisanych, wygłoszonych lub opowiedzianych w latach 1999–2014. Autor porusza temat nauki w wielu kontekstach, między innymi: nauczania, polityki, innowacyjności, uczciwości, kategoryzacji badań na podstawowe i stosowne. W słowie wstępnym do książki prof. Maciej Żylicz podkreśla, że „codziennością uczonego jest dzisiaj nie tylko „czysta” praca naukowa, ale także poszukiwanie funduszy na badania, składanie wniosków o granty, zarządzanie zespołem i wiele innych pobocznych aktywności, bez których nie da się konkurować z najlepszymi. Książka prof. Macieja Grabskiego jest okazją do refleksji; po co to robimy, dla kogo, o czym nie wolno zapominać uprawiając zawód naukowca”.



Fot. 2. Sformułowane przez Profesora hasło: WSPIERAMY NAJLEPSZYCH, ABY MOGLI STAĆ SIĘ JESZCZE LEPSI okazało się kluczem do spektakularnego sukcesu Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (fot. Wojciech Głuszewski)

Promocji książki towarzyszyła interesująca dyskusja, w której wzięli udział znakomici profesorowie: Maciej Żylicz, prezes Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, Krzysztof J. Kurzydłowski, były dyrektor Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Mirosława Marody, była wiceprezes Polskiej Akademii Nauk, Andrzej Białas, prezes Polskiej Akademii Umiejętności oraz autor Maciej W. Grabski. Spotkanie poprowadził dr Tomasz Perkowski, wiceprezes Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Głos zabierali również licznie przybyli przyjaciele profesora i dziennikarze. Obecna była córka profesora była Marszałek Sejmu RP Małgorzata Kidawa-Błońska. Wiele mówiono na temat kondycji nauki Polskiej. Zwracano uwagę, że często w naszych realiach to nauka wspiera gospodarkę, a nie odwrotnie. Krótkim podsumowaniem debaty może być zdanie, które znajdziemy w książce „reformowanie nauki to droga przez mękę i prowadzi nie tylko poprzez zapisy ustaw czy zmiany organizacyjne, ale w znacznie większej mierze poprzez zmianę mentalności ludzi – a to jest proces powolny.

Książkę wydała Polska Akademia Umiejętności w Krakowie przy wsparciu finansowym Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Zdjęcia na okładkę wykonał Andrzej M. Kobos, który był również redaktorem naukowym książki. Publikację można nabyć w dziale wydawnictw Polskiej Akademii Umiejętności (wydawnictwo@pau.krakow.pl).

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



Zapowiedź literacka. „Zapomniany geniusz Lise Meitner, pierwsza dama fizyki jądrowej”

Tomasz Pospieszny

To już druga książka dr Tomasza Pospiesznego o genialnej kobiecie, która musiała przekonywać świat o swoim geniuszu. Tym razem, autor przedstawił losy urodzonej w Austrii niezwyklej kobiety, Lise Meitner. Tytuł niniejszej książki „Zapomniany geniusz Lise Meitner, pierwsza dama fizyki jądrowej”, zdaje się już mówić sam za siebie. Kiedy pochylimy się nad udziałem kobiet w rozwoju nauk, głównie ścisłych, (w tym także medycyny, biologii), choć nie tylko, dostrzeżemy, że wkład kobiet w rozwój naukowy świata jest bardzo istotny. Oczywiście imiona i nazwiska uczonych mężczyzn, nagrodzonych naukowymi nagrodami pojawiają się znacznie częściej. A przecież genialne, uczone kobiety działały już w starożytności, dość wspomnieć o matematyce Hypatii, żonie Heweliusza Elizabeth Koopman, czy średniowiecznej lekarce i matematyce, Heloizie. Nie mówi się o nich jednak zbyt często, a jeśli już, to jako o precyzyjnych pomocnicach i asystentkach. Sytuacja taka niestety, nie ulegała zmianie w kolejnych wiekach.



Fot. 1. Lise Meitner na emigracji w Szwecji, 1940. (z Archiw z Indigo Images/SPL)
Photo 1. L. Meitner in exile in Sweden, 1940

Można zastanawiać się jaki jest powód takiego stanu rzeczy, choć odpowiedź wydaje się być prosta i oczywista. Mówiąc w skrócie, po prostu takie były czasy i uwarunkowania społeczne. Znacznie ciekawsze są pytania o cechy charakteru i umysłu kobiet, które miały odwagę wystąpić przed szereg, wejść (czy właściwie wtargnąć) do naukowego świata zarezerwowanego dla mężczyzn, narażając się przy tym na ostracyzm, śmieszność, czasem odrzucenie.

Jak radziły sobie z połączeniem roli uczonej z tradycyjnymi obowiązkami żon, matek i opiekunek domowego ogniska? Wreszcie, jak trafiały na mężczyzn, którzy wspierali ich dążenia do samorealizacji? A może nie trafiały, tylko intuicyjnie szukały, takich, którzy te dążenia rozumieli i podsyćcali, sami będąc albo uczonymi albo na tyle dobrze sytuowanymi, aby móc je wspierać. Wśród genialnych kobiet, były jednak i takie, które całkowicie poświęciły się nauce.

