

POSTĘPY TECHNIKI JĄDROWEJ

VOL. 61 Z. 1 ISSN 0551-6846 WARSZAWA 2018



**Nowoczesne urządzenia do monitoringu obecności radionuklidów
w powietrzu oraz do kalibracji urządzeń pomiarowych**

60 ROCZNICA UTWORZENIA
CENTRALNEGO LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

Szczegóły na str. 2.

1-2018

INSTYTUT CHEMII
I TECHNIKI JĄDROWEJ
POLSKIE TOWARZYSTWO NUKLEONICZNE

SPIS TREŚCI

CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ: RETROSPEKCJA I WSPÓŁCZESNOŚĆ Marek Bielski	2
WSPOMNIENIA PIERWSZEGO DYREKTORA CLOR PROF. JERZEGO PEŃSKO Jerzy Peńsko	7
ENERGETYKA JĄDROWA NA ŚWIECIE I W POLSCE W 2017 ROKU Andrzej Mikulski.....	14
UWAGI DO RAPORTU ZESPOŁU MINISTERSTWA ENERGII DS. REAKTORA WYSOKOTEMPERATUROWEGO Andrzej Mikulski.....	21
TRZY SCENARIUSZE ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE Andrzej Mikulski.....	26
EXELTIUM JAKO JEDEN ZE SPOSOBÓW FINANSOWANIA INWESTYCJI W ENERGETYCE JĄDROWEJ Łukasz Sawicki, Bożena Horbaczewska.....	30
PRACA REAKTORA BADAWCZEGO MARIA W 2017 ROKU Andrzej Gołąb	37
PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI WCZORAJ I DZIŚ Andrzej Furtek.....	42
TAJEMNICZA CIEMNA MATERIA: AKSJONY CORAZ TRUDNIEJSZE DO WYKRYCIA Małgorzata Nowina Konopka.....	47
PLANOWANE WYDARZENIA	50
DONIESIENIA Z KRAJU	51
DONIESIENIA ZE ŚWIATA	58
INFORMACJE O KSIĄŻKACH	60
WYDARZENIA	62
WSPOMNIENIE	63
IN MEMORIAM	64



więcej informacji na str. 2



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 Głuszewski
Maria Kowalska
Łukasz Sawicki
Marek Rabiński
Edward Rurarz
Elżbieta Zalewska

Współpracują z nami:
Andrzej Mikulski
Małgorzata Sobieszcza Marciniak
Małgorzata Nowina Konopka

Redakcja:
PTJ-redakcja@ichtj.waw.pl

Adres strony internetowej PTJ:
<http://ptj.waw.pl>

Opracowanie graficzne:
Hubert Stańczyk (Agencja Reklamowa TOP)

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adjustacji
tekstów oraz zmian tytułów.

Recenzowanie artykułów
Większość manuskryptów przesyłana jest do recenzowania
przez 1-2 ekspertów z dziedziny, której dotyczy artykuł. Na
podstawie opinii recenzentów artykuły są akceptowane do
druku, kierowane do poprawy, lub odrzucane.

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

O opóźnieniach decyzji w sprawie realizacji Polskiego Programu Energetyki Jądrowej pisaliśmy na łamach PTJ wielokrotnie. Przytaczaliśmy zapewnienia urzędników państwowych wysokości szacunku, że do końca ubiegłego roku zapadną decyzje polskiego rządu w sprawie przyszłości energetyki jądrowej w naszym kraju.

Jest koniec marca 2018 r. O ile nam wiadomo, żadne media nie doniosły o uchwale Rady Ministrów w sprawie aktualizacji i realizacji Polskiego Programu Energetyki Jądrowej. A zatem — decyzja o budowie elektrowni jądrowej w Polsce wciąż nie zapadła.

Jest jednak wydarzenie, o którym warto napisać. Pojawił się dokument, który wywołał ogromne zainteresowanie nie tylko polskich, lecz także zagranicznych mediów. Chodzi o raport Naczelnej Izby Kontroli zatytułowany „Realizacja Programu polskiej energetyki jądrowej”, podpisany przez Prezesa NIK 26 lutego 2018, upowszechniony przez portale energetyczne (m.in. Biznes Alert) 26 marca br.

Oto fragment podsumowania tego raportu opublikowanego przez wspomniany portal Biznes Alert.

„Planowane w Programie zakończenie budowy i uruchomienie pierwszego bloku pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce do końca 2024 r. jest nierealne. Zaawansowanie prac wskazuje na wysokie prawdopodobieństwo uruchomienia jej dopiero po 2030 r.

NIK wskazuje na brak realizacji zasadniczych zadań określonych w PPEJ, związanych z przygotowaniem budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Ministrowie Gospodarki, a następnie Energii (w latach 2014-2017) posiadając wystarczające argumenty za rozwojem energetyki jądrowej nie kierowali wniosków do Rady Ministrów o podjęcie strategicznych decyzji w sprawie uruchomienia inwestycji budowy elektrowni jądrowej. Co więcej, wskutek sygnalizowanych przez Ministerstwo Energii zmian w koncepcji budowy elektrowni jądrowej, Inwestor ograniczył realizację zadań do badań środowiskowych związanych z wyborem lokalizacji dla elektrowni jądrowej. Konsekwencją ponad pięcioletniego opóźnienia w budowie i uruchomieniu elektrowni jądrowej mogą być duże koszty dla gospodarki naszego kraju związane z koniecznością zakupu uprawnień do emisji CO₂. W zależności od scenariusza szacowane są one na 1,5 mld zł do nawet 2,6 mld zł.”

Oczywiście na raport NIK-u zareagowało Ministerstwo Energii. W swej odpowiedzi, której pełne przytoczenie przekracza ramy tego tekstu ME stwierdza: „Obarczenie ME całkowitą odpowiedzialnością za powstałe opóźnienia w realizacji PPEJ oraz negatywna ocena NIK są w ocenie Ministerstwa Energii nieuzasadnione”.

Do raportu NIK wrócimy zapewne w publikacjach w następnych numerach PTJ. Teraz omówimy pokrótce bieżący numer kwartalnika.

Nasz czołowy ekspert z zakresu energetyki jądrowej dr Andrzej Mikulski jest autorem trzech artykułów publikowanych w bieżącym numerze PTJ. Wszystkie trzy dotyczą właśnie energetyki jądrowej. Pierwszy tekst przedstawia przegląd zmian w energetyce jądrowej na świecie w latach 2015-2017 z dokładniejszym omówieniem działań podejmowanych w zakresie programu energetyki jądrowej w Polsce. Drugi materiał poświęcony jest omówieniu Raportu Zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych Ministerstwa Energii, który rekomenduje rozpoczęcie przygotowań do wykorzystania reaktorów wysokotemperaturowych chłodzonych gazem (HTGR), do produkcji ciepła technologicznego w przemyśle. Kolejny tekst dr. Mikulskiego ma charakter artykułu dyskusyjnego i zawiera omówienie trzech możliwych scenariuszy rozwoju energetyki jądrowej w Polsce: duże bloki energetyczne, reaktory wysokotemperaturowe i zintegrowane bloki wodno-ciśnieniowe. W zakończeniu artykułu dr Mikulski pisze: „Chciałbym, by wizja tych trzech kierunków stała się podstawą dyskusji, by spo-

tkwały się one z rzeczowymi argumentami za i przeciw, a nie zniknęły w szumie informacyjnym o ogólnych problemach energetyki w Polsce. Jeśli niemożliwa okaże się ich równoległa realizacja oczywiście w trzech różnych horyzontach czasowych, to należy wybrać dwa lub nawet jeden kierunek i przystąpić do jego energicznej realizacji. Pozostało naprawdę niewiele czasu, by nie narażać na szwank bezpieczeństwa energetycznego kraju pod względem zaopatrzenia w energię elektryczną”.

Rok 2017 był rokiem jubileuszy. Z różnych powodów nie udało nam się odnotować ważnego jubileuszu: 60-lecia działalności Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Dlatego dwa pierwsze teksty w tym numerze poświęcamy właśnie CLOR-owi. Redaktor Marek Bielski prezentuje zapis swojej rozmowy z dyrektorem Pawłem Krajewskim, w której omawiane są zagadnienia związane z pracą badawczą i operacyjną CLOR na przestrzeni lat 1957-2017. Druga publikacja jest wyborem fragmentów wspomnień prof. Jerzego Peńsko, pierwszego dyrektora CLOR.

Kolejne artykuły – a jest ich tym razem wyjątkowo dużo – dotyczą jednej z metod finansowania projektów inwestycyjnych w energetyce jądrowej (autorzy Łukasz Sawicki, Bożena Horbaczewska), pracy reaktora badawczego MARIA (autor Andrzej Gołąb), historii i aktualnej działalności Państwowej Agencji Atomistyki (Andrzej Furtek) oraz ciemnej materii. O tej ostatniej publikacji warto napisać nieco więcej.

Ciemna materia stanowi relikty termiczny Wielkiego Wybuchu. Jej istnienie jest obecnie dominującym wytłumaczeniem obserwowanych anomalii w rotacji galaktyk oraz ruchu galaktyk w gromadach. Intensywne badania ciemnej materii są prowadzone zarówno jako nowe eksperymenty, jak i poprzez analizę dawnych danych. Wszystkie nowe wyniki elektryzują świat fizyków. Na temat badań ciemnej materii z dr. hab. Adamem Kozelą z Instytutu Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN rozmawia dr Małgorzata Nowina Konopka.

Jak zawsze w części naszego periodyku, w której zamieszczamy doniesienia z kraju i z zagranicy (i inne materiały) znajdują nasi Czytelnicy wiele naprawdę ciekawych informacji.

Wojciech Głuszewski przygotował obszerny sprawozdanie z konferencji zorganizowanej z okazji 60. LAT PRACY W IBJ/ICH TJ PROF. DR HAB. RAJMUNDA S. DYBZYŃSKIEGO. Małgorzata Sobieszczyk Marciniak jest autorką recenzji o nowej sztuce teatralnej zatytułowanej: „Skłodowska. Radium girl”. Zamieszczamy także doniesienie/reportaż z uroczystej Gali podsumowującej siódmą edycję Konkursu FSNT-NOT „Laur Innowacyjności” im. Stanisława Staszica, podczas której Instytut Chemii i Techniki Jądrowej uzyskał Złoty Laur Innowacyjności za projekt „Wysokowydajna polska technologia uzyskiwania biometanu i wytwarzania nawozu organicznego”.

W dziale „Doniesienia ze świata” piszemy o możliwościach współpracy polskich organizacji i instytucji naukowych ze Wspólnym Centrum Badawczym Komisji Europejskiej (the JRC).

Naszemu Czytelnikom bardzo polecam omówienie książki pod tytułem POLSKA ATOMISTYKA, której jestem współautorem. Ta obszerna publikacja jest zbiorem esejów opisujących historię badań naukowych powiązanych z fizyką i techniką jądrową prowadzonych przez polskich uczonych od początków XX wieku. Opracowanie powstało z inicjatywy Departamentu Energii Jądrowej Ministerstwa Energii.

Zeszyt 1/2018 zamykają teksty wspomnieniowe poświęcone zmarłym niedawno osobom, a wśród nich wybitnemu fizykowi prof. Januszowi Mice, dr hab. Hannie Ambroż oraz pani Barbarze Andrzejak. Warto przypomnieć, że pani Basia była w latach 90. sekretarzem redakcji naszego czasopisma.

Życzę naszym Czytelnikom wszystkiego, co dla nich dobre i pomyślne, a dla wszystkich Polaków pozytywnej decyzji Rządu w sprawie budowy elektrowni jądrowej.

Stanisław Latek,
redaktor naczelny

CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ: RETROSPEKCJA I WSPÓŁCZESNOŚĆ

z dr. Pawłem Krajewskim, dyrektorem Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie, rozmawia Marek Bielski

Central Laboratory for Radiological Protection

with Dr. Paul Krajewski, Director of the Central Laboratory for Radiological Protection in Warsaw, by Marek Bielski

Marek Bielski

Streszczenie: Nawiązując do przypadającego w 2017 r. jubileuszu 60-lecia działalności Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) w Warszawie w wywiadzie z dr. Pawłem Krajewskim, dyrektorem CLOR, prezentowane są zagadnienia związane z pracą badawczą i operacyjną tej placówki na przestrzeni lat 1957-2017.

Omówiono m.in. opracowane i stosowane w CLOR metody pomiarowe, techniki i technologie oraz skonstruowane w CLOR nowe rodzaje aparatury dozymetrycznej i radiometrycznej, na które uzyskano patenty. Przedstawiono także aktywne uczestnictwo pracowników CLOR w naukowych programach i projektach badawczych krajowych i międzynarodowych. Szczególną uwagę zwrócono na zainicjowaną przez CLOR akcję profilaktyczną, będącą ewenementem na skalę światową, a skierowaną na ochronę ludności, w związku z awarią EJ w Czarnobylu (podanie 18,5 mln Polaków jednorazowej dawki jodu stabilnego, o wielkości zależnej od wieku biorcy).

W drugiej części tekstu skoncentrowano się na realizacji zadań, jakie należy podjąć w celu dalszego unowocześnienia systemu Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej w Polsce (BJiOR), w tym wzmocnienia systemu zaplecza merytorycznego Technical Support Organization (TSO).

Abstract: Referring to the 60th anniversary of the establishment of the Central Laboratory for Radiological Protection in Warsaw, the interview with its Director, Paweł Krajewski presents several issues on research and operational activities of CLOR e during the period of 1957-2017.

Among other issues, new measurements methods, developed and implemented in CLOR, new kinds of radiometric and dosimetric devices for which the patents have been granted, were touched upon in the interview. Also, the focus was on the active participation CLOR's staff in science, research and development projects both at national and international levels. In addition to that, particular attention was paid to the most spectacular action undertaken by CLOR in 1986 just after Chernobyl accident, when prophylactic doses of stable iodine were administered to about 18.5 million of Poles in various amounts depending on a recipient's age. In the second part of the interview the important questions of modernization and strengthening the Polish system of Nuclear Safety and Radiation Protection and problems of Technical Support Organizations were discussed.

Słowa kluczowe: materiały radioaktywne, organizacja pracy i zarządzania, bhp i ochrona zdrowia, farby radowe, metody analityczne i pomiarowe, radionuklidy naturalne i sztuczne, przyrządy oraz stacje monitoringu radioaktywnych zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby, system Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej w Polsce.

Keywords: radioactive materials, work organization and management, work safety and health protection, rad Ra-226 painting, analytical and measurement techniques, natural and anthropogenic radionuclides, devices and stations for monitoring air contamination, water and soil pollutions, Nuclear Safety and Radiation Protection system in Poland.



Paweł Krajewski
dyrektor Centralnego Laboratorium
Ochrony Radiologicznej

Mówiąc o radiologii zarówno w kontekście historii nauki, jak i współczesności, nie można nie wymienić na samym początku nazwiska Marii Skłodowskiej-Curie. I nie jest inaczej, jeśli mówimy o kierowanym przez Pana Centralnym Laborato-

rium Ochrony Radiologicznej (CLOR) w Warszawie, które w 2017 r. obchodziło piękny Jubileusz 60-lecia działalności naukowo-badawczej i operacyjnej.

Sięgając w tym kontekście do początków radiologii, jako dyscypliny wiedzy, jest to fakt – mam

nadzieję – powszechnie znany. Natomiast mając na myśli Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, chyba już tak nie jest. Dlatego może warto przypomnieć, iż jednym z prekursorów ochrony radiologicznej był uczeń Marii Skłodowskiej-Curie, prof. Cezary Pawłowski (1895-1981). I to jemu powierzono w 1934 r. zorganizowanie i kierowanie Działem Fizyki w Instytucie Radowym w Warszawie. Prof. Cezary Pawłowski był ponadto także założycielem Sekcji Elektrotechniki Medycznej na Oddziale Fizyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej. Podkreślmy, iż była to jedna z pierwszych o tym profilu jednostek naukowo-dydaktycznych w świecie. Z niej wywodziła się zdecydowana większość początkowej kadry pracowników Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie m.in. Jerzy Peńsko (pierwszy dyrektor CLOR), Tadeusz Musiałowicz, Ryszard Szepeke, Adam Kuchciński i Jerzy Sokołowski.

Linia naukowej genealogii CLOR jest zatem „najwyższej próby”, co bez wątpienia należy uznać za niekwestionowany powód do dumy, jak też – jak miemam – równie silnie motywujące w pracy szlachetne wyzwanie?

I tak właśnie, staramy się rozumieć i twórczo traktować – na miarę swoich możliwości – przez cały okres sześćdziesięcioletniej działalności CLOR te nasze naukowe związki, które możemy wywodzić od tak znakomitych postaci z panteonu nauki XX stulecia.

Tuż po wyścigu nuklearnych zbrojeń i zakończeniu epoki „zimnej wojny” zainicjowano program „Atom dla pokoju”. Działalność naukowa i operacyjna CLOR zaczęła się więc w momencie przełomowym w dziejach, ale jednocześnie dla nowej placówki na pewno niełatwych, chociażby z powodu specyficznych uwarunkowań geopolitycznych, ale też i przyczyn związanych z więcej niż skromnymi środkami finansowymi na działalność merytoryczną.

Koniec dekady lat 50. i następne dekady XX w. to faktycznie czas dla atomistyki, a więc i radiologii, wyjątkowy i obfitujący w interesujące wydarzenia. Był to zmienny i szczególnie okres, kiedy termin izotop promieniotwórczy był postrzegany w świecie jako swoisty wyznacznik naukowo-technicznego postępu. Można powiedzieć, że stał się on wtedy wręcz synonimem cywilizacyjnego postępu. Z atomistyką – jako działem nauki – zaczęto wiązać ogromne nadzieje, tym bardziej że w niektórych rozwiniętych państwach podjęto intensywne prace nad wykorzystaniem energii jądrowej na potrzeby gospodarcze. Substancje emitujące promieniowanie jonizujące zyskiwały kolejne nowe formy zastosowania. W różnych działach techniki bardzo usilnie dążono do stosowania sztucznych izotopów promieniotwórczych. W szybkim tempie powstawały też pracownie izotopowe, nad którymi początkowo nikt – niestety – nie sprawował należytej kontroli. Nic więc dziwnego, że w takiej

sytuacji nie były znane, ani dokładne ilości stosowanych materiałów radioaktywnych oraz ile osób z nimi się stykało na stanowisku roboczym, ale też i w jakich warunkach prowadzone były owe prace, wykorzystujące te materiały.

Tym bardziej zatem zaistniała pilna potrzeba uregulowania tych ważnych z punktu organizacji pracy i zarządzania, bhp oraz ochrony zdrowia kwestii!

Dnia 13 lipca 1957 r. oficjalnie powołano do życia naukowego i technicznego nową instytucję o nazwie Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR). Kierownictwo nad Instytutem objął Jerzy Peńsko. Zgodnie ze statutem podstawowym zadaniem CLOR był nadzór i kontrola źródeł promieniowania jonizującego i urządzeń, w których zainstalowane są te źródła.

Nie będzie przesadą stwierdzenie, iż CLOR w pierwszych latach działalności wzbudzał podejmowaną do realizacji tematyką bardzo duże zainteresowanie opinii publicznej, że przywołam w tym momencie chociażby farby radowe, które – niestety – okazały się niebezpieczne dla zdrowia!

W latach 60. XX w., w zakładach przemysłowych stosowano farby zawierające rad, dzięki czemu elementy pokryte farbą mogły świecić w ciemnościach. Malowano nimi m.in. cyferblaty zegarków zarówno lotniczych, jak i osobistych, czy elementy kompasów. Świejące farby zawierające izotop radu ^{226}Ra stosowano w różnych działach przemysłu oraz wojsku. W lecznictwie wykorzystywane były np. aplikatory radowe. Pracownicy w wyniku kontaktu z farbą oraz unoszącym się w pomieszczeniach radioaktywnym pyłem ulegali bardzo groźnym dla zdrowia zatruciom. Zdarzały się też kradzieże substancji z radem dokonywane niejednokrotnie przez pracowników. W wyniku zdecydowanych działań i podejmowanych kontroli dokonywanych przez zespoły złożone z pracowników CLOR zidentyfikowano największe źródła rzeczywistego i potencjalnego zagrożenia zawodowego. Batalia o wycofanie z użytku kontrowersyjnych farb to niewątpliwie jeden ze spektakularnych sukcesów CLOR.

Skoro mówimy o dużym zainteresowaniu pracą specjalistów z CLOR nie sposób nie przywołać innego faktu. Już u samego zarania działalności CLOR zyskał sobie — co istotne, nie tylko w kraju, ale i poza jego granicami — opinię jednej z wiodących placówek w tej części świata. Jak wytłumaczyć tak wysoką ocenę, kiedy właśnie wtedy na przełomie lat 50. i 60. XX stulecia, w CLOR musiano — przy braku dostępności wzorców z krajów zachodnich — samodzielnie ustalać zasady ochrony radiologicznej i tworzyć przepisy od podstaw, nie tylko dysponując sprawdzonymi metodami, na dodatek nie mogąc zakupić wszystkich odpowiednich, a niezbędnie potrzebnych urządzeń pomiarowych?

Lista naszych niezaspokojonych potrzeb była wtedy na pewno duża. To, że w tych niełatwych warunkach udało się z powodzeniem urzeczywistnić

nasze zamiary i prowadzić prace naukowo-badawcze i usługowe zawdzięczamy determinacji pracowników, i ich wiedzy i umiejętności.

Na pewno zapracowanie na tę opinię było i pozostaje wyłącznie zasługą przede wszystkim talentu i pracowitości ludzi zatrudnionych w CLOR, ich ogromnej pasji i skali ich osobistego zaangażowania. A o znaczącym stopniu zainteresowania wynikami ich pracy wymownie świadczyły m.in. przyjazdy do CLOR czołowych zespołów eksperckich z zagranicy. Zespoły specjalistów z wielu państw europejskich wizytowały CLOR, aby w swoich krajach w przyszłości organizować podobne placówki. W CLOR – w początkowym okresie jego funkcjonowania – na konsultacje przyjeżdżali m.in. naukowcy z byłej Jugosławii, Niemieckiej Republiki Demokratycznej, Włoch, Francji, Czechosłowacji, Węgier, w celu zapoznania się z polskimi osiągnięciami w tej dziedzinie wiedzy i techniki. Ponadto CLOR przyjmowało na staże naukowe m.in. stypendystów z Bułgarii, Jugosławii, Indonezji, NRD, Węgier i Wietnamu.

Pamiętajmy, że była to jedna z pierwszych tego typu placówek w Europie, stając się w pierwszej dekadzie swej działalności jedną z wiodących placówek w tej części globu.

U zarania powstania CLOR jednym z kardynalnych zagadnień była kwestia opracowania określonych metod pomiarowych, na podstawie nowych technik i technologii oraz opracowanych odpowiednich urządzeń przy pomocy których można było zrealizować precyzyjne pomiary?

Na tym szczególnym polu techniki pracownicy CLOR wykazali się niebywałą inwencją, wspaniałą kreatywnością, tym co obecnie zwykło się określać po prostu, jako innowacyjność. Stąd wiele własnych autorskich, oryginalnych rozwiązań, na które otrzymaliśmy patenty. I dodajmy, że służyły do badań i zadań operacyjnych przez wiele lat. Rozwiązania te dotyczą różnych aspektów pracy CLOR. W latach 1964–1966 (równoległe z badaczami z USA) opracowano w CLOR, jako jedną z pierwszych w świecie, połowę metodę spektrometrycznego pomiaru mocy dawki ekspozycyjnej pochodzącej od poszczególnych radionuklidów naturalnych i sztucznych obecnych na powierzchni i w głębszych warstwach gleby.

W CLOR powstał opracowany dawkomierz fotometryczny służący do rutynowej oceny narażenia zawodowego pracowników. Zaprojektowany dawkomierz z błoną dozymetryczną o dwóch warstwach emulsji noszony w czasie pracy pozwalał na rozróżnienie i pomiar promieniowania X, gamma, beta i neutronów termicznych. Dawkomierz został w 1971 r. opatentowany w Urzędzie Patentowym. Do roku 1966 rutynową kontrolą narażenia objęto ponad 5000 pracowników.

W 1966 r. nasi pracownicy, Tadeusz Musiałowicz i Janina Jasik opracowali po raz pierwszy i wprowadzili do kontroli metodę określania dawek indywi-

dualnych od neutronów prędkich z zastosowaniem emulsji jądrowych. W rutynowej kontroli narażenia pracowników błony dozymetryczne były stosowane w CLOR do 2008 r., a następnie zostały zastąpione przez detektory termoluminescencyjne. W latach późniejszych z inicjatywy Jerzego Romana i Juliusza Kellera rozpoczęto prace w kierunku opracowywania nowych typów aparatury dozymetrycznej i radiometrycznej. Niektóre z nich uzyskały patenty krajowe, a inne zaś były wyróżniane nagrodą Państwowej Rady do Spraw Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej.

Na przykład, jeszcze w 1999 r., z powodzeniem uruchomiliśmy Mobilne Laboratorium Spektrometryczne, co było możliwe dzięki rządowej umowie polsko-duńskiej.

W 1999-2001 opracowaliśmy i wdrożyliśmy ultraczułe stacje ASS-500 dla potrzeb monitoringu radioaktywnych zanieczyszczeń przyziemnej warstwy atmosfery.

Na przykład w 2003 r., otrzymaliśmy patent na wynalazek „Stacja promieniotwórczych zanieczyszczeń powietrza oraz sposób promieniotwórczych zanieczyszczeń powietrza”. W 2000 r. powstało innowacyjne Radonowe Stanowisko Wzorcowe. W 2014 r. przyznano CLOR patent na „Stację poboru dużych próbek aerozolowych zanieczyszczeń powietrza”.



Fot. 1. Stacja ASS-500 projekt autorski Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej

Photo 1. Aerosol Sampling Station ASS-500 designed by the Central Laboratory for Radiological Protection

Równie interesująco przedstawia się problematyka badań, że zaskakiwać może obecność naukowców z CLOR nie tylko np. w kopalniach uranowych w Polsce, ale także i w wysokich Andach!

Szczupłe ramy wywiadu nie pozwalają oczywiście na pełne przedstawienie podejmowanych zagadnień. Odnoszą się one – m.in. – zarówno do pomiarów indywidualnych dawek promieniowania, jak

i opracowania odpowiednich metod analitycznych i pomiarowych oraz kontroli stanu radioaktywności biosfery.

Ciekawymi badaniami z punktu widzenia badań naukowych okazały się m.in. pomiary radu ^{226}Ra w środowisku naturalnym w okolicy hałd pozostałych po kopalni rud uranowych w pobliżu Kowar na Dolnym Śląsku, które kontynuowane są także obecnie. W roku 1970 zespół w składzie Stanisław Włodek, Maria Bysiek i Danuta Grzybowska został wyróżniony nagrodą Państwowej Rady do Spraw Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej za prace nad cezem ^{137}Cs i radem ^{226}Ra .

Lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte minionego stulecia przyniosły wiele nowych wyzwań pracownikom CLOR i pozwoliły jednocześnie na stałe doskonalenie metod i opracowywanie nowych. Warto zaznaczyć, iż od 1972 do 1979 r. pracownicy CLOR pod kierownictwem Zbigniewa Jaworowskiego, przeprowadzili badania 16 lodowców Alaski, Norwegii, Spitsbergenu, Alp, Himalajów, Afryki Równikowej, Peru i Antarktydy. Ich podstawowym zadaniem podczas tych dalekich naukowych wypraw, było udokumentowanie i opisanie fazy przechodzenia metali ciężkich i radionuklidów ze źródeł naturalnych i sztucznych do atmosfery.

Mówimy o podejmowanych i realizowanych zadaniach CLOR wpisanych w odpowiednie programy krajowe czy międzynarodowe. Ale jak kierowana przez Pana instytucja sprawdziła się w warunkach szczególnych, mam tu na myśli ochronę ludności i środowiska w sytuacji awaryjnej? A niezaprzeczalnie, takim ekstremalnym wydarzeniem była awaria EJ w Czarnobylu!