Wróćmy jednak do Lise Meitner. Urodziła się 7 listopada 1878 r. w Wiedniu, mieście muzyki, architektury i psychoanalizy; w licznej żydowskiej, licznej rodzinie. Oprócz niej państwo Meitner mieli jeszcze siedmioro dzieci, którym dali doskonałe wykształcenie. Rodzice Lise byli ludźmi otwartymi; ojciec prawnik, matka zajmowała się domem i organizowała domowe życie intelektualne. To ona uczyła Lise samodzielnego, odważnego myślenia. Można pokusić się o stwierdzenie, że Lise wzrastała w typowej atmosferze, charakterystycznej dla inteligentnego XIX wiekowego Wiednia, atmosferze poszanowania książek, tolerancji i drobnomieszczańskiego dobrobytu. Lise dość wcześnie, jeszcze w dzieciństwie zainteresowała się matematyką, cechowała ją także odwaga w formułowaniu poglądów. Oczywiście także i w Wiedniu, dostęp do edukacji dla dziewcząt był utrudniony, ale już w roku 1897 umożliwiono dziewczętom studia filozoficzne, a wkrótce medyczne. Wymagania stawiane dziewczętom były jednak bardzo wysokie. W wieku 21 lat, w roku 1900 Lise ukończyła gimnazjum. To otworzyło jej drogę do dalszej nauki.

Trudno jest uchronić się tu od pewnych porównań z bohaterką poprzedniej książki autora, z Marią Skłodowską-Curie, która zresztą była wzorem dla młodszej o 11 lat Lise. Czy dzienna data urodzin warunkuje jakość nasze życie, czy osoby urodzone tego samego dnia mają podobne predyspozycje psychiczne bądź intelektualne? Może zodiakalne gdybanie jest mało poważne, ale trudno się od niego ustrzec. Obie dziewczyny urodziły się tego samego dnia, obie więc są zodiakalnymi skorpionami, o których mówi się, że są uparte, samodzielne, niezawisłe i kiedy trzeba potrafią walczyć o swoje. Obie przyszły na świat w światłych, inteligentnych rodzinach wspierających odwagę i samodzielne, twórcze myślenie. Obie wreszcie miały liczne, wykształcone rodzeństwo. Na tym jednak kończą się podobieństwa. Warszawa czasów dzieciństwa i młodości Marii Skłodowskiej, to miasto zamknięte w zruśfikowanej atmosferze, pozbawione wolności politycznej i intelektualnej, miasto, w którym uczeni musieli uciekać się do sztuczek obchodzenia zakazów, aby móc rozwijać naukę. Po upadku powstania styczniowego, kiedy to nasiłił się proces rusyfikacji, zamknięto Szkołę Główną (dawny Królewski Uniwersytet Warszawski) i utworzono Cesarski Uniwersytet, uczelnię z wykładowym językiem rosyjskim i rosyjskimi wykładowcami. Wiedeń Lise, to zupełnie inne miejsce, otwarte, wolne, tętniące życiem intelektualnym i kulturalnym, choć nie wspierające szczególnie intelektualnych dążeń młodych panien. Kiedy dziś w Wikipedii obejrzymy portrety znanych absolwentów uczelni, Lise Meitner pojawi się dopiero na 30 pozycji.

Dla Marii Skłodowskiej, wyjazd na wymarzone studia do Paryża, okupiony był licznymi wyrzeczeniami, koniecz-

nością pracy zarobkowej. Była to decyzja ze wszech miar ciężka, biorąc pod uwagę sytuację w kraju, patriotyczne zaangażowanie młodej Marii i wreszcie trudną rzeczywistość rodzinną. Choć sytuacja Lise, która jako pierwsza kobieta studiowała na Uniwersytecie Wiedeńskim, we własnym mieście, wśród najbliższych, nie musząc chociażby martwić się o warunki materialne, nie była jednak łatwa. Kiedy przeniosła się do Berlina, musiała wchodzić do Instytutu Chemii, w którym znajdowało się laboratorium tylnym wejściem, ponieważ główne było przeznaczone tylko dla mężczyzn. Nie mogła pobierać pensji i korzystać z toalety. Pracowała tak przez 2 lata, do 1909 r. Z pewnością Maria Skłodowska-Curie pracowała w lepszych warunkach. Pierwszą pełnopłatną pracę Meitner uczona otrzymała dopiero w 1914 r., a w tym czasie Maria Skłodowska-Curie posiadała już dwie nagrody Nobla i tytuł profesora Sorbony. Pomimo tych wszystkich trudności Lise Meitner, tak jak Maria Curie na bardzo wielu polach była tą pierwszą: jako pierwsza kobieta studiowała fizykę na Uniwersytecie Wiedeńskim, była pierwszą kobietą – asystentem na Uniwersytecie w Prusach, jako pierwsza otrzymała pełnoprawną pracę i pensję, wreszcie pierwszą, która wywalczyła sobie prawo do kariery akademickiej.

Kiedy wybuchła I wojna światowa, Lise zaciągnęła się do korpusu pielęgniarek i została technikiem rentgenowskim. Coś nam to przypomina, prawda? Czy genialne uczone tamtych czasów czuły się zobowiązane włączyć się w wojenną zawieruchę? Czy ich świadomość społeczna, poczucie obowiązku i wspólnoty kazało im opuścić laboratoria i jechać na front? Wydaje się, że tak właśnie było i co więcej ich stosunek do wojny, jako do niepotrzebnej, tragicznej, niszczycielskiej siły był taki sam. Obie opatrwały i prześwietlały rannych żołnierzy bez względu na to, po której stronie walczyli.



Fot.2. Otto Hahn, Lise Meitner i lord Ernest Rutherford podczas spotkania Niemieckiego Towarzystwa Chemicznego, Berlin-Dahlem, 1928. (z Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem)

Photo.2. Otto Hahn, Lise Meitner and lord Ernest Rutherford during the meeting of German Chemical Society, 1928

W roku 1944 prof. Otto Hahn otrzymał nagrodę Nobla za odkrycie rozpadu ciężkich jąder. Uczony odbierał nagrodę 10 grudnia 1945 r. W mowie noblowskiej kilkakrotnie wspominał wkład Lise Meitner w zakresie wspólnych badań, wspólnych opracowań etc. Nie zająknął się słowem o jej pomocy w zakresie porad, rozważań, dyskusji, bardzo istotnego choć z konieczności, korespondencyjnego udziału w pracach. To ona pierwsza dostrzegła wyjątkowość i wagę badań oraz ich efektów, to ona pierwsza zrozumiała ich naukowe następstwa. Pomimo protestów świata nauki (choć sam Hahn nie miał na tyle siły charakteru, by jak Piotr Curie, stanąć murem za kandydaturą Marii Skłodowskiej-Curie), Komitet Noblowski nie zaakceptował kandydatury Lise Meitner. Jej nazwisko w różnych konfiguracjach zgłaszano do nagrody Nobla kilkanaście razy. Zrobił to po raz ostatni w roku 1948 Niels Bohr.



Fot. 3. Lise Meitner w laboratorium, 1931. (z Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem)

Photo 3. L. Meitner in the laboratory, 1931

Ważną jest rzeczą, jak widzimy sens naszego życia, co jest motorem naszych działań, w imię czego stać nas na nadludzki czasem wysiłek. Dla Lise Meitner istotą życia było działanie, a wypowiedziane przez nią słowa definiują to jasno, „Wierzę, że wszyscy młodzi ludzie zastanawiają się, jak ułożyć sobie życie; Gdy ja się zastanawiałam, zawsze dochodziłam do wniosku, że życie nie musi być łatwe, byle tylko nie było puste. I to życzenie zostało spełnione. Dla pełnego obrazu dodajmy dwie wypowiedzi Marii Skłodowskiej-Curie „Człowiek nie ogląda się na to co zrobione, ale patrzy, co ma przed sobą” i jeszcze jedna. „Ja zaś myślę, że w każdej epoce można mieć życie interesujące i użyteczne, a o to głównie chodzi, aby go nie zmarnować...”

Książka Tomasza Pospiesznego pt. „Zapomniany geniusz Lise Meitner, pierwsza dama fizyki jądrowej”, ukaże się już niedługo, warto mieć ją w swojej bibliotece.

Małgorzata Sobieszczak-Marciniak,
prezes Towarzystwa Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie,
Warszawa



TL-IRMP



CZLiTT

UPOWSZECHNIANIE MODUŁU KSZTAŁCENIA

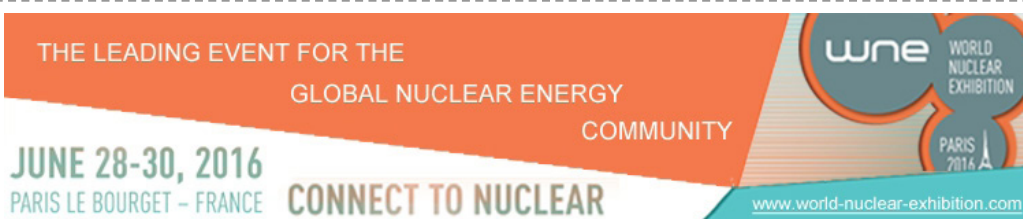
(UMOWA NR 2014-1-PL01-KA203-003611)

ZASTOSOWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W PRZETWÓRSTWIE MATERIAŁÓW

12 MAJA 2016 R.

Miejsce obrad:

Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii
Politechnika Warszawska
ul. Rektorska 4, Sala 1.01, 00-614 Warszawa

Consiglio
Nazionale delle
Ricerchektu
Kazimierz Turowski
University of
TechnologyHACETTEPE
UNIVERSITY

ICARST 2017

W dniach od 24 do 28 kwietnia 2017 r. Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) organizuje w Wiedniu konferencję (International Conference on Applications of Radiation Science and Technology) poświęconą zastosowaniu technik radiacyjnych i radiochemicznych w różnych dziedzinach gospodarki, medycyny, rolnictwa, ochrony środowiska i nauki. Organizatorzy podkreślają, że badania zjawisk towarzyszących oddziaływaniu promieniowania jonizującego na materię stworzyły szereg cennych narzędzi służących poznaniu skomplikowanych procesów chemicznych w wielu ważnych dziedzinach naszego życia. Techniki radiacyjne znalazły również szereg praktycznych zastosowań np. w sterylizacji radiacyjnej wyrobów medycznych, konserwacji żywności, konserwacji i identyfikacji dzieł sztuki, modyfikacji właściwości materiałów, technikach analitycznych itd. Na świecie rozwinął się rynek instalacji radiacyjnych wykorzystujących na skalę laboratoryjną i przemysłową promieniowania: gamma (γ), rentgenowskie (X) i wiązki elektronów (EB). Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej od lat działa na rzecz bezpiecznego wykorzystania promieniowania jonizującego, w tym również rozwiązań radioizotopowych będących domeną radiochemii.