Zaistniała sytuacja wymagała podjęcia rychłych działań CLOR na rzecz ochrony ludności i środowiska przed szkodliwymi skutkami promieniowania. Dla zablokowania dostępu jodu radioaktywnego do tarczycy podano 18,5 mln Polaków jednorazowe dawki jodu stabilnego w ilości zależnej od wieku. Pragnę z całą mocą podkreślić, iż była to bezprecedensowa, największa w historii medycyny akcja profilaktyczna dokonana w czasie zaledwie kilku dni. Sprawne przeprowadzenie akcji umożliwiły zebrane strategiczne zapasy jodu stabilnego (ok. 100 dawek na każdego mieszkańca kraju) przygotowane w latach siedemdziesiątych do celów obrony cywilnej, rozmieszczone w aptekach, instytucjach naukowych i zakładach pracy. Polska była jedynym krajem, gdzie jodową akcję przeprowadzono na tak wielką skalę!

Należy zaznaczyć, że skutki awarii jądrowej w Czarnobylu przyczyniły się m.in. do konieczności szczegółowego i systematycznego monitorowania środowiska: powietrza, gleby, żywności, wody powierzchniowej i wodociągowej, które od tego czasu prowadzone są przez CLOR do chwili obecnej. Warto zwrócić uwagę, iż na podstawie raportów CLOR o skażeniach promieniotwórczych żywności i środowiska przygotowywane były przez Komisję Rządową powołaną po

awarii informacje o sytuacji skażeń w Polsce i zalecenia dla ludności.

Czy Pańskim zdaniem uzasadniona jest teza, że niezależnie od tempa wdrażania energetyki jądrowej w Polsce, nieodzowna jest potrzeba podjęcia intensywnych działań na rzecz unowocześnienia systemu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej Polsce (bjior)?

Rzeczywiście, jest to nieodzowne, biorąc pod uwagę, że pomimo braku elektrowni jądrowych w Polsce, następuje jednak stały wzrost liczby potencjalnych źródeł zagrożenia radiacyjnego w naszym kraju. Zwiększa się ilość bloków elektrowni jądrowych krajów sąsiednich, a zlokalizowanych w pobliżu granic Polski (obecnie 8 czynnych elektrowni jądrowych w tym 21 bloków-reaktorów energetycznych znajduje się w odległości do 310 km od granicy), a także systematycznie wzrasta liczba użytkowników źródeł promieniowania jonizującego m.in. w sektorze medycznym. Ma to miejsce w związku z rozwojem nowych technik badań diagnostycznych i terapeutycznych z zastosowaniem promieniowania jonizującego, czy też z racji niezbędnej konieczności podwyższenia standardów warunków pracy i ochrony środowiska przez UE w wyniku wprowadzenia w życie nowej Dyrektywy Rady UE 2013/59 EURATOM.

Z ostatnich wypowiedzi wysokich urzędników ministerialnych zdaje się wynikać, iż po bardzo długim okresie oczekiwania, możemy się jednak spodziewać w najbliższym czasie rozpoczęcia budowy pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce. Jeśli taki scenariusz stałby się już faktem dokonanym, przed Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej pojawią się nowe wyzwania?

Jest oczywiste, że opracowanie i następnie pełne wdrożenie w praktyce systemu bezpiecznej eksploatacji elektrowni jądrowej oraz zarządzania paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi będzie wymagało dokonania rzeczowej, pogłębionej analizy obecnego stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej Polsce i będzie to jednocześnie racjonalna przesłanka do precyzyjnego określenia podstawowych zadań bezpieczeństwa na najbliższe lata.

Trudno nie podnieść w tym momencie kwestii, że podstawą powodzenia realizacji polskiego programu energetyki jądrowej na etapie budowy elektrowni atomowej musi być powstanie krajowego systemu wsparcia technicznego tzw. Technical Support Organizations (TSO)?

Wysoki poziom wiarygodności krajowego zaplecza eksperckiego to *conditio sine qua non* tworzenie ram zaufania przez instytucje wsparcia TSO i wymaga spełnienia podstawowych warunków co do przestrzegania zasad takich jak: kompetencja i rzeczoznawstwo, niezależność administracyjna i finansowa od sektora jądrowego, przejrzystość i jawność, efektywność działania, zdolność do szybkiej reakcji, przedsiębiorczość i odpowiedzial-

ność oraz uczciwość. W warstwie merytorycznej kluczem do sukcesu programu energetyki jądrowej musi być, i jestem przekonany, że będzie wysoka wiarygodność krajowego zaplecza eksperckiego m.in. wspomagającego: rządowe organy nadzoru, instytucje użytkujące i zarządzające obiektem jądrowym.

Czy nie uważa Pan Dyrektor, że przy wielu zaletach, niewątpliwie słabą stroną tego systemu jest rozproszone zaplecze merytoryczne TSO ?

Organizacja i koordynacja różnego typu sieci prowadzących niezbędny monitoring radiacyjny środowiska i ludności, opartych obecnie na wielu placówkach takich jak: instytuty naukowo-badawcze, instytuty PAN, niektóre wydziały wyższych uczelni, stacje Sanitarно-Epidemiologiczne, których sprawność zależy od aktualnych zdolności pomiarowych tych placówek. Jakakolwiek modernizacja, unowocześnienie czy rozbudowa poszczególnych elementów tej sieci zależy od zaradności i zmiennej sytuacji finansowej wspomnianych placówek, a integracja sieci jest praktycznie niemożliwa.

Ale kierunek zmian w istniejących regulacjach prawnych polskiego systemu biorąc wyniki również także z międzynarodowych uwarunkowań prawnych!

I od razu skonstatujmy, iż jest on przecież obligatoryjny, a nie fakultatywny i wynika z potrzeby wdrożenia Nowej Dyrektywy Unii Europejskiej Basic Safety Standard (zatwierdzonej przez Parlament UE 14 stycznia 2014 r. z okresem transpozycji do prawa krajowego Państw Członkowskich najpóźniej do 6 lutego 2018 r.), czy zaostrzonych standardów bezpieczeństwa reaktorów jądrowych wprowadzonych po awarii EJ Fukushima Dai-ichi. Należy również – moim zdaniem – powrócić do zaniechanej w latach 80. tematyki pokrewnej np. badań w zakresie działań prewencyjnych na wypadek zagrożenia terroryzmem jądrowym i radiacyjnym. Pilne wzmocnienie systemu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, powinno obejmować takie obszary jak: rozwiązania systemowe, rozwój kadry, rozwój infrastruktury, badania naukowe.

Chyba nie ma co ukrywać, gdyż od wielu lat jest to tajemnica poliszynela, że na działania tego typu i podobne, przeznaczają się zbyt szczupłe środki finansowe! Co skutkuje określonymi ograniczeniami w realizacji prawem wymaganych zadań!

Na przykład, w Polsce, do 2002 r. prowadzono badania mocy dawki tła promieniowania ziemskiego w cyklu dwuletnim, dla ok. 250 punktów pomiarowych, później – niestety – ze względów finansowych zostały one zaprzestane. Poza pomiarami mocy dawki, drugim, niezwykle istotnym elementem monitoringu stanu radiologicznego kraju jest badanie śladowych stężeń aktywności radionuklidów naturalnych i pochodzenia sztucznego w różnych komponentach środowiska: powietrzu, glebie, osadach dennych, wodzie gruntowej oraz opcjonalnie w roślinach: w trawie, roślinach jadal-

nych i pastewnych, produktach spożywczych: głównie w mleku i mięsie (wołowe, wieprzowe, drobiowe). Nie mniej ważnym zadaniem tego monitoringu, jest również zdolność śledzenia ewentualnych trendów czasowych dla długożyciowych produktów rozszczepienia, aktywacji oraz pierwiastków transuranowych. Wymaga to zaangażowania specjalistycznych laboratoriów wyposażonych w odpowiednie techniki pomiarowe i aparaturę, zwłaszcza gdy pożądana jest duża dokładność analiz przy zachowaniu krótkiego czasu pomiaru. W Polsce tylko w kilku wiodących ośrodkach posiadających nowoczesną aparaturę, wykonuje się pomiary stężeń izotopów w próbkach środowiskowych stosując nowoczesne techniki pomiarowe jak: tzw. niskotłową spektrometrię promieniowania gamma, spektrometrię ciekłoscintylacyjną czy półprzewodnikową spektrometrię promieniowania alfa. Podobnie jest z metodami radiochemicznymi. Stosowane metody obejmują mineralizację mikrofalową, techniki chromatografii jonowymiennej i ekstrakcję kolumnową. Brakuje natomiast (nawet w tych ośrodkach) rozwiniętych technik spektrometrii masowej, która ma znaczenie w analizach bardzo długożyciowych radionuklidów. Mimo posiadanej aparatury, mało liczna kadra techniczna sprawia, że laboratoria te będą miały duże trudności ze sprawną preparatyką i pomiarem dużej liczby próbek o złożonym składzie izotopowym, różnej gęstości i pochodzeniu. Z kolei tzw. placówki podstawowe monitoringu krajowego, używają przeważnie metodyki i aparatury z lat 80., ponadto borykają się z trudnościami finansowymi i wciąż odczuwają brak wsparcia ze strony specjalistycznych ośrodków w zakresie wdrożenia nowoczesnej metodyki. Dlatego też tak pilne wydaje się stworzenie nowego i spójnego z zaleceniami UE, zbioru procedur i przewodników dla służb odpowiedzialnych za utrzymywanie i rozwój sieci monitoringu radiologicznego kraju, szczególnie w aspekcie planów wdrożenia programu energetyki jądrowej. Wymaga to również opracowania i wdrożenia adekwatnych metod walidacji technik pomiarowych oraz stworzenie narzędzi i systemu kontroli. Liczba pracowników zajmujących się w polskich placówkach naukowo-badawczych i w uczelniach tematyką bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, to najwyżej ok. 210 osób (w tym 130 pracowników naukowych i 80 pracowników naukowo-technicznych). Niepokoi wysoka średnia wiekowa tej grupy, niskie zarobki i co za tym idzie brak odpowiedniego napływu młodej kadry naukowej.

Dziękuję za rozmowę.

wywiad z dr. Pawłem Krajewskim, dyrektorem Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej przeprowadził
Marek Bielski,
Przegląd Techniczny,
Warszawa

WSPOMNIENIA PIERWSZEGO DYREKTORA CLOR PROF. JERZEGO PEŃSKO

Memoirs of the first Director of CLOR professor Jerzy Peńsko

Jerzy Peńsko

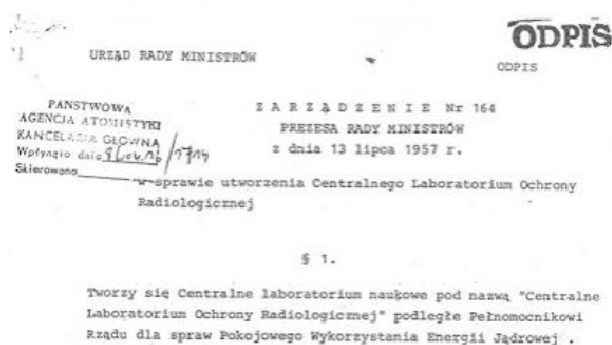
Streszczenie: W ubiegłym roku minęło 60 lat od utworzenia Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Publikowany materiał stanowi wybór kilku fragmentów obszernego tekstu Jerzego Peńsko, zatytułowanego „Niecodzienna biografia” opublikowanego w książce wydanej z okazji jubileuszu CLOR. Tekst wspomnień poprzedzony jest wstępem od redakcji, w którym podano informacje o działalności naukowej prof. dr hab. Jerzego Peńsko.

Abstract: In the year 2017 60th anniversary of the establishment of the Central Laboratory for Radiological Protection (CLOR) was celebrated. Below published text is a part of extensive memoirs written by Professor Jerzy Peńsko, the first director of CLOR. The original text of memoirs under the title “The uncommon biography” was published in the book edited by CLOR. In the introduction some information about scientific activity of Jerzy Peńsko was given.

Słowa kluczowe: Pełnomocnik Rządu do spraw Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej, Instytut Badań Jądrowych, Państwowa Agencja Atomistyki, CLOR

Keywords: The Office of the Plenipotentiary of the Government for the Peaceful Use of Nuclear Energy, the Nuclear Research Institute, National Atomic Energy Agency, Central Laboratory for Radiological Protection

Pierwszy paragraf Zarządzenia Nr 164 Prezesa Rady Ministrów z dnia 13 lipca 1957 r. podpisanego przez Piotra Jaroszewicza (ówczesnego Prezesa Rady Ministrów) brzmi następująco: **tworzy się Centralne Laboratorium naukowe pod nazwą „Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej” CLOR podległe Pełnomocnikowi Rządu do spraw Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej.**



Fot. 1. Fragment zarządzenia o utworzeniu Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (Źródło: archiwum CLOR)

Photo 1. Fragment of regulation on CLOR formation (Source: CLOR archive)

Obchody 60. rocznicy powstania CLOR odbyły się w ubiegłym roku. Jak pamiętają nasi Czytelnicy rok 2017 był rokiem wielu rocznic związanych z odkryciem i rozwojem badań promieniotwórczości. Być może to był jeden z powodów, że jubileusz CLOR nie został odnotowany na łamach PTJ.

Tabela 1. Chronologiczny wykaz dyrektorów Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej

Table 1. Chronological list of directors of the Central Laboratory for Radiological Protection

Imię i nazwisko	Stanowisko	Czas pełnienia funkcji
Prof. dr hab. Jerzy Peńsko	dyrektor	1957-1971
Doc. Tadeusz Rzymkowski	dyrektor	1971-1990
Prof. dr hab. Sławomir Sterliński	dyrektor	1990-2006
dr Paweł Krajewski	dyrektor	2006 -

Niniejszym naprawiamy nasze uchybienie publikując rozmowę z Dyrektorem CLOR (str. 2) i fragmenty wspomnień pierwszego dyrektora Laboratorium prof. Jerzego Peńsko.



Fot. 2. Prof. dr hab. inż. Jerzy Peńsko

Photo 2. Prof. Dr Hab. Jerzy Peńsko

Jerzy Peńsko absolwent studiów w zakresie Elektrotechniki Medycznej na Oddziale Fizyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej (1950), współzałożyciel i pierwszy dyrektor Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej w latach 1957-1971.

W listopadzie 1958 r., gdy powołano Radę Naukowo-Techniczną CLOR, Jerzy Peńsko został jej przewodniczącym; pełnił tę funkcję w latach 1958-1960. Od 1961 r. kierował – utworzoną wówczas – Samodzielną Pracownią Pomiarów Tła Naturalnego. W pracowni prowadzono pomiary tła promieniowania gamma, stężeń radonu w powietrzu atmosferycznym, powietrzu glebowym i w budynkach mieszkalnych. Stopień naukowy doktora habilitowanego w zakresie fizyki uzyskał 1 stycznia 1974 r. w Instytucie Badań Jądrowych na podstawie pracy „Pole ziemskiego tła promieniowania gamma w przyziemnej warstwie atmosfery i metody jego badań”. W roku 1993 otrzymał tytuł profesora w dziedzinie nauk biologicznych. Prowadząc dalsze badania nawiązał owocne i trwałe kontakty międzynarodowe, m.in. w roku 1970 brał udział II Kongresie „International Radiation Protection Association” (IRPA), utworzonym w roku 1965 w Brighton w Anglii. Zmierzając do zapewnienia warunków rozwoju fizyki medycznej w Polsce, uczestniczył w tworzeniu Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej. W latach 1968-1969 Jerzy Peńsko pełnił funkcję Sekretarza Generalnego PTFM, a w latach 1971-1981 i 1987-1989 był przewodniczącym Rady Redakcyjnej czasopisma „Polish Journal of Medical Physics and Engineering”.

Prof. Jerzy Peńsko jest autorem wielu publikacji w „Postęпах Techniki Jądrowej”. W roku 1998 opublikował artykuł pod tytułem „Początki ochrony radiologicznej w Polsce – pierwsze lata Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej”¹. Obszerny materiał o działalności naukowej i technicznej CLOR jest dostępny na stronie internetowej: www.clor.pl/history.

Poniżej publikowany materiał jest wyborem kilku fragmentów obszernego tekstu Jerzego Peńsko, zatytułowanego „Niecodzienna biografia” opublikowanego w książce wydanej z okazji jubileuszu CLOR. Tytuł tej ciekawej publikacji: „CLOR 1957-2017. Kronika i wspomnienia”.

I jeszcze jedna uwaga od redakcji: publikowany tekst Jerzego Peńsko zawiera zapewne nieścisłości. Jedną z nich o rzekomo nieuzasadnionym pozbawieniu CLOR – i przejęciu przez PAA – funkcji kontrolnych w zakresie stosowania zasad ochrony radiologicznej wyjaśniono w cytowanej książce na str. 31. Oto odnoszący się do tej kwestii fragment tekstu:

Ustawą z dnia 27 lutego 1982 r. utworzono Państwową Agencję Atomistyki (PAA). W 1986 r. ukazuje się w Polsce ustawa pod nazwą „Prawo atomowe”. Powołany w 1988 r. Państwowy Dozór Bezpieczeństwa

Jądrowego i Ochrony Radiologicznej przejmuje część działalności wykonywanej poprzednio przez CLOR. Obecnie Dozór wchodzi w skład Państwowej Agencji Atomistyki, która pełni m.in. funkcje kontrolne.

*dr Stanisław Latek
redaktor naczelny PTJ*

Fragmenty wspomnień pierwszego dyrektora Laboratorium prof. Jerzego Peńsko

Niestety, przełom lat 1967/1968 był dopiero początkiem niepokoju nie tylko w Centralnym Laboratorium, ale także w całym resorcie Pełnomocnika Rządu. Odczuwało się to w skali całego kraju, gdy w komunistycznym obozie rządzącym nasiliły się nastroje antyżydowskie. Ingerencja rządu w sprawy kultury („Dziady” w reżyserii Kazimierza Dejmki) wywołała w okresie od 8 do 23 marca 1968 r. kryzys polityczny zapoczątkowany demonstracjami studenckimi na Uniwersytecie Warszawskim. Ósmego marca studencka manifestacja została brutalnie rozpędzona przez tak zwany „aktyw robotniczy”. W solidarności z Uniwersytetem Warszawskim od 9 do 23 marca 1968 r. nastąpił strajk okupacyjny na Politechnice Warszawskiej. Widokiem powszechnym w centrum Warszawy stały się oddziały przewencyjne milicji tzw. ZOMO. W Instytucie Badań Jądrowych w Świerku przywódcy partyni PZPR dostali polecenie, podobnie zresztą, jak i w innych zakładach pracy, zorganizowania swoich członków w postaci bojówek uzbrojonych w pałki i wysłania ich do brutalnego tłumienia tych demonstracji. Autobusy, którymi normalnie dowożono pracowników do pracy w instytucie zostały wypełnione bojówkarzami i wysłane na teren Uniwersytetu Warszawskiego.

Kierownikiem Zakładu Ochrony Radiologicznej w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku był wówczas dr inż. Krzysztof Żarnowiecki, mój młodszy kolega ze studiów na Sekcji Elektrotechniki Medycznej Politechniki Warszawskiej. Należał również do Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej, ale wezwany do akcji bojówkarskiej odmówił wzięcia w niej udziału. Jak się później od niego dowiedziałem, powodem jego decyzji było uczestnictwo jego córki w proteście studenckim i dlatego oświadczył swoim władzom partyjnym, że nie pójdzie bić pałką swojej córki i jej kolegów. Wynik jego decyzji był taki, że został wyrzucony z partii i pozbawiony pracy w instytucie. Wkrótce po tym wydarzeniu Krzysztof Żarnowiecki pojawił się w moim gabinecie w Centralnym Laboratorium i opowiedział mi całe ostatnie swoje przeżycia. Pozostał bez pracy i środków do życia.

Znalazłem w CLOR wolny etat dla Krzysztofa Żarnowieckiego i przyjąłem go do pracy mając świadomość, że nie będzie to mile widziane przez egzekutywę partii, która w tym czasie zaczęła gwałtownie przybierać

¹ „PTJ, Vol. 41, Z. 4, 53-63, 1998”

w swojej działalności na terenie CLOR. Sekretarz organizacji partyjnej w CLOR sterowany był antysemitkami dyrektywami Komitetu Dzielnicowego, o którego istnieniu do tej pory bardzo niewiele wiedziałem. Człowiek ten stał się nagle w Centralnym Laboratorium bardzo ważną osobą, wykonując z całą gorliwością wytyczne swojej partii. Jakież dyrektywy do działań antysemitkich musiały napływać odgórnie poczynając od Komitetu Centralnego PZPR co spowodowało również przysłowiowe trzęsienie ziemi w całym resorcie Pełnomocnika Rządu. Stanowiska swoje nagle utracili minister Wilhelm Billig i jego zastępca Jerzy Metera. Z wielu departamentów usunięto i pozbawiono pracy wiele osób z semickim rodowodem. Pracę utracił nagle dyrektor Departamentu Ochrony Radiologicznej pułkownik Julian Rotnicki i jego zastępca doktor Cukierstein. W jakimś momencie, tylko nie pamiętam dokładnie kiedy, z tych samych powodów musiał odejść z pracy Jerzy Roman.



Fot. 3. Uczestnicy Sesji Naukowej zapoznają się z aparaturą i urządzeniami CLOR. Stoją od prawej: Wilhelm Billig, Jerzy Peńsko, dr Cukierstein, ktoś z Biura Urządzeń Techniki Jądrowej, Tadeusz Mikke.

Photo 3. Scientific Session participants will get acquainted with apparatus and devices CLOR. Persons standing from the right: Wilhelm Billig, Jerzy Peńsko, Dr. Cukierstein, someone from the Office of Nuclear Devices, Tadeusz Mikke



Fot. 4. Prof. inż. Stanisław Andrzejewski Pełnomocnik Rządu do spraw Wykorzystania Energii Jądrowej w latach 1971-1979 r.

Photo 4. Prof. Stanisław Andrzejewski, Plenipotentiary of the Government for the use of nuclear energy in the years 1971-1979



Fot. 5. Dr inż. Jan Felicki. Zastępca Pełnomocnika Rządu w latach 1971-1979

Photo 5. Dr Jan Felicki. Alternate Deputy Plenipotentiary of the Government for the use of nuclear energy in the years 1971-1979

Bezkrólewie w Urzędzie Pełnomocnika Rządu nie trwało długo. Już wkrótce jeszcze w 1968 r. Pełnomocnikiem Rządu do spraw Wykorzystania Energii Jądrowej został prof. inż. Stanisław Andrzejewski. Profesor Andrzejewski urodzony w 1908 r. ukończył studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej w 1933 r. Zajmował się zagadnieniami energetyki. Od 1952. wykładał na Politechnice Śląskiej. Od 1955 r. zajmował stanowisko docenta na Politechnice Warszawskiej, gdzie w 1962 r. otrzymał tytuł profesora nadzwyczajnego. Stanowisko Pełnomocnika Rządu pełnił do przedwczesnej śmierci w lutym 1979 r. Zastępcą Pełnomocnika Rządu został wymieniony już wcześniej w tym opracowaniu dr inż. Jan Felicki. Widoczne było na przykładzie również Jerzego Metery, że to stanowisko było zarezerwowane dla osób mających znaczący status partyjny. Jan Felicki podczas pracy na stanowisku adiunkta na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej został w 1961 r. pierwszym sekretarzem Komitetu Zakładowego PZPR. W końcu lat 60-tych i w latach 70-tych przez wiele kadencji był członkiem Komitetu Warszawskiego Partii. W roku 1987 oddał legitymację partyjną.

Wokół Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej nadal zbierały się chmury. Bardziej poinformowani pracownicy, do których należał bardzo inteligentny i zaprzyjaźniony ze swoim analogiem w Urzędzie Pełnomocnika Rządu mój zastępca do spraw administracyjnych Tadeusz Mikke, twierdził że według poufnych krążących w Urzędzie informacji również mogą się spodziewać, że nie będę długo tolerowany na moim stanowisku ze względu na brak przynależności partyjnej i konieczność zagwarantowania ścisłego przestrzegania wytycznych partii rządzącej przez lojalnego kierownika tak ważnej dla kraju w tym okresie instytucji z perspektywą spodziewanej wojny jądrowej. Miało to dotyczyć również moich bezpartyjnych zastępców. Tadeusz Mikke postanowił uprzedzić te fakty i wkrótce sam zrezygnował z zajmowanego w CLOR stanowiska. Szczęśliwie znalazł sobie pracę w innej instytucji.

Sytuacja mojej niepewności w Centralnym Laboratorium trwała jeszcze do maja 1971 r. kiedy to otrzymałem pismo odwołujące mnie „z dniem 31 maja 1971 r. z funkcji dyrektora Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej”. Pismo zawierało jeszcze jedno następujące zdanie: „Jednocześnie zobowiązuję Obywatela do przekazania agend CLOR obywatelowi doc. inż. Tadeuszowi Rzymkowskiemu w terminie do 10 czerwca 1971r.” Pismo zostało podpisane przez prof. inż. Stanisława Andrzejewskiego Pełnomocnika Rządu do spraw Wykorzystania Energii Jądrowej. Miałem świadomość, że moja służba zawodowa i naukowa

w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej dobiegła końca. Trwała nieprzerwanie przez 15 lat. Aktualny Pełnomocnik Rządu nie rozmawiał ze mną ani razu na temat mojej dymisji i nie przedstawił mi żadnych zarzutów lub powodów tej decyzji.

Mój następca inżynier Tadeusz Rzymkowski był kierownikiem jakiegoś zakładu w Biurze Urządzeń Techniki Jądrowej lub w Instytucie Badań Jądrowych, czego dokładnie nie pamiętam. Ale dokładnie pamiętam, że pełnił jakąś ważną funkcję partyjną. Nigdy przedtem nie zajmował się zagadnieniami ochrony radiologicznej.

Życie jednak potoczyło się dalej, wprowadzie nieco innym trybem, ale bez wielkich niespodzianek. Z tą samą datą 31 maja 1971 r. otrzymałem drugie pismo zaadresowane już nie do „dyrektora Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej” lecz do „dr. inż. Jerzego Peńsko samodzielnego pracownika naukowo-badawczego w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej”, w którym Pełnomocnik Rządu prof. inż. Stanisław Andrzejewski napisał: „Z dniem 11 czerwca 1971 r. przenoszę Obywatela do Instytutu Badań Jądrowych na stanowisko samodzielnego pracownika naukowo-badawczego.”

Miałem więc jeszcze parę dni na przekazanie „berła” mojemu następcy i na pożegnanie się z całą załogą Centralnego Laboratorium, która od paru zapaleńców w 1957 r. rozrosła się do prawie dwustu dobrze przygotowanych i zahartowanych w pracy dla potrzeb ochrony radiologicznej osób różnej specjalności i różnych umiejętności. Wiele z tych osób wymieniałem w moich poprzednich publikacjach. Nie byłem w stanie wymienić wszystkich, ale prawie wszystkim należne było wielkie uznanie. Pożegnanie z załogą Centralnego Laboratorium było bardzo serdeczne i wzruszające.



Fot. 6. Pożegnanie z załogą Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej po odwołaniu dr inż. Jerzego Peńsko z funkcji „pełniącego obowiązki dyrektora” przez okres 15 lat

Photo 6. Farewell to the crew of the Central Laboratory for Radiological Protection after the dismissal of Dr. Jerzy Peńsko, „Acting Director”, after his 15 years at the post

Na pamiątkę otrzymałem w darze piękną książkę Jerzego Kostrowickiego pod tytułem „POLSKA Przyroda-Osadnictwo-Architektura” no i ogromny bukiet kwiatów. Na pierwszej stronie książki znalazłem 72 podpisy żegnających mnie osób. Znanego mi dobrze podpisu profesora Juliusza Kellera nie znalazłem, chociaż jeszcze był tu zatrudniony. Nie było go również w gronie żegnających mnie osób. Ciągłe jeszcze jakiś niezrozumiały dla mnie uraz musiał nosić w sercu, albo też zwyczajnie mnie ignorował wierząc w swoją wielkość.