Fot. 1. Plakat poświęcony zastosowaniu technik radiacyjnych i radiochemicznych

W ramach konferencji omówione zostaną następujące zagadnienia:

- Aktualne trendy w technologiach radiacyjnych: Budowa nowych instalacji radiacyjnych;
- Produkcja i transport kobaltu-60;
- Nowe akceleratory elektronów oraz źródła promieniowania rentgenowskiego;
- Sterylizacja radiacyjna;
- Modyfikacja tworzyw polimerowych;
- Chemia radiacyjna w syntezie i projektowaniu nanomateriałów;
- Rozwój zaawansowanych materiałów wykorzystujących technologie radiacyjne;
- Zastosowanie technologii radiacyjnych w utwardzaniu powierzchni;
- Radiacyjna degradacja zanieczyszczeń w spalinach, ściekach przemysłowych i komunalnych oraz osadach;
- Zastosowanie technologii radiacyjnych w ochronie dziedzictwa kulturowego;
- Chemiczne aspekty związane z systemami wody chłodzącej w reaktorach jądrowych,
- Produkcja paliwa jądrowego: Przerób i zagospodarowanie odpadów jądrowych;
- Doświadczenia eksploatacyjne z działalności instalacji radiacyjnych;
- Dozymetria promieniowania jonizującego;
- Wdrożenie praktyk zarządzania, jakością Procesów radiacyjnych;
- Postęp w dziedzinie bezpieczeństwa i kontroli w obiektach radiacyjnych;
- Zastosowanie promieniotwórczych znaczników do badania procesów przemysłowych i środowiskowych;
- Metoda aktywacji cienkich warstw do pomiaru zużycia materiałów;
- Zastosowanie radioizotopów do sterowania i pomiarów;
- Detekcja promieniowania jonizującego;
- Dynamiki płynów i modelowanie w procesach inżynierii procesowej;
- Ekonomiczne aspekty technologii radiacyjnych w porównaniu z technologiami konwencjonalnymi; Narzędzia i metody edukacyjne oraz rozwoju zasobów ludzkich.

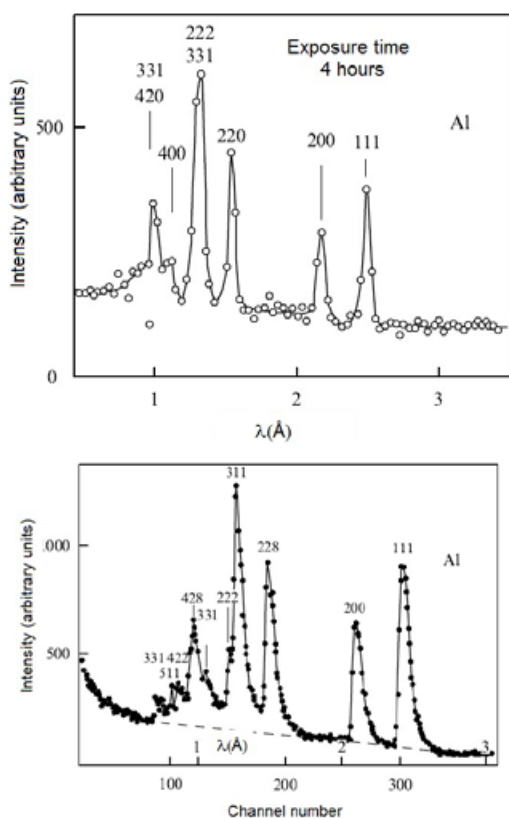
Więcej informacji dostępnych jest na stronie:

<http://www.pub.iaea.org/iaea meetings/50814/International-Conference-on-Applications-of-Radiation-Science-and-Technology-ICARST-2017>

PROFESOR JANUSZ LECIEJEWICZ – JEGO WSPÓŁPRACA ZE ZJEDNOCZONYM INSTYTUTEM BADAŃ JĄDROWYCH W DUBNEJ

Andrzej Pawlukojć

Pierwszy kontakt prof. Janusza Leciejewicza z Dubną miał miejsce w dalekim 1963 r. Wtedy jeszcze doktor Leciejewicz wraz z prof. Bronisławem Burasem przeprowadzili na reaktorze IBR w Laboratorium Fizyki Neutronowej (LFN) Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych (ZIBJ) eksperyment który w bardzo poważnym stopniu wpłynął na rozwój bazy eksperymentalnej i tematykę badawczą w tym Laboratorium. W eksperymencie tym przedstawiona została możliwość wykorzystania nowej metody opartej na pomiarze czasu przelotu neutronu dla neutronograficznych badań strukturalnych proszków krystalicznych [1].



Rys.1. Dyfrakcja neutronów termicznych metodą TOF dla proszkowego aluminium wykonana na reaktorze EWA (lewy wykres) i na reaktorze IBR (prawy wykres) [1]. Za zgodą Nukleoniki

Wykorzystanie metody czasu przelotu (TOF) dla pomiarów dyfrakcji neutronów termicznych zostało po raz pierwszy zaproponowane przez R.D. Lowde w 1956 r. [2] i następnie kilka lat później przez P.A. Egelstaffa w 1960 r. [3]. Ideą techniki TOF jest wykorzystanie białego widma

neutronów termicznych w procesie dyfrakcji na materiałach krystalicznych. Pierwsze prace eksperymentalne wykorzystujące tą metodę zostały wykonane na reaktorze EWA w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku, a następnie na impulsowym reaktorze IBR w ZIBJ [4-6]. Na rys. 1. przedstawiona została dyfrakcja neutronów termicznych na proszkowym aluminium wykonana metodą czasu przelotu na reaktorze EWA i na reaktorze IBR.

W niedawnej pracy F. Mezei [7] pojawiła się fraza "The Time-of-Flight (TOF) method for neutron diffraction was proposed half a century ago by Buras and Leciejewicz as a very efficient alternative to the crystal monochromator technique". Dalsze prace i rozwój techniki TOF dla dyfrakcji neutronów termicznych w LFN ZIBJ przebiegały już bez udziału prof. Janusza Leciejewicza [8], jednakże z bardzo dużym udziałem polskich naukowców, między innymi pani prof. Izabeli Sosnowskiej [9].

W latach 80 ubiegłego wieku prof. Janusz Leciejewicz był członkiem tzw. Komitetu Neutronowego, którego zadaniem było formowanie polityki rozwoju badań neutronowych w LFN ZIBJ w Dubnej.



Fot.1. Profesor Janusz Leciejewicz na tle pomnika D.I. Blokhincewa – pierwszego dyrektora ZIBJ. Dubna 2006 rok (fot. z archiwum autora)

Trzecim etapem współpracy prof. Janusza Leciejewicza z ZIBJ w Dubnej były lata 1995-2007, kiedy we współpracy z dr. Ireneuszem Natkańcem i dr. Andrzejem Pawlukojciem prowadził badania właściwości dynamicznych związków organicznych, w tym aminokwasów alifatycznych. Badania te były prowadzone na polskim spektrometrze neutronów termicznych NERA, zaprojektowanym i skonstruowanym przez grupę fizyków i inżynierów z Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie pod kierunkiem prof. Jerzego Janika. Spektrometr ten był ustawiony przy impulsowym reaktorze IBR-2. W tym okresie prof. Leciejewicz był

częstym gościem w ZIBJ. Rezultatem tej współpracy było 11 publikacji dotyczących badań właściwości dynamicznych molekuł organicznych przy pomocy nieelastycznego, niespójnego rozpraszania neutronów termicznych [10-20]. Jednym z rezultatów tej współpracy była rozprawa doktorska „Badania właściwości dynamicznych aminokwasów alifatycznych metodą nieelastycznego, niekoherentnego rozpraszania neutronów termicznych”, której promotorem był prof. Janusz Leciejewicz, obroniona przez Andrzeja Pawlukoja w 1997 r. w Instytucie Energii Atomowej w Świerku.



Fot. 2. Profesor J. Leciejewicz przed drewnianą cerkwią Smoleńskiej Ikony Matki Boskiej, Dubna 2006 rok

Andrzej Pawlukoja,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa, Polska,
Laboratorium Fizyki Neutronowej,
Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych,
Dubna, Rosja

LITERATURA

1. B. Buras, J. Leciejewicz, W. Nitc, I. Sosnowska, J. Sosnowski, F. Shapiro, *Nukleonika* 7-8 (1964) 523,
2. R.D. Lowde, *Acta Cryst.*, 9 (1956) 151,
3. P.A. Egelstaff, *Proceedings of the Symposium on neutron Time-of-Flight methods*, Saclay (1961) 69,
4. B. Buras, J. Leciejewicz, *Nukleonika* 8 (1963) 75,
5. B. Buras, J. Leciejewicz, *Phys. Stat. Sol.* 4 (1964) 349,
6. V.V. Nitc, Z.G. Papulowa, I. Sosnowska, J. Sosnowski, *Fiz. Tward. Tiele* 6 (1964) 1370,
7. F. Mezei, M. Russina, Gy. Kali, *Neutron News* 23(1) (2012) 29,
8. В.Л. Аксёнов, А.М. Балагуров, *Успехи Физических Наук*, 186(2) (2016) 1,