Fot. 7. Pierwsza strona książki pod tytułem „POLSKA Przyroda-Osadnictwo-Architektura” z podpisami wielu pracowników żegnających zdymisjonowanego dyrektora CLOR po 15 latach ofiarnej służby

Photo 7. „Architecture” with the signatures of many employees saying goodbye to the CLOR Director who was dismissed after 15 years of generous service (fot. Jerzy Peńsko)

Zgodnie z decyzją Pełnomocnika Rządu w dniu 11 czerwca 1971 r. zgłosiłem się do pracy w Zakładzie XIX Instytutu Badań Jądrowych w Świerku. Zakład XIX nazywał się wówczas w skrócie Zakład Ochrony przed Promieniowaniem kierowany niedawno przez wyrzuconego z pracy dr. inż. Krzysztofa Żarnowieckiego, o którym już wspominałem wyżej. Obecnie kierownikiem zakładu XIX był mgr inż. Żak, członek partii i chyba również egzekutywy PZPR w Instytucie Badań Jądrowych. Inż. Żak był życzliwym człowie-

kiem, przyjął mnie bardzo sympatycznie i wkrótce całkowicie zaakceptował. Otrzymałem miejsce do pracy w małym pokoju z dwoma biurkami, z których jedno było do mojej dyspozycji. Na razie nie miałem współlokatora i całkowity spokój sprzyjający pracy naukowej.

Z dużego okna miałem wspaniały widok na zabudowę instytutu i na wysoki komin reaktora jądrowego „MARIA”, który podczas silnego wiatru wykazywał niebezpieczne odchylenia. Na parapecie okna hodo- wałem później różne kwiaty, które z przedziwnego powodu nadzwyczaj dobrze się tu czuły. W okresie zimowym dokarmiałem za oknem sikorki, których tu było mnóstwo. Miałem już wcześniej zebrany dostateczny materiał potrzebny do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, który w ciszy i spokoju rozpocząłem segregować w celu opublikowania w formie monografii książkowej, co jest normalną częścią procedury habilitacyjnej.

Takie nieświadome chochliki biurokratyczne czasami się zdarzają

W dniu 10 lipca 1971 r. otrzymałem jeszcze jedno pismo podpisane przez Pełnomocnika Rządu prof. inż. Stanisława Andrzejewskiego zatytułowane „Opinia”, w którym były następujące stwierdzenia: *„Ob. dr inż. Jerzy Peńsko s. Józefa ur. 21 IV 1924 r. w Żyrardowie, pochodzenie robotnicze, wykształcenie wyższe – mgr inż. elektryk w zakresie elektrotechniki medycznej, doktor nauk technicznych, samodzielny pracownik naukowo-badawczy. W resorcie Pełnomocnika Rządu do Spraw Wykorzystania Energii Jądrowej jest zatrudniony od dnia 1 września 1957 r. W roku 1956 został zaangażowany do grupy organizacyjnej Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej, a po jego utworzeniu pełnił obowiązki dyrektora do dnia 31 maja 1971 r. Oprócz funkcji związanych z kierowaniem jednostką Ob. mgr inż. J. Peńsko zajmował się pracami naukowo-badawczymi w dziedzinie skażeń radioaktywnych, naturalnego tła promieniowania jonizującego oraz metod pomiarowych. Posiada zamiłowanie do pracy naukowej i w ostatnich latach skoncentrował swe zainteresowanie w tym kierunku. Wydał szereg publikacji naukowo-technicznych. W wyniku wieloletniej pracy wyspecjalizował się w dziedzinie ochrony przed promieniowaniem. Ob. dr inż. J. Peńsko jako naukowiec jest znany w kraju i za granicą a szczególnie w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. Władza biegle językiem angielskim. Należy również do krajowych i zagranicznych towarzystw naukowych. Ze stanowiska dyrektora Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej Ob. dr inż. Jerzy Peńsko*

został przeniesiony z dniem 11 czerwca 1971 r. do pracy naukowej w Instytucie Badań Jądrowych na stanowisko samodzielnego pracownika naukowo-badawczego”. Byłem mile zaskoczony tak dobrym świadectwem mojej 15-letniej pracy, w ciągu której według dokumentów angażujących mnie do niej i zwalniających nie byłem „dyrektorem” tej instytucji, a tylko przez 15 lat „pełniłem obowiązki dyrektora”.

Przygotowywanie rozprawy habilitacyjnej mającej prezentować obraz moich osiągnięć badawczych wymagało zbierania i przeglądu krytycznego wielu moich poprzednich prac i zajęło mi sporo czasu. Byłem wdzięczny „człowieczemu losowi Anny German”, a także obecnemu Pełnomocnikowi Rządu do spraw Wykorzystania Energii Jądrowej za zdjęcie ze mnie pracochłonnego obowiązku kierowania Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Dzięki temu mogłem dobrze wykorzystać darowany mi czas.

Moja monografia habilitacyjna pod tytułem „Pole ziemskiego tła promieniowania gamma w przyziemnej warstwie atmosfery i metody jego badań”

Wkrótce została opublikowana i mogłem wystąpić do Rady Naukowej Instytutu Badań Jądrowych z prośbą o otwarcie przewodu habilitacyjnego. Rada Naukowa wnioszek mój przyjęła i zwróciła się do trzech osób z prośbą o dokonanie oceny całokształtu mojego dorobku naukowego oraz rozprawy habilitacyjnej. W czerwcu 1974 r. Przewodniczący Rady Naukowej Instytutu Badań Jądrowych otrzymał trzy opinie w tej sprawie: prof. dr. Zdzisława Wilhelmiiego kierownika Zakładu Fizyki Jądra Atomowego w Instytucie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego, prof. Józefa Kosackiego kierownika Zakładu Elektroniki w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku oraz prof. dr. hab. Zbigniewa Jaworowskiego kierownika Zakładu Higieny Radiacyjnej Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie.

W dniu 12 lutego 1975. otrzymałem „Tymczasowe zaświadczenie”, w którym było napisane, że „Rada Naukowa Instytutu Badań Jądrowych uchwałą z dnia 5 listopada 1974 r., zatwierdzoną przez Zastępcę Przewodniczącego Centralnej Komisji Kwalifikacyjnej do Spraw Kadr Naukowych pismem z dnia 27 stycznia 1975 r. nadała Obywatelowi Doktorowi Jerzemu Peńsko stopień naukowy DOKTORA HABILITOWANEGO nauk technicznych w zakresie ochrony radiologicznej na podstawie ogólnego dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej pt. »Pole ziemskiego tła promieniowania gamma w przyziemnej warstwie atmosfery i metody jego badań«. Zaświadczenie podpisał Prze-

wodniczący Rady Naukowej Instytutu Badań Jądrowych prof. dr Zdzisław Szymański. Rozprawa habilitacyjna została nieco później wydana w formie książkowej przez Państwowe Wydawnictwa Naukowe.

Z Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej nie rozstałem się jednak na zawsze i po 23 ciekawych latach, które stanowią już inną historię, trzeci już z kolei dyrektor Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej, prof. dr hab. Sławomir Sterliński, nawiązał ze mną od 1 października 1994 r. ponownie współpracę w charakterze „profesora-konsultanta” na zasadzie części etatu. Miałem już wówczas tytuł profesora nauk biologicznych nadany 11 maja 1993 r. przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Lecha Wałęsę.



Fot. 8. Wręczenie dokumentów nadania tytułów profesorskich 11 maja 1993 r. przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Lecha Wałęsę w Belwederze (fot. Z archiwum Jerzego Peńsko)

Photo 8. Dr Peńsko is being granted the professor title by the President of the Republic of Poland Lech Walesa in Belvedere, May 11, 1993 (photo from Jerzy Peńsko's private archive)

Współpraca z Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej trwała jeszcze 9 lat

Ta współpraca z Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej trwała jeszcze 9 lat. Byłem zatrudniony na stanowisku „profesora-konsultanta” w niepełnym wymiarze godzin mając miejsce pracy w osobnym budynku w tak zwanym „bunkrze”, gdzie znalazło miejsce laboratorium spektrometrii promieniowania gamma. Zdziwiły mnie wówczas dwie sprawy, które się tu w niedawnym poprzednim okresie wydarzyły.

Pierwsze moje zdziwienie to ten bunkier. Zostało wybudowane duże pomieszczenie zagłębione około jednego metra lub trochę więcej pod powierzchnię gruntu i wysokości nieco ponad dwa metry, które zostało w całości pokryte grubą warstwą zie-

mi porosłą obecnie gęstą trawą. Do pomieszczenia tego schodzi się w dół po schodach przez jedno wejście z pozostałej części budynku, gdzie znajdują się inne pomieszczenia na poziomie gruntu. Bunkier miał służyć jako pomieszczenie odznaczające się obniżonym poziomem naturalnego tła promieniowania gamma. Od dość dawna wiadomo, że naturalne tło promieniowania gamma pochodzi od zawartych w glebie i materiałach budowlanych naturalnych pierwiastków radioaktywnych oraz promieniowania kosmicznego. Nie wiem kto i kiedy podjął decyzję budowy tego rodzaju obiektu z przeznaczeniem na laboratorium do pomiaru małych aktywności metodą spektrometrii promieniowania gamma, ponieważ w rezultacie poziom naturalnego promieniowania na oko sądząc, jest tam większy lub taki sam jak gdzie indziej, a stężenia radonu 222 i jego produktów rozpadu z pewnością są większe niż normalnie. Uciążliwość pracy w takim miejscu jest na pewno spora.

Druga sprawa mojego zdziwienia wywołała znacznie poważniejsze moje zdziwienie i dotyczyła pozbawienia w jakimś momencie Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej wszystkich albo prawie wszystkich funkcji kontrolnych w zakresie stosowania zasad ochrony radiologicznej przez użytkowników izotopów promieniowania i urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące w całym kraju. Dotyczyło to zarówno normalnych zastosowań, jak również i przypadków awaryjnych. Cała działalność tego rodzaju była sprawowana podczas mojej kadencji dyrektora CLOR bez zarzutu przez personel Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej łącznie z całodobowymi dyżurami służby awaryjnej ekip dozymetrycznych. Wszystko to działało się jak w przysłowiowym zegarku.

Któryś z kolejnych prezesów Państwowej Agencji Atomistyki, która powstała w miejsce dawnego Pełnomocnika Rządu do Spraw Wykorzystania Energii Jądrowej zdecydował o przejściu tych wszystkich obowiązków przez personel Agencji. W ten sposób odeszła z Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej spora liczba pracowników, a zadania Centralnego Laboratorium zostały ograniczone do sfery badawczej. Nie moją jest teraz sprawą osądzać tę decyzję, która wydała mi się trochę dziwaczna, ale w moim odczuciu wyglądała ona tak, jakby wykształconemu lekarzowi specjaliście kazać myśleć nad nowymi metodami leczenia w swoim dobrze wyposażonym gabinecie, ale zabronić mu pracy w przychodni lub szpitalu i kontaktu z pacjentem. Przyglądając się zakresowi zadań, jakie wzięła na

siebie Państwowa Agencja Atomistyki nie można oprzeć się zadziwieniu, że część tych zadań dotyczy energetyki jądrowej i powiązanych z nią problemów. Energetyki jądrowej, której w Polsce nie ma i nie wiadomo kiedy będzie i czy w ogóle będzie. Pozostałe zadania dotyczą ochrony radiologicznej, czyli zadań, które zostały odebrane Centralnemu Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Cemu zatem Państwowa Agencja Atomistyki nie zmieni nazwy na „Państwową Agencję Ochrony Radiologicznej” lub lepiej „Państwowy Instytut Ochrony Radiologicznej” i nie przejmie również pozostałych zadań naukowych?

Myślę, że zbyt dużo nazbierało się już tych rozważań nad „człowieczym losem Anny German”. W Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej pracowałem jeszcze do 31 maja 2002 r., kiedy ostatecznie zdecydowałem się na wypoczynek leciwego emeryta liczącego sobie wówczas 78 lat dość burzliwego życia.

Ponowne moje pożegnanie z Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej miało uroczysty charakter i odbyło się w 2002 r. na posiedzeniu Rady Naukowej tej Instytucji. Nie pamiętam czy podczas tej uroczystości, czy też rok wcześniej otrzymałem również medal pamiątkowy im. Marii Skłodowskiej-Curie ustanowiony przez „Towarzystwo Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie”, którego jestem wieloletnim członkiem. Przewodniczącym Rady Naukowej był wówczas prof. dr hab. Zbigniew Jaworowski. Otrzymałem ponownie wiele serdecznych życzeń i duży bukiet kwiatów. Z mojej strony ofiarowałem Centralnemu Laboratorium Ochrony Radiologicznej własnoręcznie namalowany suchymi pastelami obraz nazwany przeze mnie „Martwe Drzewa” z poniższą inskrypcją na odwrocie:

„Po ponad 20 latach pracy w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej oraz 35 latach pracy w polskiej atomistyce składam serdeczne podziękowanie wszystkim moim Koleżankom i Kolegom z Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej za wiele lat wspólnej pracy przynoszącej często wiele radości i satysfakcji z tyłu uznanych w kraju i poza jego granicami wspólnych osiągnięć. Szczególne podziękowania za miłą współpracę składam mojemu kolejnemu następcy, Dyrektorowi CLOR Panu prof. dr. hab. Sławomirowi Sterlińskiemu oraz mojemu serdecznemu przyjacielowi, obecnemu przewodniczącemu Rady Naukowej CLOR, prof.

dr. hab. Zbigniewowi Jaworowskiemu. Ten piękny, a czasem trudny okres w moim życiu pozostanie mi na zawsze w pamięci. Niechaj ten skromny, własnoręcznie wykonany obraz-upominek przypomina moją tu obecność i budzi natchnienie do dalszej ciągłej dbałości o naszą Matkę-Ziemię, co stanowiło i nadal stanowi główne motto działalności Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej”.

*prof. dr hab. inż. Jerzy Peńsko,
pierwszy dyrektor Centralnego Laboratorium Ochrony
Radiologicznej,
Warszawa*



Fot. 9. Własnoręcznie namalowany suchymi pastelami obraz formatu 80 x 60 nazwany przeze mnie „Martwe Drzewa” z odpowiednią dedykacją na odwrocie ofiarowany Centralnemu Laboratorium Ochrony Radiologicznej z okazji mojego pożegnania się z tą instytucją w związku z moim przejściem w stan spoczynku (fot. Jerzy Peńsko)

Photo 9. Hand-painted dry pastel picture format 80 x 60 named by me “Dead trees” with the appropriate dedication on the back to the Central Laboratory for Radiological Protection on the occasion of my retirement (photo by Jerzy Peńsko)

ENERGETYKA JĄDROWA NA ŚWIECIE I W POLSCE W 2017 ROKU

Nuclear Power in the World and in Poland in 2017

Andrzej Mikulski

Streszczenie: Artykuł przedstawia przegląd zmian w energetyce jądrowej na świecie w latach 2015-2017 z dokładniejszym omówieniem działań podejmowanych w zakresie programu energetyki jądrowej w Polsce. Liczba reaktorów na świecie wzrosła o 23 bloki, a ogólna moc elektrowni jądrowych o ok. 14 524 MWe. W dalszym ciągu większość reaktorów w Japonii pozostawała wyłączona.

Abstract: The paper presents the situation in nuclear power in the world in years 2015-2017 with more detailed description of situation nuclear program in Poland. Number of power reactor increased by 23 new blocks and overall capacity by 14 524 MWe. Still the most of power reactors in Japan was not operating.

Słowa kluczowe: energetyka jądrowa na świecie, Program Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ)

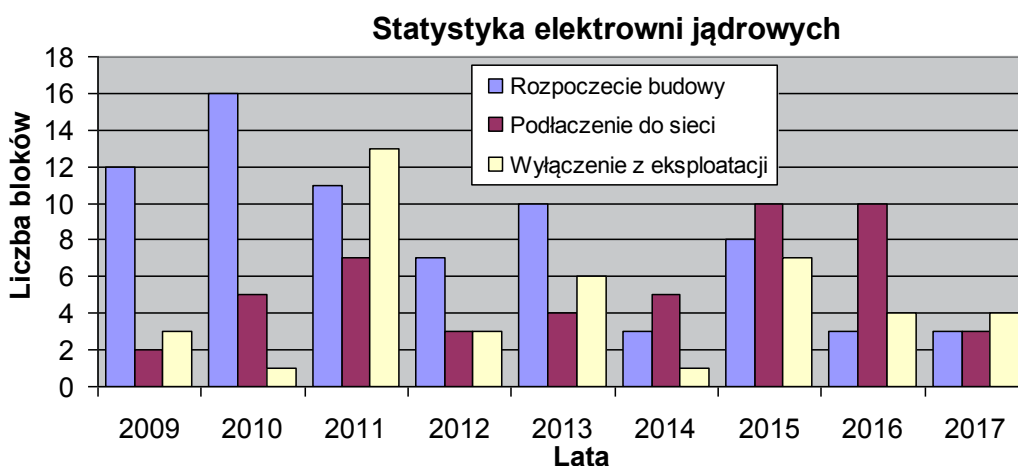
Keywords: nuclear power in the world, Polish Nuclear Energy Programme (PNPP)

Sytuacja energetyki jądrowej na świecie i w Polsce przedstawiona została w kwartalniku Postępy Techniki Jądrowej (PTJ) po raz ostatni na koniec 2014 r. [1], warto zatem pokazać ją po trzech latach, czyli na koniec 2017 r.

Energetyka jądrowa na świecie

Według statystyki podawanej przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (MAEA) w Wiedniu na koniec 2017 r. w elektrowniach jądrowych na całym świecie eksploatowanych było w sumie 448 bloków o łącznej mocy 391,7 GWe, w budowie znajduje się aktualnie 58 bloków o łącznej mocy 59,1 GWe,

a wszystkie reaktory na świecie przepracowały do tej pory łącznie 17 440 reaktoro-lat. Sytuację energetyki jądrowej na świecie pod względem liczby bloków, których budowa rozpoczynała się w danym roku, podłączonych do sieci energetycznej oraz wyłączonych z eksploatacji w poszczególnych latach 2015-2017 pokazuje rys.1. W porównaniu z poprzednimi latami, w tym trzyleciu oddano do eksploatacji 23 bloki o łącznej mocy 22,171 GWe, co stanowi 5,7% mocy zainstalowanej, która w tym czasie wzrosła o 3,7%, odliczając bloki wycofane z eksploatacji. Liczba 23 bloków oddanych do eksploatacji jest zdecydowania wyższa niż w poprzednich trzyleciach, kiedy zostało oddanych odpowiednio 14 i 12 bloków.



Rys.1. Statystyka rozpoczętych budów, podłączonych do sieci i wyłączonych bloków jądrowych w latach 2009-2017

Fig.1. Statistic of construction starts, connections to the grid and permanent shutdowns of nuclear reactors in years 2009-2017

Szczegółowa informacja na ten temat obejmująca lata 2015, 2016 i 2017 podana jest w Tabelach 1 do 3. Pod względem liczby uruchomionych bloków w tym czasie zdecydowany prym wiodą Chiny z 15 blokami, dalej Korea Płd., Pakistan i Rosja po 2 bloki, a po jednym bloku uruchomiono w Indiach i USA. Warto zauważyć, że wśród uruchomionych bloków 22 to bloki wodno-ciśnieniowe (PWR) i jeden blok prędkości (FBR) w Rosji. Tak duża liczba oddawanych do eksploatacji bloków w latach 2015 i 2016 wynika z liczby rozpoczynanych budów w latach 2009 i 2010, co wskazuje, że czas budowy wynosił ok. 6 lat mimo opóźnień spowodowanych koniecznością dokonania pewnych zmian konstrukcyjnych po katastrofie w EJ Fukushima w 2011 r. Widoczny na rys.1 wyraż-

ny wzrost liczby bloków wyłączonych z eksploatacji w 2011 r. związany jest z katastrofą w EJ Fukushima, ale z tych 13 bloków w Japonii wyłączono trwale tylko 4 bloki, a 8 bloków wyłączono w Niemczech zgodnie z decyzją rządu, a jeden w Wielkiej Brytanii po 43 latach eksploatacji. Statystyka podawana przez MAEA utrzymuje, że w eksploatacji w Japonii pozostają 42 bloki, a 18 zostało trwale wyłączonych w latach 2011-2017. Brak zbiorczego zestawienia bloków, które zostały (choćby w ograniczonym czasie) uruchomione w latach 2012-2016 (dane za 2017 rok nie zostały jeszcze opublikowane) oraz bloków oczekujących na zezwolenie dozoru jądrowego bądź władz administracyjnych na ponowne uruchomienie.

Tabela 1 Zmiany statusu bloków jądrowych w 2015 r.

Tabela 1 Changes in nuclear reactors' status in 2015

Podłączenia do sieci	Kraj	Data	Typ	Moc [MWe]
BELOYARSK-4	Rosja	10 grudzień	FBR	789
CHANGJIANG-1	Chiny	7 listopad	PWR	610
FANGCHENGANG-1	Chiny	25 październik	PWR	1000
FANGJIASHAN-2	Chiny	12 styczeń	PWR	1000
FUQING-2	Chiny	6 sierpień	PWR	1000
HONGYANHE-3	Chiny	23 marzec	PWR	1000
NINGDE-3	Chiny	21 marzec	PWR	1018
SHIN-WOLSONG-2	Korea Płd.	26 luty	PWR	960
YANGJIANG-2	Chiny	10 marzec	PWR	1000
YANGJIANG-3	Chiny	18 październik	PWR	1000
Wyłączenia				
GNEKAI-1	Japonia	27 kwiecień	PWR	529
GRAFENRHEINFELD	Niemcy	27 czerwiec	PWR	1275
MIHAMA-1	Japonia	27 kwiecień	PWR	320
MIHAMA-2	Japonia	27 kwiecień	PWR	470
SHIMANE-1	Japonia	30 kwiecień	BWR	439
TSTRUGA-1	Japonia	27 kwiecień	BWR	340
WYLFA-1	Wielka Brytania	30 grudzień	GCR	490
Rozpoczęcie budowy				
BARAKAH-4	Zjed. Emiraty Arabskie	30 czerwiec	PWR	1345
FANGCHENGANG-3	Chiny	24 grudzień	PWR	1000
FUQING-5	Chiny	7 maj	PWR	1000
FUQING-6	Chiny	22 grudzień	PWR	1000
HONGYANHE-5	Chiny	29 marzec	PWR	1000
HONGYANHE-6	Chiny	24 lipiec	PWR	1000
KANUPP-2	Pakistan	20 sierpień	PWR	1014
TIANWAN-5	Chiny	27 grudzień	PWR	1000

Tabela 2. Zmiany statusu bloków jądrowych w 2016 r.**Tabela 2.** Changes in nuclear reactors' status in 2016

Podłączenia do sieci	Kraj	Data	Typ	Moc [MWe]
CHANGJIANG-2	Chiny	20 czerwiec	PWR	610
CHASNUPP-3	Pakistan	15 październik	PWR	315
FANGCHENGANG-2	Chiny	15 lipiec	PWR	1000
FUQING-3	Chiny	7 wrzesień	PWR	1000
HONGYANHE-4	Chiny	1 kwiecień	PWR	1000
KUDANKULAM-2	Indie	29 sierpień	PWR	917
NINGDE-4	Chiny	29 marzec	PWR	1018
NOVOVORONEZH-2-1	Rosja	5 sierpień	PWR	1114
SHIN-KORI-3	Korea Płd.	15 styczeń	PWR	1340
WATTS BARR-2	PWR	3 czerwiec	PWR	1165
Wyłączenia				
FORT CALHOUN-1	USA	24 październik	PWR	482
IKATA-1	Japonia	10 maj	PWR	538
NOVOVORONEZH-3	Rosja	25 grudzień	PWR	385
OSKARSHAMN-2	Szwecja	22 grudzień	BWR	638
Rozpoczęcie budowy				
FANGCHENGANG-4	Chiny	23 grudzień	PWR	1000
KANUPP-3	Pakistan	31 maj	PWR	1014
TIANWAN-6	Chiny	7 wrzesień	PWR	1000

Tabela 3. Zmiany statusu bloków jądrowych w 2017 r.**Tabela 3.** Changes in nuclear reactors' status in 2017

Podłączenia do sieci	Kraj	Data	Typ	Moc [MWe]
YANGJIANG-4	Chiny	8 styczeń	PWR	1000
CHASNUPP-4	Pakistan	1 czerwiec	PWR	315
FUQING-4	Chiny	29 lipiec	PWR	1000
Wyłączenia				
KORI-1	Korea Płd.	17 czerwiec	PWR	576
OSKARSHAMN-1	Szwecja	19 czerwiec	BWR	473
SANTA MARIA DE GARONA	Hiszpania	2 sierpień	BWR	446
MONJU	Japonia	5 grudzień	FBR	246
Rozpoczęcie budowy				
SHIN-KORI-5	Korea Płd.	1 kwiecień	PWR	1340
KUDANKULAM-3	Indie	29 czerwiec	PWR	917
ROOPPUR-1	Bangladesz	30 listopad	PWR	1080

Skrótowe przedstawienie sytuacji energetyki jądrowej na świecie można znaleźć na stronie internetowej miesięcznika Nuclear Engineering International [2], gdzie czytamy:

- rząd brytyjski zażądał przeprowadzenie oceny projektu chińskiego reaktora wodno-ciśnieniowego HPR1000 (inaczej określanego jako Hualong One) o mocy 1000 MWe przez brytyjski urząd dozoru jądrowego, który proponowany jest do budowy w lokalizacji Bradwell,
- parlament na Tajwanie zdecydował o zakończeniu pracy elektrowni jądrowych na tej wyspie do 2025 r., obecnie pracują tam 3 elektrownie, dostarczając ok. 14% energii elektrycznej,

- pierwszy rosyjski (i pierwszy zbudowany na świecie) reaktor typu WWER-1200 (określany symbolem VVER-1200/392M) o mocy netto 1 114 MWe rozpoczął pracę komercyjną w EJ Nowoworoneż,
- przeprowadzone w Szwajcarii referendum (21 maja 2017) zdecydowało o rozpoczęciu odchodzenia od energetyki jądrowej, która obecnie dostarcza około jednej trzeciej energii elektrycznej, a pięć pracujących reaktorów będzie eksploatowanych zgodnie z posiadanymi obecnie zezwoleniami,
- rozpoczęły się prace ziemne przy budowie drugiej elektrowni Busher-2 w Iranie przez Rosatom, składającej się dwóch bloków typu WWER-1000 o łącznej mocy 2100 MWe,
- podpisany został kontrakt między Egiptem i Rosją na budowę czterech reaktorów typu WWER-1000 w lokalizacji El Dabaa nad Morzem Śródziemnym, pierwszy blok ma być uruchomiony w 2026 r.,
- brytyjski urząd dozoru jądrowego (Office of Nuclear Regulation) zatwierdził możliwość budowy zaawansowanego reaktora wodno-wrzącego typu ABWR proponowanego przez konsorcjum Hitachi-GE, a firma Horizon Nuclear Power ma nadzieję na wybudowanie dwóch bloków o łącznej mocy 2 700 MWe w lokalizacji Wylfa Newydd, tak by zostały uruchomione w 2025 r.

Niestety w tym zestawieniu brakuje wielu istotnych informacji o sytuacji energetyki jądrowej na świecie, patrząc na nią szczególnie z punktu widzenia naszego kraju, gdzie decyduje się przyszłość programu budowy elektrowni jądrowej z reaktorami dużej mocy.

Według portalu World Nuclear News [world-nuclear-news.org] w budowanych elektrowniach w 2017 r. zrealizowano następujące prace:

- (1) EJ Olkiluoto (Finlandia) - blok nr 3 typu EPR (będący w budowie od 2005 r.) przeszedł testy „na zimno”, testy „na gorąco” rozpoczęły się z początkiem 2018 r. i blok powinien być uruchomiony do końca 2018 r.
- (2) EJ Flamanville (Francja) - blok nr 3 typu EPR (będący w budowie od 2009 r.) przeszedł testy „na zimno” i ma być podłączony do sieci w maju 2019 r., a pełną moc ma osiągnąć w listopadzie tegoż roku,
- (3) EJ Ostrowiec (Białoruś) - budowane są dwa bloki typu WWER-1200 (AES-2006) odpowiednio od 2013 i 2014 r., pierwszy z nich ma być uruchomiony w 2019, a drugi w 2020 r. Główne prace wykonane w 2017 r. obejmowały:
 - zainstalowanie zbiornika w bloku nr 1, pierwotnie przeznaczonego dla bloku nr 2 w tej elektrowni,
 - zainstalowanie zbiornika w bloku nr 2, pierwotnie przewidzianego dla bloku nr 1 w EJ Bałtycka, której budowa została wstrzymana,

- dostawę czterech wytwornic pary dla bloku nr 2,
- zainstalowanie zamknięcia obudowy bezpieczeństwa bloku nr 2.

Rząd Białorusi usilnie zabiega o potwierdzenie bezpieczeństwa tego typu reaktora, zapraszając różne misje kontrolne na poziomie MAEA i UE oraz o wykazanie, że w czasie budowy przestrzegane są wszelkie wymogi bezpieczeństwa. Znałe są zastrzeżenia co do zapewnienia przestrzegania zasad bezpieczeństwa w czasie jej budowy wyrażane przez polskiego ministra spraw zagranicznych. Nie udało się ukryć, że w czasie transportu zbiornik reaktora nr 1 osunął się na ziemię (inni twierdzą, że upadł) i mimo zapewnień, że nie został uszkodzony, postanowiono zainstalować zbiornik pierwotnie przeznaczony dla bloku nr 2 [3]. Ze względu na typ reaktora, lokalizację w niewielkiej odległości od Wilna i wykonawcę budowy wzbudza ona silne sprzeciwy na Litwie. W konsekwencji litewski parlament przyjął uchwałę o zakazie zakupu energii z tej elektrowni, a rząd wywiera naciski na Polskę, Łotwę i Estonię by nie zgodziły się na zakupy energii elektrycznej z tej elektrowni.

- (4) EJ Mochovce (Słowacja) - budowa bloków nr 3 i 4 typu WWER-440/213 została wznowiona w 2006 r., ale dopiero po podpisaniu nowego porozumienia o dalszym finansowaniu budowy (marzec 2017) jest nadzieja, że bloki będą uruchomione odpowiednio do końca 2018 i 2019 r.,
- (5) EJ Nowoworoneż (Rosja) w bloku nr 1 nastąpiło rozpoczęcie komercyjnej eksploatacji pierwszego na świecie bloku typu WWER-1200 w marcu 2017 r.,
- (6) EJ Rostov (Rosja) w bloku nr 4 zostało załadowane paliwo i przeprowadzono doświadczenie krytyczne (zainicjowanie po raz pierwszy łańcuchowej reakcji rozszczepienia) w grudniu 2017 r.
- (7) EJ Leningrad (Rosja) w bloku nr 1 przeprowadzono tzw. testy „zimny” i „gorący” (kwiecień 2017) obiegu pierwotnego, które trwały łącznie 72 dni, test szczelności obudowy bezpieczeństwa (maj 2017) i test pracy pasywnego systemu usuwania ciepła powyłłączeniowego (wrzesień 2017), załadowane zostało paliwo jądrowe (grudzień 2017), a przeprowadzenie doświadczenia krytycznego przewidziane jest na początku 2018 r., natomiast budowa bloku nr 2 jest kontynuowana i zainstalowano w nim zbiornik reaktora (grudzień 2017),
- (8) EJ Bałtycka (obwód kaliningradzki) typu WWER-1200 pozostaje w zawieszeniu, a na razie przeznaczony dla niej zbiornik reaktora został zainstalowany w bloku nr 2 EJ Ostrowiec,

- (9) EJ Paks (Węgry) realizuje przygotowania do rozpoczęcia budowy bloków nr 5 i 6 typu WWER-1200 i uzyskano kolejne zgody środowiskowe, a rozpoczęcie budowy przewidywane jest w 2018 r.,
- (10) EJ Cernavoda (Rumunia) stale pozostaje do rozwiązania sprawa dokończenia budowy bloków nr 3 i 4, ale podjęto decyzję o rozpoczęciu modernizacji bloku nr 1 typu CANDU o mocy 650 MWe,
- (11) EJ Chmielnicki (Ukraina) nie będzie rozbudowywana, gdyż Rosja wycofała się z porozumienia o dokończeniu rozpoczętej w latach 1984-85 budowy w tej lokalizacji dwóch bloków typu WWER-1000, których stan zaawansowania w momencie przerwania w 1990 r. wynosił odpowiednio 75% i 28%,
- (12) EJ Vogtle (USA) bloki nr 3 i 4 zdecydowano o kontynuowaniu budowy z przewidywanym uruchomieniem bloku nr 3 w listopadzie 2021 r., a bloku nr 4 w listopadzie 2022 r.,
- (13) EJ Sommer (USA) bloki nr 2 i 3 zdecydowano o wstrzymaniu budowy bloków nr 3 i 4 (sierpień 2017) ze względu na rosnące koszty budowy i brak dalszego finansowania,
- (14) EJ Taishan (Chiny) blok nr 1 typu EPR (będący w budowie od 2009 r.) przeszedł testy „na gorąco”, ale ponieważ jest to pierwszy blok typu EPR wymagane będą dodatkowe testy i uruchomienie bloku przesunięto z końca 2017 na 2018 rok, a identyczny blok nr 2 ma być uruchomiony w 2019 r.,
- (15) EJ Sanmen (Chiny) blok nr 1 typu AP1000 (będący w budowie od 2009 r.) jest pierwszym blokiem tego typu budowanym przez firmę Westinghouse i przeszedł pomyślnie wstępne testy przed eksploatacyjne (wrzesień 2017), a jego uruchomienie planowane jest w ciągu 2018 r., podobnie jak uruchomienie bloku nr 2 w tym samym roku,
- (16) EJ Rooppur (Bangladesz) rozpoczęto budowę bloku nr 1 typu WWER-1200 wylewając pierwszy beton (listopad 2017).

Podsumowując przedstawiony wyżej materiał to należy spodziewać się oddania do eksploatacji 6 bloków w 2018 r.

Na początku 2017 r. (marzec) zapowiadano, że w Chinach ukończona zostanie budowa 5 bloków i zostanie rozpoczęta budowa 8 nowych bloków, ale niestety do końca grudnia ukończono budowę tylko 2 bloków (Yangjiang-4 i Fuqing-4) i nie rozpoczęto budowy żadnego nowego bloku, ani nie ukazało się żadne wyjaśnienie w tej sprawie.

Ciekawe są informacje podawane na tym portalu odnośnie kosztów budowy planowanych elektrowni w Wielkiej Brytanii. Podano (lipiec 2017), że całkowity koszt budowy EJ Hinkley Point C może wzrosnąć do 19,6 mld funtów (25,4 mld dolarów) z wcześniej przewidywanej kwoty 18,1 mld funtów, ale termin uruchomienia pozostaje niezmienny, jak ustalono do końca 2025 r. Jednocześnie firma EDF Energy (na początku 2018 r.) jest przekonana, że blok EPR w elektrowni Sizewell C w Wielkiej Brytanii będzie uruchomiony w 2025 r. i będzie 20% tańszy niż budowa pierwszego bloku w Hinkley Point C, gdyż możliwe będzie wyeliminowanie pewnych prac badawczych prowadzonych w czasie budowy.

Na koniec omawiania sytuacji na świecie trzeba odnieść się do pomysłu budowy małych reaktorów modułowych, o których coraz więcej się mówi i które mają być remedium na kłopoty finansowe (przekroczenie kosztów inwestycyjnych) i wykonawcze (przekroczenie czasu budowy), z jakimi zmagają się przemysł jądrowy. Trzy z tych reaktorów znajduje się w różnej fazie realizacji, a mianowicie:

- 1) reaktor kogeneracyjny (produkcja energii elektrycznej i ciepła) budowany z wykorzystaniem doświadczeń reaktorów stosowanych w lodolamaczach przez Rosję (Akademik Łomonosow) ma być oddany do eksploatacji w listopadzie 2018 r.,
 - 2) zintegrowany reaktor wodno-ciśnieniowy budowany w Argentynie (CAREM) od 2014 r. ale stan zaawansowania budowy pozostaje nieznany,
 - 3) reaktor wysokotemperaturowy chłodzony hellem budowany w Chinach (HTR-PM), który ma być uruchomiony w 2018 r.,
- a wiele innych jest w fazie uzyskiwania zezwolenia na budowę lub projektowania.

Energetyka jądrowa w Polsce

Sytuacja energetyki jądrowej w Polsce na koniec 2017 r. pozostaje niejasna. Ale zacznijmy od przedstawienia, co zostało zrobione w ostatnich trzech latach.

Spółka PGE EJ1 poinformowała w listopadzie 2015 r. o pięciu firmach chętnych do uczestnictwa w postępowaniu zintegrowanym, które ma wyłonić dostawcę technologii dla pierwszej polskiej elektrowni jądrowej oraz o planie uruchomienia postępowania zintegrowanego do końca 2015 r. Postępowanie takie miałyby na celu pozyskanie technologii dla elektrowni jądrowej wraz z generalnym wykonawstwem, zapewnienie dostaw paliwa jądrowego i usług powiązanych, zapewnienie dostawy usług w zakresie prowadzenia i utrzymania ruchu elek-

trowni wraz z programem budowy kompetencji w spółce PGE EJ1. Dodatkowym celem byłoby też pozyskanie zaangażowania kapitałowego inwestora strategicznego/partnera biznesowego, jak również wypracowanie koncepcji finansowania inwestycji wraz z potwierdzeniem zainteresowania wsparciem przez właściwe Agencje Kredytów Eksportowych, instytucje finansowe lub banki komercyjne.

Wszystko to zbiegło się w czasie ze zmianą rządu, powstało Ministerstwo Energii i prace w Departamencie Energii Jądrowej tego Ministerstwa rozpoczęły się jakby od początku. Zorganizowano szereg wyjazdów na szczeblu ministerialnym do ewentualnych dostawców technologii jądrowej, czyli do Francji (EdF dawniej AREVA), Stanów Zjednoczonych Ameryki (Westinghouse), Japonii (GE-Hitachi), Korei Południowej (KEPCO), Kanady (SNC Lavalin) i Chin (CGN) pomijając, zapewne świadomie, wyjazd do Rosji (Rosatom). Rozpoczęły się prace nad nowym modelem finansowania inwestycji i aktualizowaniem harmonogramu budowy elektrowni jądrowej.

W połowie 2016 r. podano do publicznej dyskusji Strategię Zrównoważonego Rozwoju przygotowaną przez wicepremiera Mateusza Morawieckiego, a w niej dla energetyki jądrowej sprecyzowano dwa cele określone jako:

- (1) kontynuacja Programu Polskiej Energetyki Jądrowej poprzez przyspieszenie opóźnionego procesu wdrażania energetyki jądrowej w Polsce, który miał składać się z dwóch projektów:
 - a) wsparcie i skoordynowanie krajowych przedsięwzięć w ich przygotowaniach do realizacji prac dla energetyki jądrowej,
 - b) przygotowanie do budowy dwóch elektrowni jądrowych (EJ) w ramach PPEJ, o łącznej mocy ok. 6000 MW netto (4-8 jądrowych bloków energetycznych).
- (2) przygotowanie budowy pierwszego reaktora wysokotemperaturowego (HTR) o mocy termicznej 200-350 MW zasilającego instalację przemysłową w ciepło technologiczne.

W ostatecznej wersji Strategii, opublikowanej na początku 2017 r. znalazło się tylko zdanie mówiące o „kontynuacji prac nad Programem Polskiej Energetyki Jądrowej w celu dywersyfikacji źródeł energii, zmniejszenia wpływu energetyki na środowisko, rozwoju ośrodków naukowo-badawczych oraz polskiego przemysłu (w tym także z uwzględnieniem działalności eksportowej) i podjęciu decyzji zasadniczej po wykonaniu przez Ministra Energii odpowiednich analiz oraz po uzyskaniu ofert dostawców technologii, które pozwolą na określenie nakładów inwestycyjnych niezbędnych do poniesienia i potwierdzą m.in. opłacalność inwestycji w energetykę jądrową

w polskich warunkach, a okres realizacji tego projektu ma trwać do 2029 r.”

Od początku 2017 r. zapowiadano podjęcie decyzji odnośnie budowy elektrowni jądrowej, najpierw do końca pierwszego półrocza, później do końca roku, a obecnie do końca pierwszego półrocza 2018 r. Trudność podjęcia decyzji jest oczywista, gdyż jest to decyzja na co najmniej trzy, a może nawet na cztery pokolenia licząc czas budowy, eksploatacji i likwidacji elektrowni jądrowej. Poza tym decyzja jest związana z nadrzędnym dokumentem, jakim jest Polityka energetyczna Polski do 2040 albo do 2050 r., a takiego dokumentu nie ma (obecnie jego zatwierdzenie przez rząd obiecane jest na koniec bieżącego roku). Powoduje to podejmowanie pewnych działań wspomagających decyzję zasadniczą jak:

- 1) określenie sposobu finansowania inwestycji (nowy rząd po 2015 r. zdecydował, że nie będzie postępowania zintegrowanego, a finansowanie nie będzie oparte o kontrakt różnicowy, natomiast jaki to będzie model finansowania to do dziś pozostaje tajemnicą),
- 2) kontynuowanie badań środowiskowych w wybranych dwóch lokalizacjach, tj. Żarnowiec i Lubatowo-Kopalino (początkowo były wskazane trzy lokalizacje, ale jedna na skutek sprzeciwów społecznych została wycofana) przez nową firmę krajową po zerwaniu kontraktu z partnerem zagranicznym,
- 3) przeprowadzenie ankiety wśród firm krajowych na temat ich zdolności i gotowości włączenia się w realizację budowy elektrowni jądrowej.

Wydawało się w sierpniu 2017 r., na podstawie licznych doniesień prasowych, że już jesteśmy blisko ogłoszenia decyzji o budowie elektrowni jądrowej, na którą wszyscy niecierpliwie czekają. Skłoniło to redakcję PTJ do opublikowania przeglądowego artykułu o różnych doniesieniach prasowych na ten temat [4] i od tego czasu minęło kolejne pół roku bez żadnej decyzji.

Osobnym kierunkiem działań od połowy 2016 r. była praca specjalnego zespołu powołanego przez ministra energii ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce. Zespół przeprowadził szczegółową analizę wykorzystania takiego reaktora do pokrycia krajowego zapotrzebowania na ciepło przemysłowe o temperaturze do 700°C w przemyśle chemicznym i rekomenduje podjęcie prac w tym kierunku. W działania te wpisuje się podpisanie w maju 2016 r. listu intencyjnego z brytyjskim konsorcjum U-Battery o podjęciu przygotowań do budowy w NCBJ w Świerku wysokotemperaturowego badawczego reaktora chłodzonego gazem o mocy cieplnej 10 MWt i elektrycznej 4 MWe. Stosowny raport został

opublikowany na początku stycznia 2018 r. [5], ale jego dokładna analiza i omówienie zostanie osobno przedstawione, gdyż wykracza poza temat tego artykułu.

W 2017 r. zorganizowane zostały przez Ministerstwo Energii dwie ważne krajowe konferencje:

- (1) „Polski przemysł dla elektrowni jądrowej” w dniu 30 stycznia 2017 r., której dwa szerokie omówienia zamieszczone zostały w PTJ [6, 7], więc nie będę ich tutaj powtarzał,
- (2) „Część elektryczna elektrowni jądrowej w świetle wymagań międzynarodowych – wytyczne dla polskiego przemysłu” dniu 29 listopada 2017 r. razem ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich, które też wydało materiały konferencyjne.

Podsumowanie

Podsumowanie trzylecia energetyki jądrowej na świecie można opisać jako zmagania z wydłużonym okresem budowy i przekraczaniem budżetu w przypadku powstawania bloków o dużej mocy, a w Polsce już dziewiąty rok (od 2009 r.) czekamy na podjęcie decyzji przy stale odsuwającym się terminem uruchomienia pierwszej elektrowni (teraz podawany jest rok 2029, a pierwotnie pierwszy blok miał być uruchomiony już w 2020 r.). Jako ilustrację tych lat niech będzie fotografia EJ Barakah w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, o której budowie zdecydowano również w 2009 r. Obecnie widać budynki czterech bloków, a pierwszy z nich ma być uruchomiony w tym roku.



Fot.1. Widok czterech bloków EJ Barakah budowanej w Zjednoczonych Emiratach Arabskich (wrzesień 2017)

Photo 1. The image of four blocks of NPP Barakah in United Arab Emirates (September 2017) Courtesy: ENEC

*dr inż. Andrzej Mikulski,
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne,
Warszawa*

Literatura:

- [1] A. Mikulski, Energetyka jądrowa w 2014 roku, PTJ nr 1/2015, s.2-4.
- [2] Nuclear power: 2017 in review <http://www.neimagazine.com/features/featurenuclear-power-2017-in-review-6016461/> [dostęp 02-02-2018]
- [3] A. Strupczewski: Białoruski projekt jądrowy w Ostrowcu może budzić obawy <http://www.cire.pl/item,149915,13,0,0,0,0,0,strupczewski-bialoruski-projekt-jadrowy-w-ostrowcu-moze-budzic-obawy.html> [dostęp 04-02-2018]
- [4] A. Mikulski: Elektrownia jądrowa w Polsce – odsłona sierpień 2017, PTJ nr 3/2017, s.18-20.
- [5] Możliwości wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce, Raport Zespołu ds. analizy i przygotowania warunków wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych, Ministerstwo Energii, Warszawa, wrzesień 2017 [http://www.me.gov.pl/node/28011raport ME](http://www.me.gov.pl/node/28011raport%20ME)
- [6] S. Latek: Promieniujemy na całą gospodarkę - polski przemysł dla elektrowni jądrowej, PTJ nr 1/2017, s.2-5.
- [7] A. Mikulski: Inne wrażenia po konferencji „Polski przemysł dla elektrowni jądrowej”, PTJ nr 1/2017, s. 6-9.

UWAGI DO RAPORTU ZESPOŁU MINISTERSTWA ENERGII DS. REAKTORA WYSOKOTEMPERATUROWEGO

Remarks to the Report of the Ministry of Energy Committee on High-Temperature Reactor

Andrzej Mikulski

Streszczenie: Raport Zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych opublikowany przez Ministerstwo Energii w styczniu 2017 r. rekomenduje rozpoczęcie przygotowań do wykorzystania reaktorów wysokotemperaturowych chłodzonych gazem (HTGR) do produkcji ciepła technologicznego w przemyśle. Ten typ reaktora zostały wybrany po analizie wielu innych typów. Przewiduje się wybudowanie najpierw reaktora badawczego o mocy 10 MWt do 2025 r., a następnie pierwszego reaktora produkcyjnego do 2031 r. we współpracy z wybranym kontrahentem zagranicznym.

Abstract: Report of the Committee for Analysis and Preparation of Conditions for Deployment of High-Temperature Nuclear Reactors (HTGR) was published in January 2017 by the Ministry of Energy. The Committee recommends to begin preparation of HTGR deployment for production of industrial heat. This type of reactor was selected as the best option after having analyzed many other types. It is foreseen that the construction of the first research reactor of 10 MWt power will be carried out until year 2025 and later, of an industrial reactor until 2031 with cooperation of selected foreign company.

Słowa kluczowe: reaktory wysokotemperaturowe, HTGR, NCBJ

Keywords: high temperature reactor, HTGR, NCNR

Departament Energii Jądrowej w Ministerstwie Energii opublikował w dniu 15 stycznia 2018 r., na swojej stronie internetowej raport resortowego zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych [1]. Zespół został powołany Zarządzeniem Ministra Energii z lipca 2016 r. i formalnie zakończył prace w dniu 11 stycznia 2018 r. Pracami zespołu kierował prof. Grzegorz Wrochna z Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku, a zespół (oprócz przewodniczącego) liczył 10 członków z takich instytucji jak: Ministerstwo Energii, ENEA S.A., Energoprojekt-Warszawa S.A., Grupa Azoty S.A., Narodowe Centrum Badań Jądrowych, PKN ORLEN S.A., Prochem S.A., Przedsiębiorstwo Budowy Kopalń PeBeKa S.A. wchodzące w skład Grupy KGHM, Tauron Polska Energia S.A. i Uniwersytet Szczeciński oraz 6 obserwatorów reprezentujących: Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Państwową Agencję Atomistyki i Bank PKO BP.

Opublikowany raport pt. „**Możliwości wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w Polsce**” liczy 51 stron i poza obszernym streszcze-

niem podzielony został na wstęp i 9 następujących rozdziałów:

1. Potrzeby polskiej i europejskiej gospodarki

- 1.1. Zużycie ciepła przemysłowego w Polsce i w Europie
- 1.2. Odbiorcy ciepła na przykładzie Grupy Azoty S.A.

2. Wybór technologii i parametrów reaktora

- 2.1. Porównanie różnych technologii
- 2.2. Wybór reaktora dla polskiego przemysłu
- 2.3. HTGR na świecie
- 2.4. Charakterystyka HTGR
- 2.5. Cykl paliwowy HTGR

3. Opłacalność ekonomiczna HTGR

- 3.1. Koszty budowy i eksploatacji reaktora HTGR 165 MWth
- 3.2. Uproszczona kalkulacja kosztu ciepła przemysłowego i opłacalności inwestycji

4. Dojrzałość i dostępność technologii HTGR

- 4.1. Doświadczenia w budowie i eksploatacji HTGR
- 4.2. Dostępność paliwa TRISO

4.3. Własność intelektualna technologii HTGR

4.4. Współpraca międzynarodowa

5. Potrzebne prace badawcze dla HTGR

5.1. Laboratorium materiałowe NOMATEN

5.2. Reaktor eksperymentalny HTGR 10 MWth

5.3. Finansowanie reaktora eksperymentalnego HTGR

6. Regulacje prawne

6.1. Aktualny stan prawny

6.2. Analiza prawa atomowego pod kątem reaktorów HTGR

6.3. Model licencjonowania i zakres prawa atomowego

6.4. Współpraca z dozorami innych krajów

7. Model biznesowy wdrażania HTGR

7.1. Projekt, dostawy i budowa (EPC)

7.2. Realizacja programu i zarządzanie ryzykiem

7.3. Proponowany model biznesowy - podsumowanie

7.4. Zaangażowanie potencjału zagranicznego

7.5. Finansowanie budowy reaktora

7.6. Synergia projektów HTGR 10 MWth i 165 MWth

8. Harmonogram decyzji i działań

8.1. Jądrowa mapa drogowa dla Polski

8.2. Reaktor eksperymentalny HTGR 10 MWth

8.3. Pierwszy przemysłowy reaktor HTGR

8.4. Nowe zastosowania innowacyjnych reaktorów jądrowych

9. Korzyści z wdrożenia HTGR w Polsce

Rozdziały te wyczerpują wszystkie interesujące zagadnienia budowy w Polsce tego reaktora, począwszy od uzasadnienia aż do zbudowania reaktora przemysłowego, chociaż w sposób zbyt ogólny. Nie mniej jednak widziałbym bardziej uzasadnienie budowy reaktora doświadczalnego, jako elementu wprowadzania innowacyjności do polskiego przemysłu. Na podstawie posiadanej wiedzy na poziomie światowym można bardziej mówić o przewidywanych korzyściach budowy i zastosowaniach tego reaktora w przemyśle niż o pewności, że cele zostaną osiągnięte.

Niezmiernie ważne są stwierdzenia podane obecnym Streszczeniu, gdyż na nich większość czytelników będzie opierać swoje opinie. Napisano w nim, że wynikiem pracy Zespołu, po przeprowadzeniu szczegółowej analizy możliwości wykorzystania reaktorów jądrowych do pokrycia krajowego zapotrzebowania na ciepło przemysłowe o temperaturze do 700°C jest stwierdzenie, że jedynym, spełniającym technicznie wymagania jest reaktor wysokotemperaturowy chłodzony helem, znany pod skrótem HTGR, czyli High Temperature Gas-cooled Reactor (nieraz

używany też skrót HTR, czyli High Temperature Reactor, ale odnosi się on ogólnie do wszystkich reaktorów wysokotemperaturowych). To stwierdzenie poparte jest oszacowanym kosztem produkcji pary o temperaturze 540°C i ciśnieniu 13,8 MPa w tych reaktorach wynoszącym 36 zł/GJ (s.6) przy stopie dyskonta kapitału 4% i cenie emisji CO₂ równej 20-50 €/t w porównaniu z kosztem pary pochodzącej z kotłów opalanych węglem lub gazem i wynoszący odpowiednio 25-36 zł/GJ i 36-42 zł/GJ (s.24). Jeśli koszt pary otrzymywanej dotychczas można dosyć wiarygodnie ocenić dziś i w przyszłości to szacunki kosztu pary z reaktora jądrowego mogą być dosyć wątpliwe. Natomiast istnieją czynniki poza ekonomiczne przemawiające za wykorzystaniem tych reaktorów do produkcji ciepła technologicznego, sformułowane przez autorów (s. 6) jako:

- redukcja zależności od importu gazu,
- zmniejszenie emisji CO₂,
- przewidywalność kosztów eksploatacji,
- potencjał eksportowy [opracowanej technologii budowy reaktorów].

Pierwsze dwa czynniki nie mogą budzić żadnych zastrzeżeń, a co do dwóch następnych to już można dyskutować. Przewidywalność kosztów eksploatacji oszacowano na podstawie kosztów eksploatacji obecnych reaktorów wodno-ciśnieniowych, ale pod warunkiem, że nie wystąpią nowe, wcześniej nieprzewidywane sytuacje związane z eksploatacją tych reaktorów. Argument potencjału eksportowego przed zbudowaniem i udaną eksploatacją choćby pierwszego doświadczalnego reaktora wysokotemperaturowego jest uwarunkowany tym, że Polska będzie w pierwszym szeregu krajów budujących taki reaktor. Należy tu dodać jeszcze jeden czynnik/argument, a mianowicie przeznaczenia zaoszczędzonego węgla lub gazu ziemnego dla przemysłu chemicznego.

Autorzy oceniają koszty inwestycyjne budowy reaktora przemysłowego o mocy 165 MWt w sposób dość swobodny (s. 22). Przyjmując opublikowane i przewidywane koszty dla 4 reaktorów HTGR o różnej mocy i prostym mnożnikiem przeliczają je dla przewidywanej mocy reaktora w Polsce, nie wchodząc w szczegóły techniczne i kraj, dla którego zostały oszacowane. Wydaje się, że takie postępowanie jest jedyne do zastosowania w chwili obecnej, ale nie może być podstawą podejmowania jakichkolwiek przyszłych decyzji inwestycyjnych. Szczegóły wyliczeń mają być podane w raporcie NCBJ (s. 21), ale nie jest on dostępny na stronie internetowej NCBJ, a nawet nie podano jego numeru. Zatem, na podstawie przedstawionych informacji, trudno ekonomicznie uzasadniona wydaje się budowa przemysłowych reaktorów wysokotemperaturowych w Polsce, nato-

miast budowa reaktora doświadczalnego jako czynnika wprowadzającego innowacyjność do polskiego przemysłu jest godna poparcia.