9. I. M. Sosnowska, *Cryst. Res. Technol.* 50(9-10) (2015) 705,
10. A. Pawlukoja, L. Bobrowicz, I. Natkaniec, J. Leciejewicz, *Spectrochimica Acta* vol. 51A, (1995) 303,
11. A. Pawlukoja, J. Leciejewicz, I. Natkaniec, *Spectrochimica Acta* 52A (1996) 29-32
12. A. Pawlukoja, J. Leciejewicz, *Postepy Techniki Jadrowej* 39 (1996) 31,
13. A. Pawlukoja, K. Bajdor, J. Cz. Dobrowolski, J. Leciejewicz, I. Natkaniec, *Spectrochimica Acta* 53A (1997) 927,
14. A. Pawlukoja, I. Natkaniec, Z. Malarski, J. Leciejewicz, *Journal of Molecular Structure* 516, (2000) 7,
15. A. Pawlukoja, J. Leciejewicz, J. Tomkinson, S.F. Parker, *Spectrochimica Acta Part 57A* (2001) 2513,
16. A. Pawlukoja, J. Leciejewicz, J. Tomkinson, S.F. Parker, *Spectrochimica Acta Part 58A*, (2002) 2897,
17. A. Pawlukoja, J. Leciejewicz, I. Natkaniec, J. Nowicka-Scheibe, *Polish Journal of Chemistry* 77 (2003) 75,
18. A. Pawlukoja, J. Leciejewicz, *Chemical Physics*, 299 (2004) 39,
19. A. Pawlukoja, J. Leciejewicz, A. J. Ramirez-Cuesta, J. Nowicka-Scheibe, *Spectrochimica Acta Part 61A*, (2005) 2474,
20. A. Pawlukoja, W. Starosta, J. Leciejewicz, I. Natkaniec, D. Nowak, *Chem. Phys. Lett.* 437 (2007) 32,

MARIA SKŁODOWSKA – CURIE, RADIOLOGIA I WOJNA

100 lat temu, 16 lipca 1916 r., Maria Skłodowska – Curie, jako jedna z pierwszych kobiet na świecie, zrobiła prawo jazdy na samochód ciężarowy. Uprawnienia do prowadzenia pojazdu były jej potrzebne, gdy w czasie I wojny światowej została szefem wojskowej komórki medycznej zajmującej się organizowaniem polowych stacji rentgenograficznych. Uczona ochotniczo podjęła się tego zadania dowiedziawszy się od dr Henriego Bécłère o brakach w zakresie służby radiologicznej w armii francuskiej. W liście Langevina napisała: «nie mogę służyć własnej ojczyźnie, będę służyć przybranej». Doskonale zdawała sobie sprawę z roli, jakie promieniowanie X może odegrać w lokalizacji pocisków i odłamków przed zabiegami operacyjnymi rannych żołnierzy. Maria zrobiła spis dostępnych aparatów rentgenowskich w laboratoriach naukowych oraz magazynach i zarekwirowała je dla potrzeb wojska.

Uczona posiadała oczywiście dużą teoretyczną wiedzę na temat promieniowania X brakowało jej jednak praktycznego doświadczenia. Musiała, więc przejść kurs z zakresu obsługi urządzeń, technik radiologicznych oraz podstaw anatomii. Pomógł jej w tym dr Bécłère. Uczona namówiła również do pomocy kilku znajomych profesorów i techników, którzy stali się załącznikiem ochotniczego personelu radiologicznego. Działania na froncie pokazały, że kluczową dla skutecznego ratowania rannych jest szybkie dotarcie z aparaturą rentgenowską w pobliże pola walki. Armia francuska miała wówczas według różnych źródeł jedną lub dwie mobilne instalacje radiologiczne. Maria dzięki wparciu Francuskiego Czerwonego Krzyża oraz Związku Kobiet Francuskich zdołała zakupić jeden samochód dostawczy marki Renault, który odpowiednio zmodyfikowano i wyposażono w urządzenie rentgenowskie.

Został on pozbawiany przednich drzwi, pomalowany na regulaminowy szary kolor ze znakiem czerwonego krzyża i napisem *Service Radiologique*. Pierwszy ambulans otrzymał symbol „E”. Silnik pojazdu napędzał prądnicę niezbędną do uruchomienia aparatu rentgenowskiego. Kolejne samochody zostały podarowane Marii przez architekta Ewalda oraz markizę de Ganay i księżniczkę Murat. Samochód „E” rozpoczął służbę już w sierpniu 1914 r. i był wykorzystany między innymi podczas bitwy nad Marną.

W latach wojny Maria bez reszty oddała się sprawie organizacji przyfrontowej radiologicznej służby sanitarnej, którą kierowała i w której osobiście pracowała. Udało jej się uzyskać pomoc ze strony kierowanej przez M. E. Lavissee'a organizacji *Patronage de blessés*. Marię uczyniono dyrektorem technicznym do spraw radiologii. Stowarzyszenie to dysponowało znacznymi funduszami, dzięki czemu, uczona „zmontowała” we własnym laboratorium i przekazała armii 20 wozów radiologicznych (niektóre źródła mówią, o 18), które udzieliły pomocy 10 tys. francuskich żołnierzy. Maria sama prowadziła jeden z samochodów i brała czynny udział w lokalizacji odłamków metalu. W pracy pomagała jej córka Irena. Obie pracowały w bardzo prymitywnych warunkach i były narażone na duże dawki promieniowania.