Przechodząc do spraw technicznych, to można zauważyć, że autorzy chcieli przedstawić w jak najlepszym świetle doświadczenia budowy i eksploatacji reaktorów HTGR, ale obraz nie jest tak optymistyczny. Po pierwsze nie zbudowano na świecie kilkunastu reaktorów HTGR (s. 5, 16), a tylko 5 reaktorów doświadczalnych i 2 reaktory energetyczne do produkcji energii elektrycznej (s. 26). Z tego trzy reaktory doświadczalne zostały wyłączone i prawdopodobnie zdemonstrowane wiele lat temu (1976, 1974 i 1988). Czwarty reaktor w Japonii (HTTR) o mocy cieplnej 30 MWt uruchomiony został w 1998 r., ale nie był eksploatowany po katastrofie w EJ Fukushima, czyli od 7 lat, a piąty w Chinach (HTR-10) o mocy cieplnej 10 MWt i mocy elektrycznej 2,5 MWe został uruchomiony w 2000 r. Według jednej ze statystyk opublikowanej w 2016 r. podano, że w latach 2003-2007 reaktor tego typu przepracował ogółem 569 dni [2], a według informacji przedstawionej na konferencji w Warszawie w listopadzie 2016 r. [3] reaktor uruchamiany jest kilka razy do roku, zatem trudno oceniać istotne doświadczenia eksploatacyjne.

Dwa reaktory energetyczne to: Fort St. Vrain w USA o mocy 330 MWe i eksploatowany w latach 1976-89 łącznie przez 31 217 godzin z najwyższym współczynnikiem wykorzystania mocy 53,6% osiągniętym w 1983 r. i THTR (Thorium-Hoch-Temperatur-Reaktor) w Niemczech o mocy 296 MWe eksploatowany w latach 1986-1989 przez 4500 godzin z najwyższym współczynnikiem wykorzystania 60,9% w 1987 r. [4]. Na podstawie tych danych trudno powiedzieć o dojrzałości technicznej tych konstrukcji (s.5), a zgromadzone doświadczenie eksploatacyjne to 4 reaktoro-lata pracy, co w porównaniu z około 17,4 tys. reaktoro-lat dla reaktorów wodno-ciśnieniowych, to już sama ta liczba mówi za siebie. Trzeci reaktor energetyczny to HTR-PM (a właściwie dwa reaktory o mocy 100 MWe każdy pracujące na jedną turbinę) budowany w Chinach od 2012 r. i przewidywany do uruchomienia w bieżącym (2018) roku, zatem na temat doświadczeń eksploatacyjnych nic powiedzieć nie można. Powyższe stwierdzenia o niewielkich doświadczeniach eksploatacyjnych nie przeczą atrakcyjności zastosowania reaktora HTGR do produkcji ciepła, ale to trzeba jeszcze wykazać.

W wielu miejscach stwierdzono w raporcie, że „szczególną zaletą technologii HTGR jest inherentne bezpieczeństwo, gdyż nie ma ryzyka stopienia rdzenia” (s.6, 18), co jest prawdą, gdyż w rdzeniu nie ma części metalowych, ale czy można wykluczyć zapalenie się zgromadzonego w rdzeniu grafitu lub

ujawnienie tzw. efektu Wignera (wyzwolenie energii cieplnej w sieci krystalicznej grafitu) i uszkodzenie zbiornika reaktora tego nie wiadomo. Te i inne sytuacje awaryjne wymagają na pewno przeanalizowania na etapie uzyskiwania zezwolenia na eksploatację reaktora.

Ponadto, należy ostrożnie przyjąć stwierdzenia autorów: „Zostało to [wysoka odporność na stopienie] potwierdzone obliczeniami i symulacjami, jak również eksperymentem przeprowadzonym na japońskim reaktorze HTTR. W czasie pracy z 30% obciążeniem wyłączono system chłodzenia i pręty kontrolne” (s.18), gdyż odporność została potwierdzona tylko jednym eksperymentem w tym reaktorze. Podobne stwierdzenie o dwóch eksperymentach z bezpiecznym wychłodzeniem chińskiego reaktora HTR-10 znajdujemy w literaturze [2]. Wydaje się jednak, że niezbędne byłoby sprawdzenie, jak będzie zachowywał się reaktor (przynajmniej metodą symulacji komputerowej) przy wyłączeniu z poziomu 100% mocy i dla załadowania paliwem bliskim granicy wypalenia.

Autorzy stwierdzają, że „Istnieje kilka linii produkcyjnych na świecie [paliwa do reaktora HTGR], co umożliwia kupno sprawdzonego już paliwa do pierwszych reaktorów w Polsce, przed wybudowaniem własnej fabryki paliwa.” (s.7). Jednak sprawa dostępności paliwa typu TRISO (TRiple coated ISOtropic) nie wydaje się tak optymistyczna, jak przedstawiono to w raporcie (s. 27). Z wymienionych 6 linii produkcyjnych, opierając się na powszechnie dostępnych danych, tylko jedna linia w Chinach, uruchomiona w 2016 r. [5], aktualnie pracuje i służy do produkcji paliwa dla reaktora typu złoża usypane. Jest to linia sprzedana z Rosji do Chin, linia w Japonii jest unieruchomiona skoro reaktor HTTR nie pracuje od 2011 r., nie wiadomo co stało się linią w Republice Południowej Afryki po zaniechaniu budowy reaktora PBMR itd. Odnośnie badania paliwa to wiadomo, że wyprodukowane w Chinach kule paliwowe, w liczbie tylko 5 sztuk zostały poddane badaniu w reaktorze HFR w Petten w Holandii, gdzie potwierdzono odpowiednią jakość ich wykonania [6], szkoda tylko, że nie podano czasu ich naświetlania i osiągniętego wypalenia. Wzmiankowana linia produkcyjna w Chinach wymagałaby przystosowania do produkcji paliwa dla przewidywanego w Polsce reaktora pryzmatycznego. Możliwość wytwarzania paliwa TRISO w Polsce, o której wspominają autorzy (s. 27), aktualnie pozostaje tylko opcją teoretyczną, ale istnieje możliwość przeprowadzenia badania tego paliwa w reaktorze MARIA.

Rozdział 5.2 w raporcie (s. 31) poświęcony reaktorom eksperymentalnym HTGR o mocy 10 MWt (lepiej brzmi termin reaktor badawczy) powinien być kon-

kretny i oparty o znane porozumienia wstępne podpisane przez NCBJ w ubiegłych latach z firmami U-Battery (2016) i X-Energy (2017) oraz Japońską Agencją Energii Atomowej (2017). Nie mogą to być przypuszczenia, że „jako demonstrator można wykorzystać brytyjski projekt U-Battery” (s. 31), „skopiowanie japońskiego reaktora eksperymentalnego HTTR” (s.32) oraz o „prowadzeniu wstępnych rozmów z konkurencyjnymi firmami projektującymi podobne reaktory” (s.32). W raporcie powinny być wskazania konkretnego kierunku, jaki ma być reaktor badawczy (konstrukcje wymienionych firm różnią się np. pod względem mocy i zastosowanego paliwa), a nie poruszanie się w strefie przypuszczeń. Dodatkowo autorzy rzucają pomysł zbudowania zestawu krytycznego, co wydaje mi się zbyt duże na obecnym poziomie wiedzy z dziedziny fizyki reaktorowej, a ostatecznie w trakcie budowy można by wydzielić etap zestawu krytycznego (pracującego bez chłodzenia) dla weryfikacji obliczeń neutronowych. Drugim pomysłem jest zbudowanie stanowiska eksperymentalnego do badań ciepło-przepływowych i jeśli ma ono służyć na przykład do długoczasowych badań dmuchawy obiegu pierwotnego wydaje się to dobrym pomysłem, tym bardziej że takie badania można by rozpocząć równolegle z budową reaktora badawczego.

Autorzy bardzo optymistycznie ułożyli harmonogram i koszt budowy reaktora badawczego o mocy 10 MWe w Świerku (s. 7, 32):

- 2018-2020 - projektowanie (150 mln zł),
- 2020-2025 - licencjonowanie i budowa (600 mln zł),

ale wymaga to znacznie bardziej szczegółowego przedstawienia, a przede wszystkim zbilansowania możliwości technicznych i osobowych w kraju oraz ścisłego powiązania z kontrahentami zagranicznym, a tego zabrakło w raporcie. Natomiast koncepcję jego lokalizacji w Świerku (s.31) należy bardzo popierać, gdyż jest to najlepsza i jedyna lokalizacja w kraju. Stwierdzono, że można wykorzystać projekt brytyjski U-Battery firmy URENCO we współpracy z John Wood Group (dawniej Amec Foster Wheeler) i Atkins, a dalej napisano „już w 2019 r. można przystąpić do jego licencjonowania” (s. 31), ale wtedy nie będzie jeszcze gotowy projekt. Według Prawa atomowego do wydania licencji uprawniony jest tylko krajowy urząd dozoru jądrowego, czyli Państwowa Agencja Atomistyki, ale nie posiada ona w tej chwili wystarczającego doświadczenia w odniesieniu do reaktora HTGR. Poza tym brak informacji o sposobach sfinansowania przygotowania dozoru jądrowego do oceny reaktora HTGR, czy będzie to zrealizowane ze środków państwowych?

Rozdział 6 w raporcie (s. 33 i dalsze) poświęcony jest zagadnieniom prawnym, ale można je uważać za zagadnienia wtórne wobec spraw technicznych decydujących o bezpieczeństwie eksploatacji reaktora

bez względu na to, co jest napisane w prawie. Żaden odpowiedzialny projektant nie może zgodzić się na żadne ustępstwa względem bezpieczeństwa, i co więcej, zobowiązany jest wykorzystać jak najlepiej swoją wiedzę techniczną bez względu na to, co jest zapisane w różnych aktach prawnych czy rozporządzeniach. Odnosi się to również do spraw licencjonowania, które muszą stać na najwyższym znanym poziomie, akceptowanym zarówno przez krajowy urząd dozoru jądrowego, jak i organizacje międzynarodowe.

Równolegle z harmonogramem dla reaktora badawczego autorzy zamieścili podobny harmonogram dla reaktora przemysłowego o mocy 165 MWe (s. 7, 40):

- 2018: studium prekonceptyjne (10 mln zł)
- 2019-2023: projektowanie (500 mln zł)
- 2023-2026: przygotowanie budowy pierwszego HTGR (500 mln zł)
- 2026-2031: budowa pierwszego HTGR (1500 mln zł)

Harmonogram wydaje się bardzo życzeniowy, gdyż co najmniej dziwne jest przewidywanie wykonania studium prekonceptyjnego i projektowanie reaktora przemysłowego równolegle z projektowaniem i budową reaktora doświadczalnego. W pierwszej kolejności należy zbudować reaktor doświadczalny, zdobyć minimum doświadczenia eksploatacyjnego, a potem przystępować do projektowania reaktora komercyjnego. Takie podejście wskazuje na brak doświadczenia członków tego Zespołu, czemu trudno się dziwić, gdyż w jego pracach nie uczestniczyły osoby pamiętające budowę reaktora MARIA lub związanych z jego bieżącą eksploatacją.

Przewidywania przez autorów przyszłej produkcji i sprzedaży reaktorów HTGR do 2050 r. (s.42) mówiące o budowie w Polsce od 10 do 20 reaktorów, w Unii Europejskiej od 100 do 200 reaktorów, a na świecie od 1000 do 2000 trudno wprost skomentować i można zapytać, na jakiej podstawie podano te liczby? Przypominam sobie sytuację sprzed kilku lat, gdy ktoś głośno zapytał na jakiejś konferencji jeszcze, gdy mówiło się o znacznie mniejszej liczbie reaktorów HTGR: czy zasoby helu na świecie będą wystarczające?

Do raportu dołączony został Raport Wewnętrzny Nr 2 zawierający spis raportów zadania badawczego Nr 1 pt. „Rozwój wysokotemperaturowych reaktorów do zastosowań przemysłowych” zrealizowanego w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej”, który był zarządzany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w latach 2012-2014. Niestety w omawianym raporcie brak odwołania się do raportów wykonanych w ramach tego zadania, czyżby ich wartość merytoryczna nic nie wносиła do pracy prowadzonej przez ten Zespół i nie stanowiła pewnej bazy wiedzy, którą warto kontynuować w zakresie fizyki, inżynierii i bezpieczeństwa reaktora HTR?

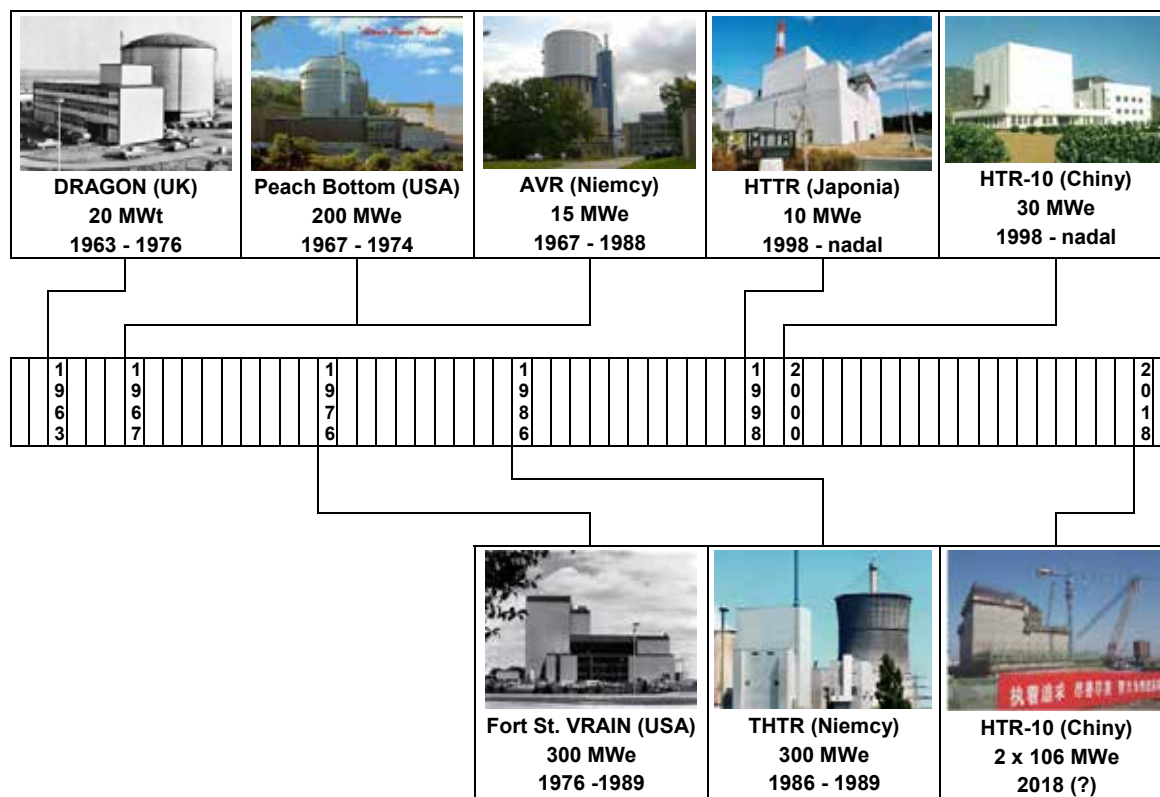
Na zakończenie autorzy raportu piszą wprost „W opinii Zespołu przedstawione w niniejszym raporcie wyniki stanowią podstawę do podjęcia przez Ministra Energii kierunkowej decyzji dotyczącej procesu wdrażania HTGR w Polsce.” (s.8.), ale trudno się z nim zgodzić. Sformułowalbym raczej następujący wniosek ogólny: na podstawie tego materiału można odpowiedzialnie podjąć decyzję tylko o przygotowaniach do budowy reaktora doświadczalnego w Polsce. Powinny być one prowadzone w oparciu o rzetelnie i kompleksowo sformułowane umowy o współpracy z innymi ośrodkami badawczymi i firmami konstrukcyjnymi, urzędami dozoru jądrowego z zainteresowanych krajów oraz rozpocząć kompletowanie składu zespołu wykonawczego na podstawie przyznanego budżetu przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego i Nauki oraz Ministerstwo Energii z widokiem na dotacje unijne w dalszej perspektywie.

dr inż. Andrzej Mikulski,
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne,
Warszawa

Literatura:

- [1] Raport zespołu ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych,
<http://www.me.gov.pl/node/28011raport> ME
- [2] Fubing Chen, Jun Sun: Introduction of the HTR-10, INET, Tsinghua University Beijing, China, August 25, 2016
- [3] Chao Fang: Features of HTGR and its Industrialization, 3rd Central & Eastern Europe Nuclear Power-Congress, Warsaw, Nov. 28-29, 2016
- [4] The Database on Nuclear Power Reactors, www.iaea.org/pris
- [5] China's HTGR fuel production line starts up, World Nuclear news, 29 March 2016
<http://world-nuclear-news.org/UF-Chinas-HTGR-fuel-production-line-starts-up-2903165.html>
- [6] Irradiation trials of HTR-PM fuel completed, World Nuclear News, 05 January 2015
<http://world-nuclear-news.org/ENF-Irradiation-trials-of-HTR-PM-fuel-completed-0501154.html>

Reaktory badawcze (doświadczalne)



Reaktory produkcyjne (komercyjne)

Fot. 1. Wybudowane wysokotemperaturowe reaktory badawcze i produkcyjne
Photo 1. High temperature constructed research and power reactors

TRZY SCENARIUSZE ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE

Three scenarios for nuclear power in Poland

Andrzej Mikulski

Streszczenie: W artykule przedstawiono trzy możliwe scenariusze rozwoju energetyki jądrowej w Polsce oparte o duże bloki energetyczne, reaktory wysokotemperaturowe i zintegrowane bloki wodno-ciśnieniowe. Pierwszy jest kontynuacją kierunku określonego w Programie Polskiej Energetyki Jądrowej w 2009 r. wraz z przedstawieniem, co zostało zrealizowane w tym czasie oraz wymogiem weryfikacji tego kierunku. Drugi stanowi nowy kierunek zastosowania reaktorów jądrowych w celach kogeneracyjnych, czyli równoczesnego wytwarzania ciepła technologicznego i energii elektrycznej w nowych i obiecujących konstrukcjach. Natomiast trzeci kierunek stanowią obiekty o zmniejszonej mocy wodno-ciśnieniowych z pomysłem integracji całego obiegu pierwotnego w jednym zbiorniku. Bloki te ze względu na zwiększone bezpieczeństwo eksploatacyjne nie wymagają rozległej strefy bezpieczeństwa i mogłyby być lokalizowane w istniejących elektrowniach w ramach ich modernizacji. Poza tym będą znacznie tańsze i budowane w znacznie krótszym czasie, a umieszczone po kilka w jednej lokalizacji mogą dostarczać moc porównywalną z dużymi blokami jądrowymi.

Abstract: The paper presents three potential scenarios for the development of nuclear power in Poland based on: high power PWRs, high temperature reactors and integrated pressurized water cooled reactors. The first scenario is the continuation of the Polish Nuclear Power Program of 2009, supplemented by a short description of what has been achieved already, subject to further confirmation. The second scenario is the new possibility of using nuclear reactors for the cogeneration of technological heat and electricity using new, promising constructions of high temperature gas cooled reactors (HTGR). The third scenario is a construction of lower-power PWRs with an integrated primary loop in the one vessel (iPWR). Due to increased operational safety, such blocks require smaller safety zones and therefore may be localized within refurbished old conventional power plants. Furthermore such blocks are cheaper to produce, faster to construct and, with several located in the same place, can deliver a power comparable to that from existing high power nuclear blocks.

Słowa kluczowe: reaktory jądrowe, PPEJ, PWR, HTGR, iPWR

Keywords: nuclear reactors, PNPP, PWR, HTGR, iPWR

Liczne wypowiedzi medialne i prasowe w 2017 r. na temat przyszłości energetyki jądrowej w Polsce i zmiany w energetyce jądrowej na świecie od 2009 r. skłaniają do przedstawienia nowych koncepcji w tym zakresie. Temat jest bardziej obszerny niż ten artykuł, ale niech on będzie materiałem wyjściowym do dalszej dyskusji.

Drugie podejście do energetyki jądrowej w Polsce (a może już trzecie licząc tę wstępną przymiarkę z 1956 r. do elektrowni o mocy 200-300 MWe zlokalizowanej w okolicach ujścia rzek Narew i Bug) rozpoczęło się od uchwały rządu w styczniu 2009 r. Stwierdzono w niej wtedy, cytuję „W celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz uwzględniając rozwój gospodarczy, przygotowany i wdrożony zostanie program polskiej energetyki jądrowej”, a wraz z nią powołano Pełnomocnika Rządu ds. Energetyki Jądrowej w maju tegoż roku. Wtedy też wydawało się, że najlepszym rozwiązaniem będzie budowa dużych bloków

energetycznych o mocy ponad 1000 MWe, gdyż obniża to jednostkowe koszty inwestycyjne i taka moc jest korzystna w lokalizacjach na północy naszego kraju. Od tego czasu, czyli na przestrzeni ostatnich 9 lat, zaszły zmiany w sytuacji energetyki jądrowej na świecie i powinno to moim zdaniem znaleźć odzwierciedlenie w aktualnych planach krajowych. Można wskazać główne przyczyny tych zmian, a mianowicie:

- (1) katastrofa w elektrowni jądrowej Fukushima w 2011 r.,
- (2) systematyczne przedłużanie się czasu budowy pierwszych wodno-ciśnieniowych reaktorów dużej mocy (PWR i BWR) należących do III generacji,
- (3) krystalizowanie się planów budowy modułowych reaktorów małej mocy w kilku krajach.

Zatem chciałbym poddać pod dyskusję trzy (autorskie) scenariusze dotyczące przyszłości energetyki jądrowej w naszym kraju.

Krótkie przypomnienie

Reaktory wodno-ciśnieniowe III generacji dużej mocy zostały wskazane do realizacji w ramach Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (Program PEJ) w 2009 r. W ciągu tych 9 lat zrealizowano następujące prace:

- 1) dokonano zmian w ustawie Prawo atomowe i uchwalono tzw. ustawę inwestycyjną w 2011 r.,
- 2) przeprowadzono postępowania transgraniczne zgodnie z wymogami międzynarodowej Konwencji z Espoo i uzyskano akceptację zainteresowanych krajów,
- 3) zorganizowano pierwsze spotkanie informacyjne ewentualnych dostawców technologii jądrowej, które obejmowało takie firmy jak: AREVA (obecnie EdF) z Francji, Westinghouse ze Stanów Zjednoczonych Ameryki, GE-Hitachi z Japonii, KEPCO z Korei Południowej, SNC Lavalin z Kanady i CGN z Chin pomijając świadomie Rosatom z Rosji we wrześniu 2009 r., w którym uczestniczyłem z ramienia Państwowej Agencji Atomistyki (dozoru jądrowego),
- 4) zatwierdzono Program PEJ i opublikowano harmonogram budowy, ale nastąpiło to dopiero w styczniu 2014 r. i w konsekwencji przesunięto pierwotnie przewidywany termin uruchomienia pierwszego reaktora z 2020 na 2024 rok,
- 5) wskazano trzy lokalizacje: Żarnowiec, Lubatowo-Kopalino i Gąski, ale ta ostatnia na skutek protestów miejscowej ludności została wycofana,
- 6) uczestniczono w prowadzonych testach odpornościowych (tzw. stress testach) w różnych reaktorach zlokalizowanych w UE po katastrofie w EJ Fukushima w 2011 r.,
- 7) ustalono, że projekt realizowany będzie przez PGE EJ1, spółkę wchodzącą w skład spółki skarbu państwa Polska Grupa Energetyczna, do której z czasem przyłączyły się trzy inne spółki skarbu państwa: ENEA, KGHM i TAURON,
- 8) ustalono, że budowa będzie zrealizowana jako kontrakt zintegrowany i finansowany jako kontrakt różnicowy wzorem Wielkiej Brytanii,
- 9) przeprowadzenie badań środowiskowych powierzono firmie Worley Parsons, która nie wywiązywała się z umowy, co spowodowało jej zerwanie w grudniu 2015 r., a nowe badania od początku rozpoczęła w marcu 2017 r. firma ELBIS (badania będą trwały 24 miesiące),
- 10) dokonano wyboru doradcy technicznego, tzw. inżyniera kontraktu, którym została brytyjska firma Amec Foster Wheeler.

W 2010 r. nastąpiła też aktywizacja krajowego zaplecza naukowo-badawczego, reaktywowano studia

na kierunku energetyka jądrowa w Politechnice Warszawskiej oraz zorganizowano studia podyplomowe w tym zakresie na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i w Politechnice Gdańskiej. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju zarządzało w latach 2011-2015 strategicznym projektem badawczym „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej”, którego 8 na 10 zadań dotyczyło reaktora jądrowego jaki ma być budowany w Polsce. Projekt został zrealizowany, sprawozdania przyjęte przez NCBR, a nic nie wiadomo o dalszym wykorzystaniu wykonanych prac.

Od momentu powołania w grudniu 2009 r. spółki PGE EJ1 do końca czerwca 2016 r., łączna wartość poniesionych przez nią nakładów finansowych (wydatków) wyniosła ok. 286,3 mln zł, w tym: nakłady inwestycyjne 169,4 mln zł i koszty (generujące wydatki) 116,9 mln zł, jak podano w odpowiedzi na interpelację poselską. Opinię publiczną najbardziej bulwersuje to, że ponoszone są wydatki, a nie widać konkretnej pracy.

Ostatnie dwa lata

W listopadzie 2015 r. miała miejsce zmiana rządu, powstało Ministerstwo Energii i prace w Departamencie Energii Jądrowej tegoż ministerstwa rozpoczęły się jakby od początku. Zorganizowano szereg wyjazdów na szczeblu ministerialnym do ewentualnych dostawców technologii jądrowej, czyli do: Francji (EdF dawniej AREVA), Stanów Zjednoczonych Ameryki (Westinghouse), Japonii (GE-Hitachi), Korei Południowej (KEPCO), Kanady (SNC Lavalin) i Chin (CGN) pomijając wyjazd do Rosji (Rosatom). Lista ta nie uległa zmianie od pierwszego spotkania informacyjnego we wrześniu 2009 r. Prowadzone są prace nad nowym modelem finansowania tego programu i aktualizowany jego harmonogram. Co prawda po dwóch latach działania rządu można się było spodziewać lepszych rezultatów niż usunięcie z przedstawionego do dyskusji dokumentu „Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju” zdania „Kontynuacja Programu Polskiej Energetyki Jądrowej – przyspieszenie opóźnionego procesu wdrażania energetyki jądrowej w Polsce” w jego ostatecznej wersji.

Od ponad pół roku słyszymy o przyjęciu programu do końca 2017 r., ale wobec zmiany premiera rządu w połowie grudnia 2017 r. termin ten nie został dotrzymany. Poza tym, skoro dokument strategiczny „Polityka energetyczna Polski do 2050 roku” zostanie zaakceptowany przez rząd do końca tego (2018) roku, to trudno obecnie przewidzieć czy znajdzie się w nim energetyka jądrowa, a jeśli tak to z jakim udziałem w miksie energetycznym.

Uzasadnienie podjęcia Programu PEJ w ciągu ostatnich 8 lat nie uległo zmianie i dotyczy zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju (domknięcie bilansu energii elektrycznej, gdyż nowe bloki węglowe nie będą już budowane) i zaoszczędzenia węgla przeznaczonego na cele energetyczne. Obecnie dodatkowo można wymienić: planowany rozwój elektromobilności i troskę o jakość powietrza (walka ze smogiem) oraz dążenie do spełnienia wymagań narzuconych przez UE w zakresie redukcji emisji dwutlenku węgla, zatem budowa elektrowni jądrowej dużej mocy w sprawdzonej technologii i zgodnie ze światową tendencją powinna się rozpocząć jak najszybciej.