W roku 1916 z inicjatywy Marii w szkole pielęgniarek w Paryżu utworzono pierwszy we Francji wydział radiologiczny. Do końca wojny pod jej kierunkiem wyszkolono 150 лаборantek radiologicznych. Uczona przeprowadziła także szkolenia radiologiczne dla amerykańskich studentów medycyny przebywających na froncie w Europie. Oprócz tego założyła ona 220 stacji radiologicznych i przeszkoliła kadry do ich obsługi. Wykorzystano je w ponad 3 mln przypadków urazów wśród rannych na froncie.

Radiologia znacząco rozwinęła się pod względem wyposażenia, logistyki i szkolenia w czasie I wojny światowej. Udowodniono, że ta wówczas bardzo nowoczesna technika wnosi olbrzymi wkład w opiekę nad rannymi. Postęp w radiologii był możliwy dzięki zaangażowaniu takich osób jak, Maria Skłodowska Curie, Irena Curie, Jules Antoine Bécłère, Eugène Hirtz i wielu innych. Maria Skłodowska Curie opisała swoje doświadczenia wojenne w wydanej w 1919 r. książce „*Radiology in War*” (Radiologia i wojna).

Maria Skłodowska-Curie była pierwszą kobietą odznaczoną złotym medalem przez Radiological Society of North America (1922) i American College of Radiology (1931). Była także honorowym prezydentem III Międzynarodowego Kongresu Radiologii. Jako pierwsza osoba otrzymała tytuł członka honorowego Polskiego Lekarskiego Towarzystwa Radiologicznego.

Warto dodać, że w historii nauki zapisali się dwaj radiolodzy o nazwisku Bécłère:

- Antoine Louis Gustave lekarz, pionier radiologii i radioterapii we Francji
- jego kuzyn Henrie asystent i nauczyciel radiologii w szpitalu Saint-Antoine.

ZAPROSZENIE NA SEMINARIUM ERASMUS+

Osoby zainteresowane problematyką radiacyjnej modyfikacji materiałów mogą wziąć udział w naukowym seminarium „ZASTOSOWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W PRZETWÓRSTWIE MATERIAŁÓW”, które odbędzie się 12 maja 2016 r. w Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej (ul. Rektorska 4, Sala 1.01, 00-614 Warszawa). Organizacją wiodącą w ramach projektu Erasmus+ jest Instytut Chemii i Techniki Jądrowej a osobą koordynującą dr hab. Yongxia Sun. Udział w seminarium jest bezpłatny. Konferencja skierowana jest do studentów, doktorantów oraz pracowników zatrudnionych w przemyśle, medycynie, nauce oraz innych dziedzinach związanych z inżynierią materiałową. Planowane są następujące wykłady: Radiation: from physics to biomedical applications (prof. Adliene Diana, Kaunas Technical University, Litwa), Zastosowanie akceleratorów elektronów w przetwórstwie materiałów (dr Zbigniew Zimek, IChTJ), Od nauki do technologii – sieciowane radiacyjnie polimery (dr hab. Grażyna Przybytniak, IChTJ), Radiacyjne przetwórstwo materiałów – nanotechnologie (prof. Andrzej G. Chmielewski, IChTJ), Bachelor of Science study programme in Faculty of Applied Chemistry and Materials Science (Prof. Ioan CALINESCU, Dean of the Faculty: “Applied Chemistry and Materials Science” (FACMS), University Politehnica of Bucharest, Rumunia), Bachelor of Science study programme in Faculty of Applied Chemistry and Materials Science, M.Sc. and Ph.D. students education programme in Faculty of Applied Chemistry and Materials Science (prof. Vasile Lavric, Director of Doctoral School: “Applied Chemistry and Materials Science”, University Politehnica of Bucharest, Rumunia), Internationalization study programme in Xi’an Jiaotong University (Prof. Zhaolin Gu, Excutive dean of School of Human settlements and Civil Engineering, Xi’an Jiaotong University, Chiny). Seminarium jest unikatową okazją zdobycia podstawowej wiedzy na temat przemysłowych zastosowań technologii radiacyjnych. Więcej informacji można znaleźć na stronie 52 (www.ichtj.waw.pl).

Przewidywany jest również nieodpłatny lunch, bufet kawowy oraz drobne upominki. Powyższe koszty pokrywane są w ramach programu ERASMUS+.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



WSPOMNIENIE O PROFESORZE DR HAB. JERZYM KROH (1924-2016)

W dniu 15. lutego 2016 r. zmarł prof. dr hab. inż. Jerzy Kroh, wybitny uczony światowego formatu, pionier badań radiacyjnych, twórca łódzkiej szkoły chemii radiacyjnej, założyciel i wieloletni dyrektor Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej, jedyne w Polsce akademickie ośrodka badań w dziedzinie chemii i technologii radiacyjnej, autor kilkuset artykułów naukowych i wielu książek.

Prof. Jerzy Kroh był członkiem rzeczywistym Polskiej Akademii Nauk, profesorem i rektorem Politechniki Łódzkiej (1981-1987), doktorem Honoris Causa wielu uczelni krajowych i zagranicznych, wieloletnim członkiem Rady ds. Szkolnictwa Wyższego i Nauki przy Prezydencie Miasta Łodzi oraz wiceprezydentem Łodzi w latach 1996-1998.