Stwierdzenie to nie stoi w sprzeczności z zarysowaną w dalszej części perspektywą budowy małych reaktorów w dwóch opcjach jako: reaktory wysokotemperaturowe do produkcji ciepła technologicznego i energii elektrycznej w tzw. kogeneracji i zintegrowane reaktory wodno-ciśnieniowe.

Opcja reaktora wysokotemperaturowego

Zainteresowanie reaktorami wysokotemperaturowymi HTR (lub HTGR) pojawiło się w Polsce kilka lat temu, gdyż w jednym z zadań wspomnianego projektu strategicznego NCBR wykazano korzyść zastosowania reaktora HTR do produkcji ciepła technologicznego w zakładach chemicznych np. przy produkcji nawozów sztucznych. Dalej należy wymienić kierowanie przez NCBJ zadaniem badawczym Nuclear Cogeneration Industrial Initiative (NC2I) w ramach programu Euratom i podpisanie w maju 2016 r. listu intencyjnego z brytyjskim konsorcjum URENCO pracującym nad reaktorem HTGR określonym jako U-Battery. Celem współpracy jest podjęcie przygotowań do budowy w NCBJ w Świerku wysokotemperaturowego badawczego reaktora chłodzonego gazem o mocy cieplnej 10 MWt i elektrycznej 4 MWe. Po uzyskaniu pozytywnych doświadczeń eksploatacyjnych reaktor taki mógłby stanowić podstawę zaprojektowania reaktora przemysłowego o mocy ok. 160 MWt, który jest ostatecznym celem tych prac. Kolejnym krokiem prac nad reaktorem HTR było podpisanie przez NCBJ dwóch porozumień dotyczących współpracy przy budowie reaktora wysokotemperaturowego z amerykańską firmą X-Energy (luty 2017 r.) i Japońską Agencją Energii Atomowej (maj 2017 r.). Uwieńczenie tych działań stanowi opublikowanie raportu zespołu doradczego w Ministerstwie Energii rekomendującego budowę w Polsce reaktorów wysokotemperaturowych (styczeń 2018 r.).

Reasumując, należy stwierdzić, że przystąpienie do budowy wysokotemperaturowego reaktora badawczego w Świerku (według jednej z trzech koncepcji: U-Battery, X-Energy i Japan Atomic Energy

Agency) w ścisłej współpracy międzynarodowej (bo nie samodzielnie w kraju) będzie czynnikiem powodującym rozwój polskiej myśli technicznej i budującym elementy nowej, być może przyszłościowej, innowacyjnej technologii jądrowej. Można oczekiwać, że będzie to przedsięwzięcie dochodowe, jeśli nie pojawią nieprzewidziane trudności techniczne i spełnią się przewidywania co do rozwoju tej technologii. Pamiętajmy, że w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku prawie samodzielnie (tylko z zakupem elementów paliwowych) zbudowano reaktor badawczy MARIA, a później wiele elementów elektrowni w Żarnowcu też powstało w kraju, zatem i teraz budowa takiego reaktora badawczego powinna być możliwa.

Opcja małego reaktora wodno-ciśnieniowego

Koncepcja małych reaktorów wodno-ciśnieniowych rozwijana jest na świecie od 2008 r. równoległe z reaktorami wysokotemperaturowymi. Stanowią one zmniejszenie skali dużych reaktorów wodno-ciśnieniowych poprzez konstrukcyjne zintegrowanie w jednym zbiorniku: rdzenia reaktora, jednej lub kilku wytwornic pary, zastosowanie wewnętrznych pomp głównych lub grawitacyjnej (naturalnej) cykulacji wody chłodzącej oraz wyeliminowanie rurociągów obiegu pierwotnego. Konstrukcja umożliwia produkcję wszystkich elementów w fabryce i łatwy transport na miejsce budowy. Reaktory te określa się skrótem iPWR (ang. Integrated Pressurized Water Reactor) to znaczy zintegrowany reaktor wodno-ciśnieniowy i tylko one, z bardzo wielu małych reaktorów modułowych w wykonaniu stacjonarnym zostaną dalej przedstawione.

W najbardziej zaawansowanej fazie znajduje się reaktor doświadczalny CAREM w Argentynie o mocy elektrycznej 25 MWe, którego koncepcja została ogłoszona już w 1984 r. Następnie przeprowadzono wiele badań modelowych chłodzenia grawitacyjnego przed uzyskaniem zgody dozoru jądrowego na rozpoczęcie budowy, co miało miejsce w 2014 r. Oficjalnie uruchomienie reaktora ma nastąpić w przyszłym (2019) roku, ale wobec braku doniesień prasowych o postępie robót jest to dosyć wątpliwe. Reaktor budowany jest z wykorzystaniem w 70% dostaw z lokalnego przemysłu argentyńskiego. W następnej kolejności planowana jest budowa bloku o zwiększonej mocy do 150 MWe po uzyskaniu doświadczeń eksploatacyjnych.

Drugim krajem zainteresowanym tym reaktorem iPWR są Stany Zjednoczone Ameryki. Rozwijany jest tam projekt reaktora firmy NuScale o mocy 50 MWe z przewidywanym umieszczeniem w jednej lokalizacji do 12 takich jednostek, co daje łączną moc

600 MWe. Firma wystąpiła do amerykańskiego urzędu dozoru jądrowego (NRC) o wydanie zezwolenia na budowę w styczniu 2017 r. i oczekuje otrzymania go po ok. 40 miesiącach, zatem budowa w lokalizacji Savannah River (Karolina Płd.) powinna rozpocząć się w 2020 r., a uruchomienie w 2023 r. Firma stara się również o uzyskanie zgody na następne lokalizacje w Stanach Zjednoczonych oraz planuje wystąpienie o zgodę na budowę w Wielkiej Brytanii. Drugą konstrukcją jest reaktor Westinghouse SMR o mocy 225 MWe z paliwem opartym o kasety stosowane w reaktorze AP1000, którego projekt został ogłoszony w 2012 r. Niestety prace nad nim zostały wstrzymane w 2012 r. z powodów finansowych, ale ostatnio (2016) firma Westinghouse ogłosiła gotowość realizacji tego projektu wspólnie z rządem i firmami w Wielkiej Brytanii dostarczając projekt koncepcyjny reaktora. Trzecia konstrukcja to reaktor mPower o mocy 195 MWe oferowany przez firmę BWX Technology. Projekt od rozpoczęcia w 2008 r. przechodził różne fazy od przewidywanego uzyskania zezwolenia na budowę w 2018 r. i uruchomienia pierwszych dwóch jednostek w 2022 r. do wstrzymania pracy nad nim w marcu 2017 r.

Trzecim krajem zainteresowanym reaktorem typu iPWR jest Wielka Brytania, gdzie rząd w 2014 r. ogłosił raport o koncepcjach reaktorów SMR dla tego kraju, a w marcu 2016 r. wezwał firmy do złożenia ofert na najlepsze rozwiązania reaktora SMR z gotowością finansowego wsparcia wybranej propozycji. Swoją gotowość współpracy z firmami brytyjskimi zgłosiły dwie firmy amerykańskie: Westinghouse gotowa do określenia możliwości skrócenia czasu przygotowania budowy reaktora SMR oraz NuScale gotowa do współpracy z partnerami brytyjskimi by jej bloki o mocy 50 MWe były uruchomione w połowie dekadę 2020. Również brytyjska firma Rolls-Royce przedstawiła swoją ofertę reaktora o mocy 220 MWe, który stanowi proste zwiększenie mocy w dotychczas produkowanych reaktorach dla łodzi podwodnych z zachowaniem wszystkich występujących elementów obiegu pierwotnego, a zatem nie jest to reaktor typu iPWR i jest rozwiązaniem wątpliwym z punktu widzenia bezpieczeństwa według dzisiejszych standardów.

Na podobnym etapie rozwoju technicznego znajdują się jeszcze dwie konstrukcje: ACP100 o mocy 125 MWe w Chinach, ale bez konkretnej daty rozpoczęcia budowy i SMART o mocy 100 MWe w Korei Południowej, która uzyskała zezwolenie koreańskiego urzędu dozoru jądrowego już w 2012 r., a w tej chwili rozważana jest budowa pierwszej jednostki w Arabii Saudyjskiej również bez określonej daty jej rozpoczęcia.

Opierając się na przeglądzie małych reaktorów energetycznych publikowanym okresowo przez World Nuclear Association i innych dostępnych informacjach można stwierdzić, że reaktory typu iPWR:

- 1) stanowią istotną alternatywę w stosunku do reaktorów dużej mocy generacji III/III+ pod względem kosztów inwestycyjnych, czasu budowy i zagrożenia dla środowiska (mniejsza gęstość generacji mocy w rdzeniu, mniej materiału rozszczepialnego i umieszczenie reaktora pod ziemią),
- 2) wykorzystują ogromne doświadczenie eksploatacyjne reaktorów wodno-ciśnieniowych,
- 3) pozwalają rozważać, w warunkach krajowych w Polsce, ich lokalizację w istniejących elektrowniach konwencjonalnych po wycofywaniu z eksploatacji jednostek o mocy 200 MW za ok. 15-20 lat (pomysł ten był zaprezentowany w czasie panelu „Energetyka a węgiel — jaka przyszłość” podczas III Kongresu Energetycznego we Wrocławiu w październiku 2017 r.).

Reasumując, należy przystąpić do współpracy w dziedzinie tych reaktorów z wybranym ich producentem i wykorzystać możliwości produkcyjne polskiego przemysłu oraz doświadczenia z udziału polskich firm przy budowach elektrowni jądrowych za granicą.

Podsumowanie

Rozważając obecnie przyszłość programu energetyki jądrowej w Polsce teraz należy zastanowić się nad tymi trzema kierunkami działania i przymierzyć je do sytuacji w energetyce krajowej, a następnie oczekiwać zdecydowanego działania rządu. Przez ostatnie 9 lat, od 2009 r., zbyt mało działo się na tym polu na skutek przyczyn obiektywnych i zaniedbań organizacyjnych.

Chciałbym, by wizja tych trzech kierunków stała się podstawą dyskusji, by spotkały się one z rzeczowymi argumentami za i przeciw, a nie zniknęły w szumie informacyjnym o ogólnych problemach energetyki w Polsce. Jeśli niemożliwa okaże się ich równoległa realizacja oczywiście w trzech różnych horyzontach czasowych, to należy wybrać dwa lub nawet jeden kierunek i przystąpić do jego energicznej realizacji. Pozostało naprawdę niewiele czasu, by nie narażać na szwank bezpieczeństwa energetycznego kraju pod względem zaopatrzenia w energię elektryczną.

*dr inż. Andrzej Mikulski,
wieloletni były pracownik IBJ i IEA,
oraz były inspektor dozoru jądrowego w PAA*

EXELTIUM JAKO JEDEN ZE SPOSOBÓW FINANSOWANIA INWESTYCJI W ENERGETYCE JĄDROWEJ

Exeltium as a way of financing of nuclear power projects

Łukasz Sawicki, Bożena Horbaczewska

Streszczenie: W artykule zaprezentowano jedną z metod finansowania projektów inwestycyjnych w energetyce jądrowej, tzw. model Exeltium. Opisano mechanizm jego funkcjonowania, przyczyny i okoliczności utworzenia oraz zmagania inwestorów z Komisją Europejską w celu uzyskania zezwolenia na jego zastosowanie. Dokonano oceny sposobu jego wdrożenia i działania w praktyce. Ponadto Autorzy poddali analizie możliwość zastosowania mechanizmu w Polsce i wskazali warunki, jakie powinny być spełnione, aby model ten mógł być wykorzystany do finansowania budowy nowej elektrowni jądrowej.

Abstract: This paper presents a particular way of financing of nuclear power projects called the Exeltium model. The article consists of a description of this model, causes and circumstances of its creation, as well as struggles of the investors with European Commission for issuing an acceptance against public aid rules. Authors assessed the implementation of the model and its functioning in practice. They also analyzed a possibility of its use in Poland and put forward a conditions that should be met to use this model to finance a new nuclear power plant.

Słowa kluczowe: Exeltium, energetyka jądrowa, projekt inwestycyjny, odbiorcy przemysłowi, odbiorcy energochłonni, Flamanville, spółka obrotu, Komisja Europejska, zakup energii, kontrakty długoterminowe, rynek energii

Keywords: This paper presents a particular way of financing of nuclear power projects called the Exeltium model. The article consists of a description of this model, causes and circumstances of its creation, as well as struggles of the investors with European Commission for issuing an acceptance against public aid rules. Authors assessed the implementation of the model and its functioning in practice. They also analyzed a possibility of its use in Poland and put forward a conditions that should be met to use this model to finance a new nuclear power plant.

W niniejszym artykule autorzy zawarli swoje prywatne opinie, które nie mają związku z oficjalnymi stanowiskami instytucji, w których są zatrudnieni. Artykuł ma charakter wyłącznie analityczny.

Wstęp

Budowa elektrowni jądrowych w państwach o zliberalizowanym rynku energii jest przedsięwzięciem dość trudnym, choć – jak pokazują przykłady kilku państw europejskich – nie niemożliwym. Przedstawiciele francuskiego przemysłu, wsparci przez rząd, skonstruowali system, który przypomina zakazane przez Komisję Europejską klasyczne KDT-y¹, a jednocześnie posiada akceptację KE. Jego najważniejszym elementem jest specjalnie utworzona spółka obrotu energią elektryczną o nazwie **Exeltium**, która ma siedzibę w niewielkim biurze w jednej z kamienic w centrum Paryża. Budowa nowego jądrowego bloku energetycznego w EJ² Flamanville we Francji finansowana

jest - z punktu widzenia sprawozdawczości finansowej - kapitałami wykazanymi w bilansie spółki, a w praktyce częściowo w oparciu o kryptoKDT-y.

Interes odbiorców

Francja posiada dobrze rozwinięty przemysł, którego udział w łącznym zużyciu energii tego kraju wynosi 25%, to jest 111 TWh (dane za 2013 rok). W 2000 r. rozpoczęła się liberalizacja rynku energii, co z jednej strony umożliwiło obniżkę cen hurtowych, ale z drugiej doprowadziło do ich ciągłych wahań. Dla branż energochłonnych jest to poważny problem, ponieważ brak przewidywalności cen energii w średnim i długim horyzoncie uniemożliwia prognozowanie kosztów produkcji w wieloletnich planach rozwoju oraz utrudnia prowadzenie inwestycji. W tej sytuacji przedstawiciele organizacji branżowych zwrócili się o pomoc do państwa, które zawsze wspierało rodzimy przemysł. Nie od-

¹ KDT – Kontrakt długoterminowy, rodzaj wieloletniej umowy kupna-sprzedaży energii, stosowanej w sektorze elektroenergetycznym, obecnie zabronionej przez unijne prawo dotyczące konkurencji.

² EJ – Elektrownia Jądrowa.

mówiło także tym razem. W 2005 r. Minister Gospodarki zorganizował cykl rozmów, w efekcie których jeszcze w grudniu tego roku, przedsiębiorstwa energochłonne (takie, w których koszty zakupu energii elektrycznej stanowią 15-50% kosztów produkcji) otrzymały specjalny status prawny przyznający im zwolnienia podatkowe³.

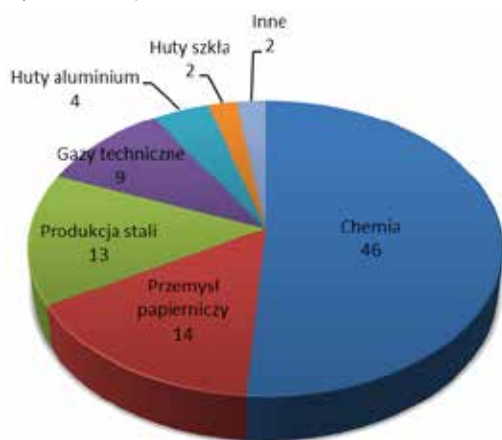
W tym samym czasie firmy te porozumiały się w sprawie wspólnych zakupów energii – jednak nie w formie grupy zakupowej⁴, ale poprzez własną spółkę obrotu. Została ona powołana w maju 2006 r. przez siedem dużych przedsiębiorstw energochłonnych w formie spółki akcyjnej o kapitale zakładowym 38.634.074,30 EUR, pod nazwą Exeltium. Obecnie posiada ona już 27 akcjonariuszy z takich sektorów przemysłu, jak:

- chemia (w tym produkcja gazów technicznych i petrochemia),
- hutnictwo metali i szkła,
- przemysł papierniczy,
- i inne.

Produkcja prowadzona jest w 90 zakładach, w których najwięcej energii zużywają takie urządzenia, jak: maszyny papiernicze, instalacje elektrolityczne, sprężarki (w tym zwłaszcza do krakingu parowego), piece hutnicze, młyny kulowe, dmuchawy gorącego powietrza itp. Niektóre z tych podmiotów prowadzą działalność gospodarczą również w Polsce, np. Arcelor Mittal, Saint-Gobain Isover.

Wykres 1. Struktura branżowa zakładów kupujących energię od spółki Exeltium (liczba zakładów w poszczególnych branżach)

Chart 1. Structure of industrial plants buying electricity from Exeltium company (number of plants of each sector)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ze strony spółki Exeltium: <http://www.exeltium.com/>
Source: Own elaboration based on a data from Exeltium company website: <http://www.exeltium.com/>

W maju 2006 r. Exeltium ogłosiło przetarg na zakup energii elektrycznej dla swoich akcjonariuszy. Zaprośzenia do udziału w tym przetargu rozesłano do 16 wytwórców europejskich. Ostatecznie otrzymano oferty od czterech. Wśród nich była największa francuska grupa energetyczna, operator 58 jądrowych bloków energetycznych zlokalizowanych w 20 elektrowniach – Electricité de France (obecnie EDF) – której oferta okazała się najtańsza.

Interes wytwórcy

W tym samym czasie zarząd EDF zatwierdził plany budowy pierwszego we Francji bloku z reaktorem EPR⁵, jako nowego bloku nr 3 w EJ Flamanville. Nakłady inwestycyjne szacowano na 3,3 mld EUR₂₀₀₅⁶ bez kosztów finansowych (IDC⁶). Ponieważ koszty kapitału stanowiły większość (60-70%) prognozowanych średnich ważonych kosztów wytwarzania energii (prognozowanych wówczas na poziomie 46 EUR₂₀₀₅/MWh), kierownictwo dążyło do pozyskania jak najtańszego finansowania projektu, w tym również do obniżenia kosztu kapitału własnego. Było to tyle istotne, że EDF nie chciał zaciągać nowego długu na sfinansowanie tej inwestycji. Utworzenie Exeltium i przewidywana wieloletnia umowa z tą spółką na dostawy energii (wygranie przetargu przez podmiot spoza Francji byłoby wielką niespodzianką...) stwarzały okazję do pozyskania taniego pieniądza.

Wirtualna spółka obrotu

W kwietniu 2007 r. Exeltium i EDF podpisały wstępną umowę na zakup/sprzedaż 311 TWh energii elektrycznej na okres 24 lat (kryptoKDT) w formule „bierz lub płać” (take-or-pay) z częściową przedpłatą w wysokości 4 mld EUR. W lipcu uzgodniono szczegółowe warunki finansowe i sposób dokonywania rozliczeń: koszt sprzedanej energii wykazany na comiesięcznej fakturze uwzględnia dokonaną przedpłatę oraz jest indeksowany zgodnie z aktualnymi kosztami eksploatacyjnymi elektrowni EDF (m.in. w oparciu o wskaźnik inflacji). Exeltium, będąc spółką obrotu, sprzedaje następnie zakupioną od EDF energię poszczególnym akcjonariuszom-odbiorcom również w formule „bierz lub płać” na mocy umów

³ Więcej informacji na stronie spółki Exeltium: <http://www.exeltium.com/project/?lang=en#chronology>

⁴ Grupa zakupowa – zrzeczenie podmiotów dokonujące wspólnych zakupów (tu: energii). Kumulacja siły nabywczej pojedynczych podmiotów w ramach grupy zakupowej z reguły umożliwia uzyskanie lepszych ofert (głównie niższych cen).

⁵ EPR - European Pressurized water Reactor, pol. Europejski Reaktor wodny Ciśnieniowy, model reaktora wodno-ciśnieniowego stosowanego w elektrowniach jądrowych, oferowany przez francuską firmę Areva.

⁶ IDC - Interest During Construction, odsetki od kredytu naliczane w czasie budowy elektrowni, ale nie spłacane, gdyż elektrownia jeszcze nie pracuje.

wieloletnich (kryptoKDT, od 15 do 24 lat w zależności od odbiorcy), zawartych z każdym z nich osobno. Takie rozwiązanie powoduje, że Exeltium jest *de facto* wirtualnym lub wręcz papierowym pośrednikiem dla kryptoKDT-ów zawartych między dużymi odbiorcami, a EDF. Sama spółka obrotu generuje bardzo niewielkie koszty administracyjne (zaledwie kilku pracowników, niewielkie biuro z kilkoma pomieszczeniami). Ryzyko braku dostaw energii jest znikome, ponieważ energia nie pochodzi z konkretnej elektrowni, ale praktycznie ze wszystkich elektrowni jądrowych EDF-u.

Prawie 90% kapitału Exeltium stanowi dług, tylko 10% to kapitał wpłacony przez akcjonariuszy-klientów. Dzięki wykorzystaniu wysokiej dźwigni finansowej nabywają oni energię po atrakcyjnych cenach. Nie muszą jednak wykazywać zadłużenia spółki Exeltium w swoich własnych bilansach, choć muszą rozliczyć koszt kapitału własnego wnoszonego do finansowania projektu (około 10%), aby określić ostateczny ekonomiczny koszt otrzymywanej energii elektrycznej. Również z punktu widzenia producenta energii (EDF) jest to korzystne rozwiązanie, ponieważ przedpłata pozwoliła na wcześniejsze zgromadzenie 1,75 mld EUR, co stanowiło prawie połowę wartości kontraktu. Był to właściwie nieoprocentowany kapitał, który obniżył koszt kapitału finansującego nową inwestycję (czyli blok Flamanville-3). Takie rozwiązanie pozwoliło także ograniczyć zadłużenie oraz utrzymać możliwość finansowania innych inwestycji z kapitału własnego EDF.

Interwencja Komisji Europejskiej

Niestety, umowa między EDF a Exeltium wymagała akceptacji Komisji Europejskiej i stwierdzenia zgodności z unijnym prawem antymonopolowym. Rozpoczęły się wielomiesięczne negocjacje z KE, która zgłosiła szereg zastrzeżeń. Ostatecznie Komisja zobowiązała EDF do tego, by 65% wolumenu energii, sprzedanej dużym odbiorcom w ramach umowy wieloletniej, było wyłączone spod jakichkolwiek restrykcji w zakresie dostępu do rynku (chodzi o zachowanie możliwości odsprzedaży energii przez odbiorcę). Dopuszczono pewne odstępstwa, ale udział ten nie może spaść poniżej 60% w skali roku. EDF-owi udało się jednak wynegocjować zapis, że to swoiste *obligo giełdowe* ma obowiązywać tylko przez pierwsze 10 lat od momentu wejścia w życie umowy.

Komisja Europejska ograniczyła okres, na jaki mogą być zawierane przyszłe umowy między Exeltium a odbiorcami (a zatem nie dotyczyło to umów zawartych do 2007 r.) do 5 lat (licząc od momentu

uruchomienia dostaw energii), chyba, że odbiorca będzie miał zagwarantowaną możliwość zerwania kryptoKDT co 5 lat (*opt-out window*) bez żadnych konsekwencji. Inaczej mówiąc, raz na 5 lat odbiorca będzie miał możliwość zdecydowania czy kontynuować kryptoKDT z Exeltium.

Postanowiono także, że umowa między Exeltium a odbiorcą nie może zawierać klauzuli wyłączności, zabraniającej odbiorcy zawierania umów na dostawę energii z innymi wytwórcami. Ten wymóg dotyczy jedynie pierwszych umów (zawartych do 2007 r.) i przez okres pierwszych 10 lat ich obowiązywania, chyba, że udział EDF w rynku hurtowym energii spadnie poniżej 40% i utrzyma się na tym poziomie przez 2 kolejne lata.

Komisja Europejska ostatecznie zaakceptowała mechanizm Exeltium w sierpniu 2010 r.

Exeltium w praktyce

W sierpniu 2008 r., tuż po wstępnej akceptacji ze strony Komisji Europejskiej, EDF zawarł z Exeltium pierwszą umowę wieloletnią. Niestety, jesienią we Francji pojawiły się pierwsze symptomy globalnego kryzysu gospodarczego, a sektor bankowy zaostrzył kryteria udzielania kredytów. Spowodowało to trudności w uzyskaniu finansowania długiem dla Exeltium, niezbędnego do dokonania pierwszej płatności za zakontraktowane dostawy. W związku z tym, w marcu 2010 r. podpisano aneks do umowy z EDF, który przewidywał podzielenie dostaw na dwie transze:

- pierwsza: dostawa 148 TWh energii w okresie 24 lat z częściową przedpłatą w wysokości 1,747 mld EUR, uruchomienie w 2010 r.,
- druga: dostawa 163 TWh energii w okresie 24 lat, uruchomienie w 2011 r.

Uzgodniono, że cena jednostkowa (w EUR/MWh), obejmująca 49% wolumenu energii zakontraktowanej przez EDF, zostanie obniżona, jeśli cena na rynku hurtowym spadnie poniżej pewnego określonego poziomu. Wyjściowa cena jednostkowa (na cały wolumen), według spekulacji prasowych, prawdopodobnie wynosiła około 50 EUR/MWh. Z obawy przed możliwym masowym zrywaniem umów przez akcjonariuszy w czasie „okna decyzyjnego” (*opt-out window*) w przypadku dużych spadków ceny energii na rynku hurtowym, co mogłoby zagrozić płynności spółki, stworzono dodatkowe zabezpieczenie: jeden z największych akcjonariuszy, Arcelor Mittal, zobowiązał się do zakupu - po pewnej ustalonej cenie - 51% wolumenu energii, która nie zostanie sprzedana z powodu zerwania umowy przez innych akcjonariuszy.

W maju 2010 r. Exeltium przełało wytwórcy wymaganą sumę, a EDF zgłosił do krajowego operatora sieci przesyłowej RTE te zakłady, które mają odbierać zakontraktowaną energię. W ten sposób mechanizm Exeltium został oficjalnie uruchomiony. Udział energii kupionej od Exeltium stanowi 1/3 łącznego zużycia jego odbiorców.

Uruchomienie drugiej tranzy dostaw zostało bezterminowo zawieszone w 2011 r., na co złożyło się wiele powodów, w tym:

- zmiana polityki energetycznej i wstrzymanie kolejnych projektów EPR we Francji (zwłaszcza bloku nr 3 w EJ Penly),
- zmiany na rynku energii (liberalizacja, spadek cen hurtowych, objęcie niskimi taryfami części produkcji z elektrowni jądrowych – zasada ARENH)⁷,
- zmniejszenie dynamiki wzrostu krajowego zużycia energii,
- spadek cen węgla,
- spadek cen uprawnień do emisji CO₂.

W lipcu 2014 r., na skutek dalszego spadku cen na giełdzie energii, udziałowcy Exeltium wymusili na EDF obniżkę ceny do poziomu średniej rocznej ceny hurtowej na giełdzie, to jest ok. 42 EUR/MWh. EDF zgodził się również na umieszczenie w umowie z Exeltium mechanizmu zmieniającego cenę dostarczanej energii w powiązaniu z cenami rynkowymi (zmiany te podlegają jednak pewnym ograniczeniom, analogicznie do częściowo uwolnionego kursu walutowego z „widełkami”).