Zmarły prof. J. Kroh był członkiem honorowym Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych i Łódzkiego Towarzystwa Naukowego. Nagrodzony został wieloma nagrodami i odznaczeniami, a w tym m.in. Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Medalem im. Marii Skłodowskiej-Curie oraz Medalem im. Jędrzeja Śniadeckiego. Był laureatem Honorowej Odznaki Miasta Łodzi. Został odznaczony Orderem Srebrnej i Złotej Gwiazdy, nadanym przez Cesarza Japonii w uznaniu wkładu w rozwój kontaktów naukowych i kulturalnych. Był członkiem wielu towarzystw naukowych, m.in. Royal Society of Edinburgh.

Odśpiewał człowiek mądry, dobry, prawy i szlachetny. Pogrzeb Profesora odbył się w dniu 26. lutego 2016 r. na cmentarzu Ewangelicko-Augsburskim św. Trójcy w Warszawie.

Redakcja PTJ

(Szerzy materiał wspomnieniowy o prof. Jerzym Kroh zamieścimy w następnym numerze naszego czasopisma)



WSPOMNIENIE O PROFESORZE MACIEJU WŁADYSŁAWIE GRABSKIM (1934-2016)

„WSPIERAĆ NAJLEPSZYCH, ABY MOGLI STAĆ SIĘ JESZCZE LEPSI”

**Zmarł Wielki Człowiek, Wielki Polak, Wielki Uczony
prof. Maciej Władysław Grabski, profesor zwyczajny Politechniki Warszawskiej, w latach 1992-2005 prezes zarządu Fundacji na rzecz Nauki Polskiej**

Profesor Maciej Władysław Grabski był wnukiem Władysława Grabskiego – premiera i ministra w II RP, a także wnukiem Stanisława Wojciechowskiego – prezydenta RP w latach 1922–1926. Jego rodzicami byli pisarz Władysław Jan Grabski i malarka Zofia Wojciechowska-Grabska. Maciej Grabski był żonaty z Heleną Grabską z domu Nowakowską (1933–2009), z którą miał dwójkę dzieci Małgorzatę Kidawę-Błońską i Jacka Macieja Grabskiego. Studia ukończył na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Warszawskiej (obecnie Wydział Produkcji).

W 1967 r. obronił doktorat, w latach 1969–1970 odbył staż naukowy na University of Cambridge Wielkiej Brytanii. Habilitował się w 1973 r., a w 1979 r. otrzymał tytuł profesora nauk technicznych. Od 1989 r. pracował na stanowisku profesora zwyczajnego.

W 1991 r. został członkiem korespondentem Polskiej Akademii Nauk. Był dyrektorem Instytutu Inżynierii Materiałowej PW (1981–1987), członkiem senatu tej uczelni (1981–1987, 1991–1996), członkiem i przewodniczącym komisji senackich i rektorskich, m.in. Komisji Etyki Zawodowej PW (1981–1985, 1989–2005). W latach 1992–2005 był prezesem Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Opublikował liczne prace z zakresu nauki o materiałach i inżynierii materiałowej. Zajmował się głównie defektami sieci krystalicznej i ich wpływem na właściwości metali oraz stabilnością mikrostruktury.

Profesor Maciej Władysław Grabski został odznaczony wieloma orderami, m.in.: Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski, Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski, Wielkim Krzyżem Zasługi Orderu Zasługi Republiki Federalnej Niemiec. Zmarł 12 lutego 2016 r. w Warszawie. Obyśmy pamiętali o zasadach, które były tak drogie Profesorowi Grabskiemu: uczciwości i wynikającej z niej etycznej odpowiedzialności.

Redakcja PTJ

Krótką historia Sarkofagu w Czarnobylu



Plakaty przedstawiają chronologicznie historię dotychczasowego Sarkofagu i budowy nowego (tzw. Arkady)
(Fot. Marek Rabiński)

GALA JUBILEUSZOWA 60-LECIA INSTYTUTU FIZYKI JĄDROWEJ

IM. HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO

POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Teatr im. Juliusza Słowackiego w Krakowie, 15 grudnia 2015 roku

fotoreportaż



Goście podczas widowiska w Centrum Konferencyjnym



Zaproszeni goście podczas gali w teatrze Słowackiego



Dyrektor IFJ PAN prof. Marek Jeżabek wita Jego Eminencję Księdza Kardynała Stanisława Dziwisza, Metropolitę Krakowskiego



Gala Jubileuszowa 60-lecia Instytutu Fizyki Jądrowej



Prof. Marek Jeżabek otrzymuje z rąk Prezesa PAN prof. Jerzego Duszyńskiego specjalny medal PAN przyznany Instytutowi Fizyki Jądrowej PAN



Jerzy Grębosz, Michał Krupiński, Andrzej Horzela



Spektakl „Gwiezdny pył” J. Grębosz, M. Krupiński, A. Horzela



Część artystyczna Jubileuszu

(Fot. z arch. IFJ PAN)