W czerwcu 2015 r. Exeltium zawarło dwie umowy kredytowe. Pierwsza z nich dotyczyła kredytu bankowego o wartości 1 mld EUR udzielonego na okres 15 lat ze zmiennym oprocentowaniem. Druga umowa kredytowa, na kwotę 435 mln EUR, została podpisana z grupą dziewięciu inwestorów instytucjonalnych. Obie tranze kredytu dają te same uprawnienia kredytodawcom. Nowe kredyty oraz renegotjacja treści pierwotnej umowy z EDF pozwoliły na kontynuację dostarczania energii akcjonariuszom-klientom po konkurencyjnej i przewidywalnej cenie. Obroty Exeltium w 2015 r. wyniosły 232.298800,00 EUR, co oznacza, że dostarczyła ona swoim akcjonariuszom około 5,53 TWh energii (przy założonej cenie 42 EUR/MWh).

Ocena funkcjonowania modelu Exeltium i możliwość wdrożenia go w Polsce

Trudno jednoznacznie ocenić, czy model Exeltium sprawdził się w praktyce. Z punktu widzenia przedsiębiorstwa energetycznego (sprzedawcy)

udało się zabezpieczyć środki na realizację nowej kapitałochłonnej inwestycji, co było głównym celem firmy EDF. Jednakże zmiany, jakich trzeba było dokonać na wniosek Komisji Europejskiej oraz konieczność dostosowania modelu do zmieniającego się rynku energii ze sztucznie zaniżonymi cenami hurtowymi spowodowały, że nowy blok prawdopodobnie będzie miał duże trudności z generowaniem dodatknych przepływów pieniężnych, przynajmniej w pierwszych latach eksploatacji. EDF nie ujawnił zaktualizowanych danych dotyczących jednostkowych kosztów wytwarzania energii z bloku Flamanville-3, jednak istnieją dwie przesłanki, które wskazują, że koszty te będą prawdopodobnie wyższe niż uzgodniona z odbiorcami (spółką Exeltium) cena sprzedaży na poziomie 42 EUR/MWh.



Fot. 1. Nowy blok nr 3 w EJ Flamanville, budowany w oparciu o mechanizm Exeltium (fot. jeanguyane, CC BY-NC-ND 2.0)

Photo 1. The new unit no. 3 in Flamanville NPP under construction, financed thanks to the Exeltium model (credit: jeanguyane, CC BY-NC-ND 2.0)

Po pierwsze, budowa ma bardzo poważne opóźnienie i przekroczenie pierwotnego kosztorysu. Gdy w połowie 2014 r. zarząd EDF podejmował decyzję o realizacji inwestycji, nakłady szacowane były na 3,3 mld EUR²⁰⁰⁵, a jednostkowe koszty wytwarzania na 46 EUR²⁰⁰⁵/MWh (czyli 53,7 EUR²⁰¹⁴/MWh). Budowa rozpoczęła się („pierwszy beton”) w grudniu 2007 r., a rozruch miał się zakończyć w maju 2012 r. W listopadzie 2014 r. EDF poinformował, że blok zostanie uruchomiony pod koniec 2018 r., a łączne nakłady wyniosą 10,5 mld EUR⁸. A zatem jeszcze przed wzrostem kosztów inwestycji jednostkowy koszt produkcji energii elektrycznej był wyższy niż cena sprzedaży ostatecznie uzgodniona z firmą Exeltium.

Po drugie, w raporcie OECD z 2015 r. na temat kosztów wytwarzania energii z różnych źródeł na świecie znajdują się dane na temat kosztów produk-

⁷ ARENH – skrót od *L'Accès Régulé à l'Électricité Nucléaire Historique*. Zgodnie z tą zasadą EDF musi sprzedawać spółkom obrotu 25% wyprodukowanej przez siebie energii elektrycznej po cenie określonej w taryfie ustalonej przez francuski urząd regulacji energetyki CRE, a nie po cenie z rynku hurtowego.

⁸ Brak informacji na temat roku cen oraz czy są to nakłady w cenach stałych, czy cenach bieżących.

cji energii (LCOE⁹) we francuskich blokach EPR, które mają być uruchamiane seryjnie po 2030 r.¹⁰, a zatem przy założeniu niższych nakładów inwestycyjnych niż w przypadku prototypowego (FOAK¹¹) – co potwierdza również informacja o nakładach *overnight*¹² dla tych bloków na poziomie 5,067 mln USD₂₀₁₃/MW, czyli 3,806 mln EUR₂₀₁₄/MW. Tymczasem nakłady *overnight* na Flamanville-3 według ostatnich szacunków EDF wyniosą 10,5 mld EUR za 1630 MW netto, czyli 6,442 mln EUR/MW. Dla referencyjnych bloków EPR (czyli znacznie tańszych niż Flamanville-3) w raporcie NEA podano LCOE na poziomie 49,98 USD₂₀₁₃/MWh (w najtańszym wariantcie z kosztem kapitału WACC = 3%), czyli 37,53 EUR₂₀₁₄/MWh. Wydaje się niemożliwe, aby blok o nakładach wyższych o ok. 70% i czasie budowy dłuższym o 4 lata (11 lat dla Flamanville-3 *versus* 7 lat założone w raporcie NEA) był w stanie utrzymać LCOE w okolicach 40 EUR/MWh, nie tylko z powodu samego wzrostu nakładów inwestycyjnych, ale także dramatycznie rosnących kosztów obsługi zadłużenia IDC, spowodowanych kilkuletnim opóźnieniem w realizacji inwestycji. Dane zawarte w raporcie NEA są wiarygodne, gdyż wśród autorów publikacji znajdują się oficjalnie delegowani pracownicy EDF-u, Arevy, CEA i rządu francuskiego¹³.

Natomiast z punktu widzenia odbiorców model Exeltium póki co się nie sprawdził. Odbiorcy musieli zgromadzić duże środki na przedpłatę za zakup energii po cenie co prawda indeksowanej w stosunku do ceny na rynku hurtowym, ale jednak nie niższej. Nie osiągnęli żadnej premii z tytułu poniesienia dużych kosztów początkowych i zakupu znacznego wolumenu z góry (*up-front costs*). W perspektywie krótkoterminowej bardziej opłacałoby się kupować na bieżąco małe wolumeny energii na rynku po cenie sztucznie zaniżonej. **Jednakże ta negatywna ocena może ulec diametralnej zmianie**, jeżeli w średniej i długiej perspektywie dojdzie do zmian w funkcjonowaniu francuskiego rynku energii. Obecnie wdrażany tam model rynku mocy jest próbą napra-

wy sytuacji, w której ceny hurtowe oderwane są od kosztów wytwarzania nawet najtańszych Jednostek Wytwórczych (JW). Niskie ceny, utrzymujące się pomimo stopniowo zmniejszającej się rezerwy mocy w systemie oraz starzejącego się majątku wytwórczego i konieczności przeprowadzenia dużych remontów, powodują zaburzenie sygnałów dla inwestorów i stwarzają ryzyko braku mocy w systemie. Model Exeltium może stanowić dobre zabezpieczenie dla odbiorców przed koniecznością ponoszenia wysokich opłat na rzecz rynku mocy, które mają w pełni zrekompensować wytwórcom różnicę między hurtową ceną energii, a kosztami wytwarzania (w praktyce kosztami zmiennymi JW, zjawisko *missing money*), ale mogą też doprowadzić do uzyskiwania przez wytwórców nieuzasadnionych przychodów (ang. *windfall profits*), oczywiście kosztem odbiorców.

W tym miejscu należy zadać pytanie o możliwość wdrożenia rozwiązania podobnego do Exeltium w Polsce, w kontekście budowy pierwszej elektrowni jądrowej. Zdaniem Autorów byłoby to możliwe, ale doświadczenia francuskie wskazują, że model ten tylko częściowo spełnia swoją rolę. Jego główną słabością jest konstrukcja w oparciu o rynek energii, a ten z kolei jest bardzo mocno regulowany przez Komisję Europejską. Biorąc pod uwagę nowy projekt zmian w funkcjonowaniu europejskich rynków energii ogłoszony 30 listopada 2016 r. (tzw. Pakiet Zimowy) istnieje duże ryzyko, że KE mogłaby zaingerować w „polskie Exeltium” jeszcze bardziej niż w przypadku jego francuskiego pierwowzoru. Ponadto są też inne, choć znacznie mniej istotne, przeszkody na drodze do skopiowania Exeltium w Polsce:

1) Inna skala inwestycji, wpływ na rynek energii i konieczność osobnych uzgodnień z Komisją Europejską – blok we Flamanville to „zaledwie” 1630 MW netto, tymczasem pierwsza EJ przewidziana w ramach *Programu polskiej energetyki jądrowej* (PPEJ) to około 3000 MW netto, niemal dwa razy więcej. Elektrownia jądrowa o takiej mocy będzie produkowała rocznie ok. 23,65 TWh energii elektrycznej, co może wzbudzić zastrzeżenia Komisji Europejskiej (ze względu na znaczny wpływ na rynek energii) i spowodować konieczność otwarcia procedury uzgodnień z KE – podobnych, jak w przypadku Exeltium we Francji. Warto tu też zauważyć, że polski rynek energii w 2030 r. będzie około 2,5-krotnie mniejszy od francuskiego, zatem jedna EJ o takiej mocy będzie miała na niego potencjalnie większy wpływ niż blok Flamanville-3 na rynek francuski. Należy też dodać, że francuscy udziałowcy Exeltium kupują za pośrednictwem tej spółki tylko 1/3 zużywanej przez siebie energii elektrycznej. Z drugiej strony można jednak założyć, że poprzez Exeltium

⁹ LCOE – **L**evelised **C**ost **O**f **E**lectricity, w wolnym tłumaczeniu uśredniony jednostkowy koszt produkcji energii elektrycznej. Pojęcie LCOE jest szeroko wykorzystywane w literaturze zachodniej do porównań źródeł energii.

¹⁰ *Projected Costs of Generating Electricity 2015 Edition*, IEA-NEA OECD, Paryż 2015, s. 41, 49

¹¹ FOAK – **F**irst-**O**f-**A**-**K**ind, pierwszy z danego typu (modelu) bloków energetycznych. Rozróżnia się FOAK dla danego modelu reaktora w ogóle, oraz FOAK dla danego modelu reaktora w konkretnym kraju.

¹² Overnight – nakłady inwestycyjne bez kosztów IDC, objaśnionych wcześniej.

¹³ Dane liczbowe prezentowane w tym akapicie pochodzą ze strony WNA (<http://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx>) oraz z raportu IEA: *Projected Costs of Generating Electricity 2015 Edition*, IEA-NEA OECD, Paryż 2015. Ceny zostały zindeksowane na bazie danych Eurostat-u.

sfinansowano by tylko część planowanej inwestycji (np. 1 blok). Te wszystkie różnice z pewnością nie ujdą uwadze Komisji Europejskiej, choć – jak widać na przykładzie gazociągu OPAL – Komisja posiada zdolność zawieszania funkcjonowania prawa unijnego w przypadku inwestycji o znaczeniu geopolitycznym. Polski rząd mógłby zawioskować o podobne preferencje dla naszych elektrowni jądrowych.

- 2) Brak stabilnego otoczenia regulacyjnego, zarówno na poziomie krajowym, jak i europejskim. Niestabilne otoczenie na poziomie UE to przede wszystkim brak jasnej wizji co do przyszłego kształtu rynku energii w UE i brak jednej spójnej polityki przemysłowej. Wydaje się jednak, że w ostatnich miesiącach, wraz z ogłoszeniem projektu nowych aktów prawnych związanych z tzw. Pakietem Zimowym, otoczenie regulacyjne zaczyna zmierzać w przewidywalnym i jasno określonym kierunku. Nowe rozporządzenia i dyrektywy dotyczące rynku energii oraz próba synchronizacji krajowych polityk energetycznych będą stabilizować chaotyczne dotąd działania Komisji Europejskiej, które były jedynie reakcją na naciski państw członkowskich w celu naprawienia źle działających rynków energii. Problem nadal pozostają niepewne prognozy dotyczące cen uprawnień do emisji CO₂, regulacje środowiskowe dotyczące emisji zanieczyszczeń (choć ich kierunek jest jasny i przewidywalny, niepewność dotyczy jedynie skali dalszych ograniczeń i momentu ich wprowadzenia) i polityka w zakresie dotowania OZE. Natomiast na poziomie krajowym brakuje przede wszystkim konsekwentnie realizowanej przez kolejne rządy polityki energetycznej, która jednocześnie mogłaby choć w części kompensować niestabilne otoczenie na poziomie unijnym. Wydaje się, że ten problem znacznie niedługo zanikać na skutek działań samej Komisji Europejskiej, która poprzez Pakiet Zimowy wymusi na państwach, w tym na Polsce, ustalenie bardzo szczegółowej polityki energetycznej, która będzie musiała w jakimś stopniu być kompatybilna z polityką klimatyczną UE i której nie będzie można drastycznie zmieniać co kilka lat. Realizacja takiej polityki energetycznej przez kolejne rządy będzie stale monitorowana. Każdy zapis w takim dokumencie będzie podlegał konsultacjom z innymi państwami UE oraz z Komisją Europejską.
- 3) Brak zaufania odbiorców energii do państwa – jest to generalny problem, który dotyczy zwłaszcza prywatnych podmiotów i ma swoje źródło

w chaotycznej polityce gospodarczej (a w zasadzie braku spójnej i konsekwentnie realizowanej przez kolejne rządy polityki gospodarczej) ostatnich 25 lat. Wyraża się on szczególnie w braku zaufania inwestorów do organów władzy państwowej (zwłaszcza organów podatkowych), zupełnie odwrotnie niż w takich państwach jak Francja, Wielka Brytania czy Finlandia. Ewentualne wdrożenie modelu Exeltium w Polsce wymagałoby nie tylko długich negocjacji z odbiorcami energii, ale także zawarcia szeregu umów ze Skarbem Państwa, które będą zabezpieczały interesy odbiorców (zarówno prywatnych, jak i tych kontrolowanych przez Skarb Państwa) przed ewentualnymi przyszłymi decyzjami politycznymi, które mogłyby mieć negatywny wpływ na przedsięwzięcie, na przykład politycznie i ideologicznie motywowanymi decyzjami o zakazie budowy i dalszej eksploatacji elektrowni jądrowych (*casus* Austrii, Niemiec i Włoch)¹⁴.

- 4) Do pewnego stopnia przeszkodą mogą być także, uznawane za relatywnie wysokie, skumulowane nakłady inwestycyjne, szacowane na 40-60 mld zł na pierwszą polską EJ i prawdopodobnie 40-50 mld zł na kolejną¹⁵. Należy jednak zauważyć, że nie jest to kwota niemożliwa do zgromadzenia. W Polsce realizowane są inwestycje o podobnej, a nawet większej skali. Na przykład *Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2011-2015* kosztował 82,8 mld zł, z czego ok. 50% stanowiły środki krajowe, w tym środki pochodzące z budżetu państwa, natomiast kolejny *Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.)* przewiduje nakłady inwestycyjne przekraczające 168 mld zł, przy czym ze środków krajowych,

¹⁴ W Austrii w 1978 r. rząd podjął decyzję o wstrzymaniu rozruchu świeżo wybudowanej EJ Zwentendorf na skutek czysto politycznego referendum, którego celem było głównie wyrażenie wotum zaufania do rządu, podobnie było we Włoszech w czerwcu 2011 r. (referendum zorganizowane głównie w celu odwołania premiera Silvio Berlusconi). Z kolei w Niemczech decyzja o likwidacji energetyki jądrowej podjęta ostatecznie w marcu 2011 r. przez kanclerz Angelę Merkel również była pozbawiona podstaw z punktu widzenia gospodarki i bezpieczeństwa jądrowego, co przyznał na konferencji prasowej federalny minister środowiska Norbert Roettgen w maju 2011 r. Niemieckie przedsiębiorstwa eksploatujące EJ poniosły wielomiliardowe straty i zgłosiły do sądów roszczenia finansowe przeciwko rządowi.

¹⁵ Nakłady przyjęto za „Programem polskiej energetyki jądrowej”. Autorzy przewidują, że druga EJ będzie tańsza w budowie zarówno na skutek zmniejszenia ryzyka towarzyszącego realizacji prac budowlanych (EPC), jak i dzięki mniejszemu kosztowi kapitału (tańsze finansowanie dzięki ograniczeniu różnych rodzajów ryzyka towarzyszącego pierwszej inwestycji, czyli FOAK). Założenie to potwierdza raport PwC sporządzony dla rządu brytyjskiego *The fleet effect: The economic benefits of adopting a fleet approach to nuclear new build in the UK*, PwC 2012.

w tym z budżetu państwa, wydane zostanie ponad 120 mld zł. W przypadku budowy elektrowni jądrowych wydatki z budżetu państwa nie są niezbędne, jednak niektóre zobowiązania mogą być gwarantowane przez Skarb Państwa. Udzielone gwarancje nie są wydatkami budżetu centralnego, ale mają wpływ na wysokość wielu wskaźników, w tym na deficyt sektora finansów publicznych. Jednakże w budżecie co roku przewidywana jest pewna pula środków na gwarancje i poręczenia, zatem ewentualne gwarantowanie zobowiązań związanych z inwestycjami jądrowymi wpisywałoby się w rozwiązania już istniejące i stosowane, nie obciążając dodatkowo budżetu państwa. Należy też zwrócić uwagę, że w przypadku programów budowy dróg i autostrad nakłady inwestycyjne ponoszone są w ciągu ok. 10 lat, natomiast w przypadku całego Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (dwie EJ po 3000 MW każda) byłyby one rozłożone na 15-20 lat lub dłużej.

Podsumowując, wydaje się, że **mechanizm Exeltium, może być rozważany jako sposób finansowania PPEJ, ale raczej powinien on mieć charakter uzupełniający inny model lub modele.** Decyzja o jego ewentualnym wdrożeniu mogłaby zapaść po zakończeniu unijnego procesu legislacyjnego dotyczącego funkcjonowania rynków energii oraz po wejściu w życie ustawy o rynku mocy. **Do tego czasu należy jednak dokonać wyboru głównego sposobu finansowania PPEJ.**

Łukasz Sawicki,

– główny specjalista w Departamencie Energii Jądrowej Ministerstwa Energii, zajmuje się strategią Programu Polskiej Energetyki Jądrowej i zagadnieniami ekonomicznymi przemysłu jądrowego

dr Bożena Horbaczewska,

– adiunkt w Katedrze Ekonomii II Szkoły Głównej Handlowej, zajmuje się m.in. finansami przedsiębiorstw i rynkiem kapitałowym, Warszawa

Literatura:

- [1] France: electricity and heat for 2013, IEA/OECD [http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=FRANCE&product=electricity-andheat&year=2013]
- [2] http://www.exeltium.com/
- [3] http://www.societe.com/societe/exeltium-490299989.html
- [4] "Antitrust: EDF commitments to open French electricity market to competition made legally binding" [http://europa.eu/rapid/press-release_IP-10-290_en.htm?locale=en]
- [5] Streszczenie decyzji Komisji z dnia 17 marca 2010 r. dotyczącej postępowania przewidzianego w art. 102 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej oraz w art. 54 Porozumienia EOG (Sprawa COMP/39.386–Umowy długoterminowe Francja), C(2010) 1580 [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1439992538223&uri=CELEX:52010XC0522%2801%29]
- [6] http://ec.europa.eu/competition/elojade/isef/case_details.cfm?proc_code=1_39386Rating
- [7] Action: Moody's assigns ratings to Exeltium S.A.S., Global Credit Research - 14 Aug 2015, Moody's Investors Service [https://www.moody.com/research/Moodys-assigns-ratings-to-Exeltium-SAS--PR_332169]
- [8] French Power Transaction Exeltium S.A.S. Senior Secured Debt Assigned 'BBB-' Rating, Standard&Poor's Global Credit Portal [http://www.exeltium.com/download/juin-2010-notation/]
- [9] France-Based Power Project Exeltium's Refinancing Debt Assigned Preliminary 'BBB' Rating; Outlook Stable, Standard&Poor's Ratings Services, April 22, 2015 [http://www.exeltium.com/download/public-rating-sp_-refinancing_-22042015/]
- [10] http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-07-21/edf-cuts-power-prices-for-french-industry-s-biggest-users
- [11] Nuclear power in France, World Nuclear Association [http://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx]
- [12] Projected Costs of Generating Electricity 2015 Edition, IEA-NEA OECD, Paryż 2015
- [13] https://clients.rte-france.com/lang/fr/clients_consommateurs/services_clients/dispositif_arenh.jsp
- [14] http://www.gtreview.com/news/europe/frances-exeltium-gets-e1-4bn-refinancing/ CPI Inflation Calculator, US Department of Labor: http://www.bls.gov/data/inflation_calculator.html
- [15] Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2011-2015 [http://mib.gov.pl/2-program_budowy_drog_krajowych.htm]
- [16] Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.) [http://mib.gov.pl/2-program_budowy_drog_krajowych.htm]

PRACA REAKTORA BADAWCZEGO MARIA W 2017 ROKU

Research reactor MARIA operation in 2017

Andrzej Gołąb

Streszczenie: 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. W artykule opisano parametry techniczne reaktora i charakterystykę jego pracy w 2017 r.

Abstract: The MARIA high-flux research reactor operated at the National Centre for Nuclear Research at Swierk (Poland) is used for targets irradiation and to run physical experiments. The technical parameters of the reactor and characteristics of its operation are described.

Słowa kluczowe: reaktor MARIA, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, eksploatacja reaktora MARIA w 2017 r.

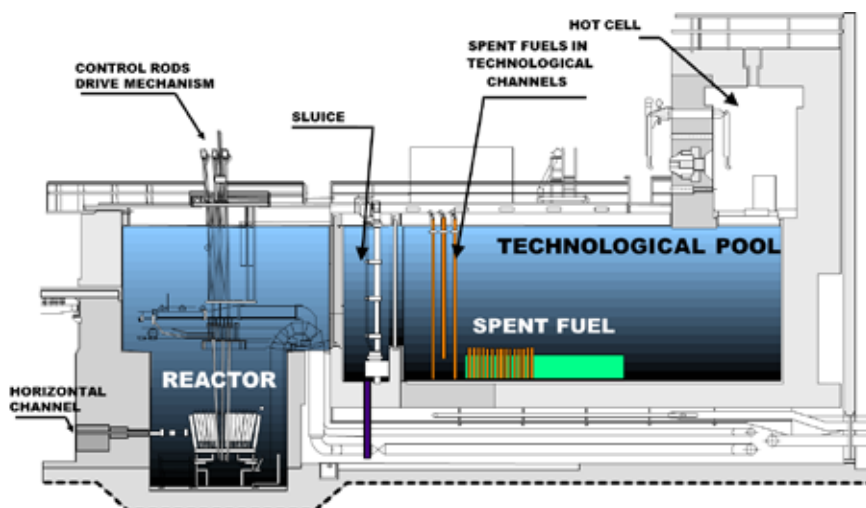
Keywords: MARIA reactor, National Centre for Nuclear Research, operation of MARIA reactor in 2017.

Wysokostrumieniowy reaktor badawczy MARIA, eksploatowany w Narodowym Centrum Badań Jądrowych 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 - zwykła woda (H₂O) i beryl

- reflektor - grafit
- element paliwowy typu MC-5:
 - materiał: krzemek uranu w dyspersji z aluminium (U₃Si₂-Al)
 - wzbogacenie: 19,75%
 - koszulka: aluminium (Al)
 - kształt: 5 koncentrycznych rur paliwowych
 - długość: 1000 mm

Na rys.1 przedstawiono przekrój poziomy basenów reaktora.



Rys.1. Przekrój poziomy basenów reaktora MARIA

Fig. 2. Cross section of the MARIA reactor pools

W roku 2017 reaktor przepracował łącznie 4933 godzin na mocy cieplnej od 18 do 25 MW, co przedstawiono na załączonym zestawieniu (rys.2). Eksploatacja reaktora dostosowana była w szczególności do zapotrzebowania na napromienianie płytek ura-

nowych do produkcji molibdenu (Mo-99) dla amerykańskiej firmy Curium (dawniej Mallinckrodt Pharmaceuticals) oraz do zapotrzebowania Ośrodka Radioizotopów POLATOM i Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej na napromienianie materiałów tarczowych.

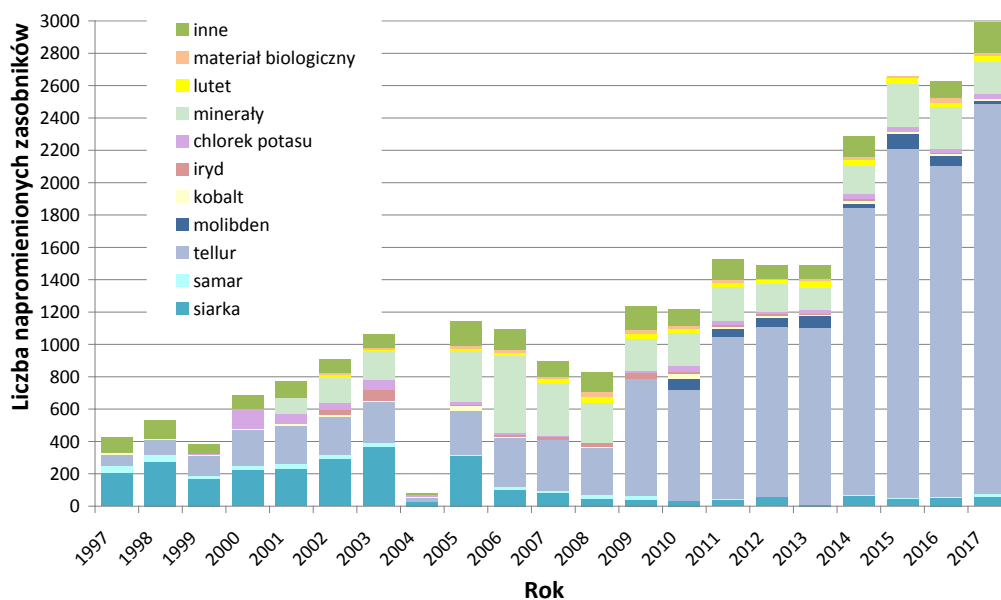


Rys. 2. Zestawienie pracy reaktora MARIA w 2017 r.

Fig. 2. MARIA reactor operation diagram in 2017

Napromieniania dotyczyły głównie takich materiałów tarczowych jak: dwutlenek telluru (do produkcji jodu-131), siarka (do produkcji fosforu-32), chlorek potasu (do produkcji siarki-35), iryd, bromek potasu, związki samaru, lutet, iterb, lantan, miedź, kobalt, próbki materiałów alkalicznych, biologicznych i geo-

logicznych. Całkowita aktywność napromienionych materiałów wyniosła ok. 1415 TBq oraz 2337 TBq dla molibdenu-99. Wykaz napromienianych materiałów tarczowych w reaktorze MARIA, w postaci liczby załadowanych zasobników przedstawiono na załączonym zestawieniu (rys.3).

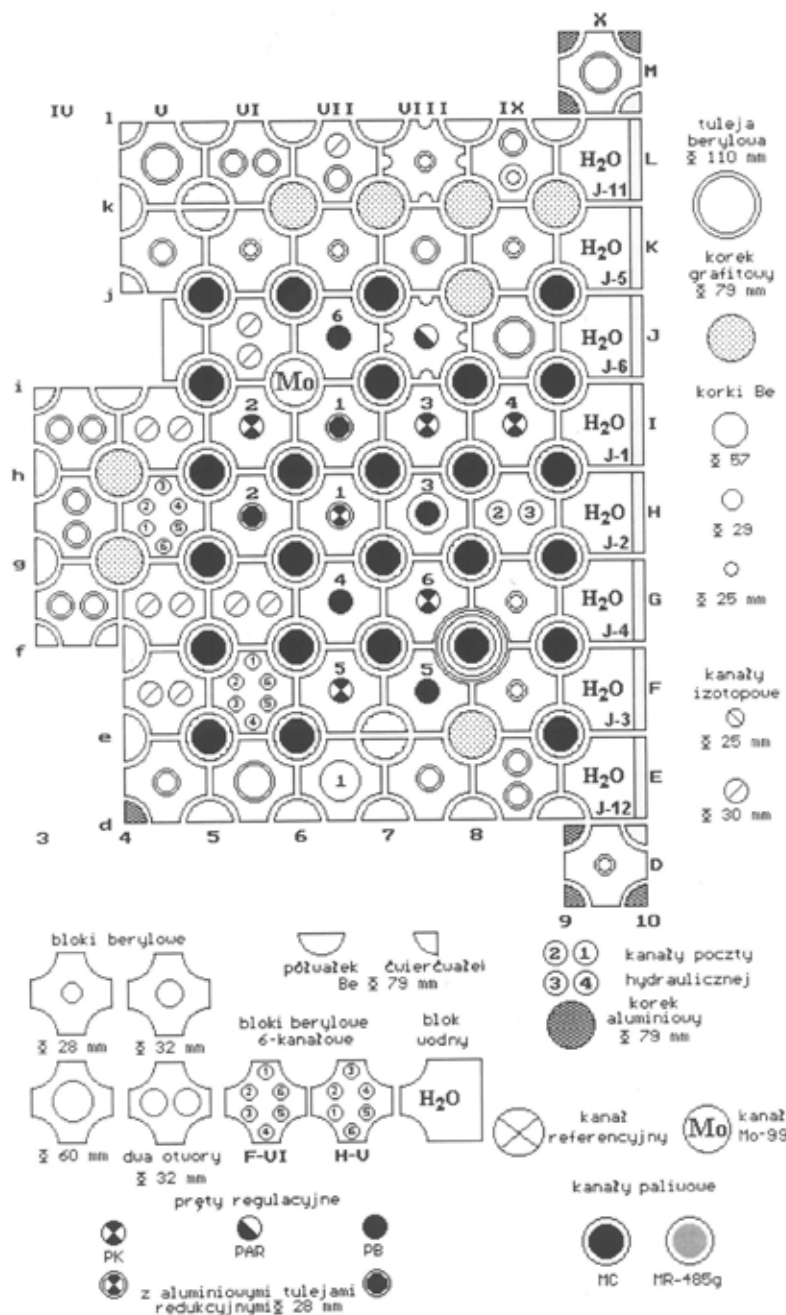


Rys. 3. Wykaz napromienionych materiałów tarczowych reaktorze MARIA w 2017 r. Widoczne na wykresie obniżenie produkcji materiałów tarczowych w 2004 r. spowodowane było ograniczeniem godzin pracy reaktora z powodu braku paliwa jądrowego

Fig. 3. List of irradiated targets in MARIA reactor in 2017. Decreased number of irradiated targets in 2004 was caused by limited operational hours due to lack of nuclear fuel

Ponadto w 2017 r. prowadzono napromienianie minerałów, w czterech specjalnych stanowiskach, co wymagało stosowania „nietypowej” konfigura-

cji rdzenia reaktora z ośmioma blokami wodnymi zawierającymi filtr, modelujący widmo neutronów (rys.4).



Rys. 4. Konfiguracja rdzenia reaktora MARIA w grudniu 2017 r.
Fig. 4. MARIA reactor core configuration in December 2017

W ubiegłym roku kontynuowano komercyjne napromienianie płytek uranowych służących do produkcji molibdenu (Mo-99), który to izotop ulega przemianie w technet (Tc-99m), będący najbardziej powszechnym na świecie radiofarmaceutykiem stosowanym w diagnostyce medycznej. Wymienione wyżej płytki uranowe napromieniano w 5 cyklach pracy reaktora, w tym w 4 cyklach napromieniano płytki wysokowzbogacone (o wzbogaceniu 98% w uran U-235), a w jednym cyklu płytki niskowzbogacone (o wzbogaceniu 19,75% w uran U-235). Napromienianie płytek prowadzone jest w tzw. kanałach molibdenowych, których konstrukcja jest identyczna jak kanałów pali-

wowych. Napromienianie realizowane jest w dwóch gniazdach i-6 i f-7 rdzenia reaktora (rys. 4), w czasie pięciu wydłużonych (tzw. molibdenowych) cykli pracy reaktora do 120 godz., na mocy ok. 25 MW.

W roku ubiegłym kontynuowane były prace, w ramach współpracy z amerykańską firmą NorthWest Medical Isotopes, których celem jest realizacja eksperymentu napromieniania i przetwarzania nowego typu tarcz uranowych, w postaci mikrosfer UO_2 . Prace te prowadzone są we współpracy z Zakładem Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, który odpowiedzialny jest za proces przetwarzania napromienionych tarcz. Pierwsze testowe napromienianie i przerób tego

typu tarcz przeprowadzono w trzecim kwartale 2017 r. Test wypadł pozytywnie i potwierdził możliwości komercyjnego napromieniania i przerobu tarcz w postaci mikrosfer UO_2 w Ośrodku Jądrowym w Świerku.

W pierwszym kwartale 2017 r. zakończono badania, na wiązkach neutronów wyprowadzanych z kanałów poziomych reaktora, prowadzone przez Środowiskowe Laboratorium Neutronografii. Kanały poziome zostały zamknięte i przystąpiono do usuwania aparatury i osłon biologicznych z hali fizycznej reaktora. Celem tych prac było przygotowanie hali fizycznej reaktora do przeprowadzenia jej modernizacji, która umożliwi zainstalowanie, na wylocie kanałów poziomych reaktora, wysokiej klasy aparatury badawczej, pozyskanej z wyłączonego z eksploatacji reaktora w niemieckim instytucie badawczym Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB). Modernizacja dotyczyć będzie głównie wykonania nowej posadzki oraz układów technologicznych takich jak: układy wentylacji, kontroli dozymetrycznej, instalacji sprężonego powietrza itp.

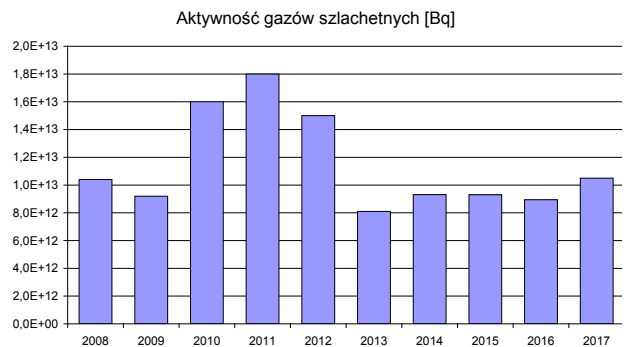
W ubiegłym roku prowadzono również prace modernizacyjne, w pomieszczeniu technologicznym na wylocie kanału poziomego H2 oraz w pomieszczeniu sąsiednim. Kanał H2 został wyłączony z eksploatacji wiele lat temu, kiedy instalowano w reaktorze stanowisko badawczo-modelowe elektrowni jądrowej (SBMEJ). Po rezygnacji z kontynuowania budowy tego stanowiska, postanowiono reaktywować kanał poziomy H2 i przystosować go do wyprowadzenia wiązki neutronów epitermicznych.

Przez cały ubiegły rok eksploatowane było tylko paliwo typu MC-5, wyprodukowane przez francuską firmę AREVA. Jest to paliwo 5-rurowe, zawierające 485 g uranu o wzbogaceniu 19,75% w izotop U-235, a więc paliwo niskowz bogaczone. Paliwo to jest bardzo dobrej jakości i dzięki temu, możliwe jest jego głębsze wypalanie, przewyższające 55%, co zdecydowanie podnosi efektywność ekonomiczną stosowania tego paliwa.

Wypalone elementy paliwowe, po wyjęciu z rdzenia reaktora, schładzane są w basenie przechowawczym reaktora, gdzie poddawane są systematycznej kontroli uwolnień produktów rozszczepienia, do wody chłodzącej. W ramach tej kontroli (tzw. sipping test) wykonywane są pomiary poziomów aktywności produktów rozszczepienia uwalnianych z tych elementów do wody, w tym głównie Cs-137. Na podstawie spektrometrycznych pomiarów aktywności produktów rozszczepień, oceniana jest szczelność wypalonych elementów paliwowych. Dotychczasowe pomiary wykazują dobry stan koszulek wypalonych elementów paliwowych, przechowywanych w basenie przechowawczym reaktora. Tylko w przypadku dwóch prototypowych elementów paliwowych MC001 i MC002 firmy AREVA zaobserwowano wzrost uwolnienia Cs-137, co wskazuje na pogorszenie stanu koszulek tych elementów. Oba elementy zamknięte są w osobnych kapsułach i systematycznie monitorowane.

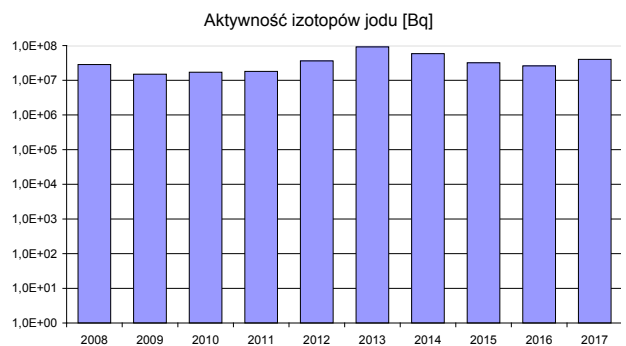
Reaktor badawczy MARIA jest w sposób ciągły monitorowany, pod względem uwolnień produktów radioaktywnych do środowiska, a poziomy uwolnień do atmosfery przedstawiono na rys. 5 i 6 i wynosiły one:

- emisja gazów szlachetnych (głównie Ar-41) – 1×10^{13} Bq, co stanowiło 1% limitu uwolnień,
- emisja jodów – 4×10^7 Bq, co stanowiło 0,8% rocznego limitu uwolnień.



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

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



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

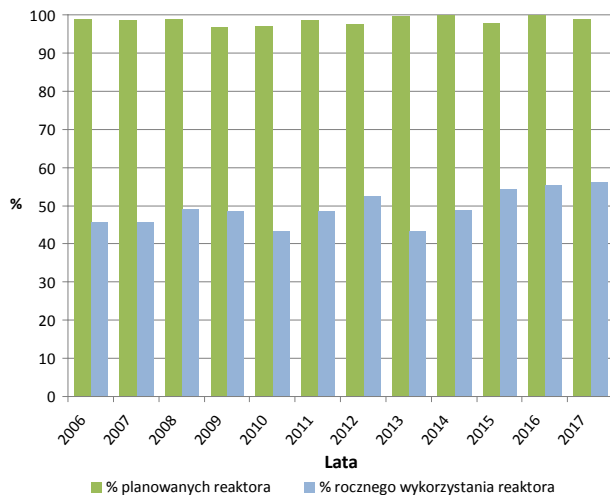
Fig. 6. Yearly iodines emission from MARIA reactor during the last 10 years

W 2017 r. 104 pracowników reaktora otrzymało dawkę mierzalną na całe ciało (Hp-10) zawierającą się w granicach $0,1 \div 2,55$ mSv, a 8 pracowników otrzymało dawkę mierzalną na skórę (Hp-0,07) w granicach $1,01 \div 2,08$ mSv, przy granicach dopuszczalnych wynoszących odpowiednio 20 i 500 mSv.

W 2017 r. wystąpiły trzy przerwy w pracy reaktora MARIA, w tym jedna powodująca konieczność skrócenia cyklu pracy. Przerwa ta spowodowana była niesprawnością w torze pomiaru poziomu wody w stabilizatorze ciśnienia. 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 nieplanowanych wyłączeń w 2017 r. (A_1), który wyniósł 99,1%,

(2) stosunek liczby godzin pracy reaktora do liczby godzin w 2017 r. (A_2) wynoszący 56,3%.



Rys. 7. Roczne wskaźniki pracy reaktora MARIA

Fig. 7. Yearly indicators of reactor MARIA operation

Z istotnych prac modernizacyjnych wykonanych w reaktorze w 2017 r., wymienić należy modernizację układu pomiaru temperatur wody chłodzącej kanały paliwowe. Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) i przy jej udziale finansowym, w dniach od 28 lipca do 22 września 2017 r., przeprowadzono modernizację układu pomiarowego, mierzącego temperatury wyjściowe z indywidualnych kanałów paliwowych reaktora MARIA oraz układu pomiarowego mierzącego temperaturę globalną wejściową (1T1). Celem tej modernizacji jest umożliwienie włączenia sygnałów pomiaru temperatur w kanałach paliwowych, w układ zabezpieczeń reaktora, co poprawi bezpieczeństwo jego eksploatacji. Prace przebiegały zgodnie z dokumentem „Projekt techniczny modernizacji układów pomiarowych temperatury w obiegu pierwotnym reaktora Maria” nr W-0416A. Zrealizowano, ujęty w ww. projekcie technicznym montaż: 30 indywidualnych kanałów pomiarowych obejmujących kanały paliwowe: e-5÷e-9; f-5÷f-9; g-5÷g-9; h-5÷h-9, i-5÷i-9; j-5÷j-7; j-9; k-7 (rys.4). W układzie pomiaru temperatur wyjściowych zainstalowano łącznie: 120 szt. termometrów typu PT-100, 90 szt. przetworników temperatury typu TMT-112, 90 szt. układów progowych typu RMA-42, oraz 270 szt. przekaźników wykonawczych. Zmiany w torze pomiarowym 1T1 dotyczyły instalacji 3 termometrów dwupołkowych PT-100 na kolektorze tłocznym, instalację 6 szt. przetworników TMT-112, 6 szt. układów progowych RMA42, oraz 18 szt. przekaźników wykonawczych. W ramach modernizacji utworzona została zmodyfikowana wersja programu, zbierania danych i wizualizacji, SAREMA. Obecnie system znajduje się w fazie testowania i nie został jeszcze wprowadzony do układu zabezpieczeń reaktora. Docelowo, układ ma zapewnić zabezpieczenie od przekroczenia różnicy temperatur wody chłodzącej w kanałach paliwowych,

poprzez generację sygnału wyłączenia (SCRAM), od sygnałów pracujących w logice 2 z 3.

Ponadto, w ramach prac modernizacyjnych, w układzie awaryjnego zasilania w energię elektryczną reaktora, zainstalowano 2 nowe awaryjne agregaty Diesla serii Herkules (typ D/IA-275P), wyprodukowane przez firmę FPT-IVECO (Grupa Fiat), a zakup współfinansowany był przez Ministerstwo Energii (fot.1). Agregaty te, charakteryzują się możliwością bezzwłocznego obciążenia pełną mocą. Stanowi to dużą zaletę w porównaniu do starych agregatów, dla których czas konieczny do ich obciążenia pełną mocą wynosił ok. 20 minut.



Fot. 1. Widok nowych awaryjnych agregatów Diesla

Photo 1. View of new Diesel back-up power generators

W celu zwiększenia możliwości napromieniania tarcz, w kanałach pionowych reaktora, w 2017 r. zainstalowano w rdzeniu reaktora nowy, sześciokanałowy blok berylowy. Blok ten został zainstalowany w pozycji H-V, w miejsce bloku dwukanałowego (rys. 4).

W roku ubiegłym przeprowadzono istotną modernizację systemu ochrony fizycznej reaktora, a mianowicie: unowocześniono system kamer, wprowadzono nowy system stref dostępu do poszczególnych rejonów w obiekcie reaktora oraz zainstalowano układ zliczania osób przebywających w hali reaktora. Szczególnie ta ostatnia zmiana jest ważna, gdyż umożliwia kontrolę stanu osobowego w sytuacjach awaryjnych.

W ramach upowszechniania wiedzy o atomistyce w 2017 r., reaktor MARIA zwiedziło ok. 7000 uczniów szkół średnich i studentów uczelni wyższych z terenu całej Polski. Dla niektórych grup studenckich organizowano również ćwiczenia praktyczne z zakresu fizyki reaktorowej i ochrony przed promieniowaniem jonizującym.

Podsumowując, należy stwierdzić, że praca reaktora MARIA w 2017 r. przebiegała bez większych zakłóceń, potwierdzając jego dobrą dyspozycyjność oraz spełnienie warunków bezpiecznej eksploatacji.

mgr inż. Andrzej Gołąb,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Świerk

PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI WCZORAJ I DZIŚ

National Atomic Energy Agency - past and present

Andrzej Furtek

Streszczenie: 27 lutego br. minęła 36 rocznica utworzenia Państwowej Agencji Atomistyki (PAA) – urzędu odpowiedzialnego w Polsce za nadzór i kontrolę w sprawach wykorzystania energii atomowej, w tym za nadzór nad bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną.

Początki planów dotyczących przemysłowego wykorzystania energii jądrowej w Polsce można datować na rok 1956. Wtedy utworzono urząd Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej z organem doradczym pod nazwą Państwowa Rada ds. Wykorzystania Energii Atomowej. Urząd Pełnomocnika został w 1973 r. zastąpiony Urzędem Energii Atomowej. Od roku 1976 sprawami atomistyki zajmowało się Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej. Lata 1981-1982 to okres funkcjonowania Pełnomocnika Rządu ds. Atomistyki. Ostatecznie w 1982 r. powołano Państwową Agencję Atomistyki.

W artykule przedstawiono krótki rys historyczny i przedstawiono PAA jako nowoczesny dozór jądrowy, przygotowany do pełnienia funkcji dozorowych dla rozwijanej w Polsce energetyki jądrowej.

Abstract: February 27th this year marks 36th the anniversary of the establishment of the National Atomic Energy Agency (PAA) - the office responsible for supervision and control of matters of the use of nuclear energy in Poland, including the supervision of nuclear safety and radiological protection.

The beginnings of plans for the industrial use of nuclear energy in Poland can be dated back to 1956. At that time, the office of the Government Plenipotentiary for the Use of Nuclear Energy was created with an advisory body under the name State Council for the Use of Atomic Energy. The Office of the Plenipotentiary was replaced in 1973 by the Atomic Energy Office. Since 1976, the Ministry of Energy and Atomic Energy has been involved in atomic matters. 1981-1982 was the period of functioning of the Government Plenipotentiary for Atomic Energy. Finally, in 1982, the National Atomic Energy Agency was established.

The article presents a historical sketch and the PAA as a modern nuclear regulator, well prepared to perform regulatory functions for the nuclear power developed in Poland.

Słowa kluczowe: Państwowa Agencja Atomistyki, atomistyka, pełnomocnik rządu, energia atomowa, dozór jądrowy, pokojowe wykorzystanie energii jądrowej.

Keywords: National Atomic Energy Agency, atomism, government plenipotentiary, atomic energy, nuclear regulatory body, peaceful use of nuclear Energy.

Wstęp

27 lutego minęła kolejna rocznica utworzenia urzędu odpowiedzialnego za sprawy bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce – Państwowej Agencji Atomistyki (PAA).

Początki planów dotyczących przemysłowego wykorzystania energii jądrowej w Polsce można datować na rok 1956. Wtedy utworzono urząd Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej z organem doradczym pod nazwą Państwowa Rada ds. Wykorzystania Energii Atomowej. Urząd Pełnomocnika został w 1973 r. zastąpiony Urzędem Energii Atomowej. Od roku 1976 sprawami atomistyki zajmowało się Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej. Lata 1981-1982 to okres funkcjonowania Pełnomocnika Rządu ds. Atomistyki. Ostatecznie w 1982 r. powołano Państwową Agencję Atomistyki.

Celem artykułu jest przedstawienie rysu historycznego i zaprezentowanie PAA jako nowoczesnego dozoru jądrowego, przygotowanego do pełnienia funkcji dozorowych dla rozwijanej w Polsce energetyki jądrowej.

Początki — poprzednicy PAA

Uchwałą Prezydium Rządu nr 419/55 z 4 czerwca 1955 r. utworzono Instytutu Badań Jądrowych (IBJ), podporządkowany Polskiej Akademii Nauk (PAN), z ośrodkami badań jądrowych w Świerku koło Otwocka, w Warszawie na Żeraniu (głównie badania chemiczne), oraz w Bronowicach pod Krakowem. Kilka miesięcy później zatwierdzono projekt budowy pierwszego polskiego reaktora doświadczalnego w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku. Plany te sfinalizowano 14 czerwca 1958¹ r. uruchomieniem pierwszego w Polsce doświadczalnego reaktora jądrowego „EWA – Eksperymentalny-Wodny-Atomowy”²

¹ Budowa reaktora EWA rozpoczęła się wiosną 1956 r.

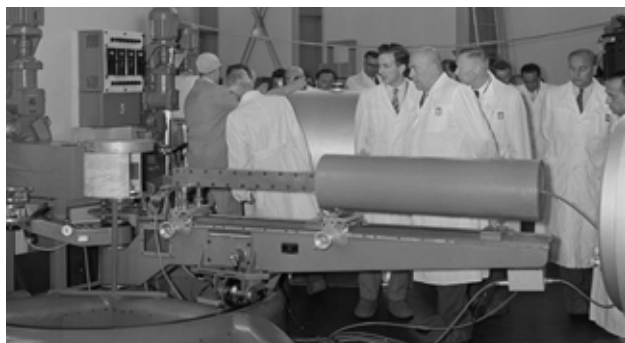
² W Archiwum Polskiego Radia zachowała się relacja z tego wydarzenia. Symbolicznego uruchomienia reaktora EWA w Świerku dokonał premier rządu PRL, Józef Cyrankiewicz. Witał go pełnomocnik ds. energii jądrowej, Wilhelm Billig. – „Towarzyszu premierze! Uruchomienie pierwszego polskiego reaktora atomowego posiada pierwszorzędne znaczenie dla rozwoju atomistyki, co więcej ma nie-małe znaczenie dla rozwoju nauki i postępu technicznego. Naukowcy ze Świerku czekają z niecierpliwością na strumień neutronów z reaktora, czekają na sygnał towarzysza premiera, który go uruchomi”.

Uchwałą Sekretariatu Naukowego Prezydium PAN z 15 czerwca 1955 r. został powołany do życia Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej przy Prezydium PAN, któremu powierzono planowanie i koordynację prac badawczych w dziedzinie nauki i techniki nuklearnej oraz współdziałanie w organizowaniu szkolenia odpowiednich specjalistów. Szybko jednak okazało się, że zarówno IBJ, jak i Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej jako organy PAN nie są w stanie koordynować całokształtu prac związanych z zastosowaniem energii jądrowej, zwłaszcza w wymiarze międzyresortowym, gdyż nie mają odpowiedniego instrumentarium prawnego i wystarczających kompetencji³. Brak było struktur państwowych, które mogłyby koordynować tego typu działalność naukową. W związku z tym 6 lipca 1956 r. powołano urząd Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej oraz podporządkowano mu Państwową Radę ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej.



Fot. 1. Budowa reaktora EWA (Źródło: NCBJ)

Photo 1. Construction of the EWA reactor (Source: NCBJ)



Fot. 2. 14.06.1958 r. – Uruchomienie reaktora EWA w Instytucie Badań Jądrowych. W uroczystości bierze udział premier Józef Cyrankiewicz (Źródło: PAP/CAF)

Photo 2. 06/14/1958 – Starting-up the EWA reactor at the Institute of Nuclear Research. Prime Minister Józef Cyrankiewicz takes part in the ceremony (Source: PAP/CAF)

Zgodnie z uchwałą Prezydium Rządu z dnia 11 lipca 1956 r. Pełnomocnikiem został Wilhelm Billig do 1968 r. – wcześniejszy wiceminister w Ministerstwie Poczty i Telegrafów oraz Ministerstwie Łączności. Jego zastępcą był stypendysta Ministerstwa Szkół Wyższych i Nauki – Jerzy

Metera. W roku 1963 stanowisko zastępcy pełnił już Jerzy Auerbach, absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej. W roku 1970 stanowisko to objął dr inż. Jan Felicki. Sprawował tę funkcję do roku 1973 – do chwili likwidacji urzędu.

Głównym zadaniem postawionym przed nowymi organami (Pełnomocnikiem i Radą) było „koordynowanie prac organizacyjno-administracyjnych w zakresie nauki i techniki jądrowej”, gdy tymczasem koordynację działań w sferze czysto naukowej pozostawiono w gestii Komitetu ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej. Tym samym zwierzchność urzędu pełnomocnika i rady wobec IBJ i innych mniejszych placówek badawczych sprowadzała się wyłącznie do kwestii finansowych i inwestycyjnych.⁴

Urząd Pełnomocnika, na podstawie ustawy z dnia 12 kwietnia 1973 r.⁵ został zastąpiony Urzędem Energii Atomowej (UEA) i w tej formie funkcjonował do 1976 r. Siedziba UEA mieściła się na 18 piętrze Pałacu Kultury i Nauki.

Ustawą z dnia 27 marca 1976 r. Urząd Energii Atomowej został zlikwidowany, a spawy „atomistyki” włączone zostały w zakres kompetencji do nowo tworzonego Ministerstwa Energetyki i Energii Atomowej ulokowanego na ul. Mysiej⁶.

67

U S T A W A

z dnia 27 marca 1973 r.

w sprawie urzędu Ministra Energetyki i Energii Atomowej,

Art. 1. Tworzy się urząd Ministra Energetyki i Energii Atomowej.

Art. 2. 1. Do zakresu działania Ministra Energetyki i Energii Atomowej należą sprawy: wytwarzania energii elektrycznej i cieplej, wykorzystania energii atomowej w gospodarstwie narodowym, kopalnictwa węgla brunatnego oraz dóbr technologicznych.

2. Minister Energetyki i Energii Atomowej sprawuje nadzór nad Urzędem Dóbr Technologicznych.

Dziennik Ustaw Nr 12

— 122 —

Pos. 67

3. Rada Ministrów określi w drodze rozporządzenia szczegółowy zakres działania Ministra Energetyki i Energii Atomowej oraz nada statut Ministerstwu.

Art. 3. 1. Znosi się Urząd Energii Atomowej.

2. Sprawy należące dotychczas do właściwości Urzędu Energii Atomowej i Prezesa Urzędu Energii Atomowej przechodzą do właściwości Ministra Energetyki i Energii Atomowej.

Art. 4. Rada Ministrów określi w drodze rozporządzenia zakres wydawania i ustawy z dnia 30 maja 1962 r. w gospodarstwie państwowo-energetycznym (Dz. U. Nr 22, poz. 159 i z 1971 r. Nr 12, poz. 119), które przechodzą do zakresu działania Ministra Energetyki i Energii Atomowej, Ministra Górnictwa oraz Ministra Gospodarki Materiałowej.

Art. 5. Treść moc ustawy z dnia 12 kwietnia 1973 r. w sprawie Urzędu Energii Atomowej (Dz. U. Nr 22, poz. 46).

Art. 6. Ustawa wchodzi w życie z dniem uchwalenia.

Przewodniczący Rady Państwa: M. Jabłoński
Sekretarz Rady Państwa: L. Szanek

Fot. 3. Ustawa znosząca Urząd Energii Atomowej (Źródło: archiwum Sejmowe)

Photo 3. Act abolishing the Atomic Energy Authority (Source: Parliament archive)

Kolejna reorganizacja była związana z decyzją Sejmu z dnia 3 lipca 1981 r., kiedy to podczas uchwalania ustawy o utworzeniu urzędu Ministra Górnictwa i Energetyki⁷ w jej tekście umieszczono zapisy:

⁴ Stopniowy rozwój polskiej atomistyki powodował u władz PRL obawy o to, że występująca dotychczas jedynie w charakterze importera myśli i rozwiązań technologicznych nauka polska stać się może interesująca dla obcych ośrodków wywiadowczych. W 1964 r. w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych zapadła decyzja o roztoczeniu „opieki operacyjnej” nad placówkami naukowymi związanymi z szeroko rozumianą atomistyką.

⁵ Dz.U. 1973 nr 12 poz. 88

⁶ <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19760120067/O/D19760067.pdf>

⁷ Dz.U. 1981 nr 17 poz. 77

³ Mirosław Sikora, IPN Katowice „ATOM” Nukleonika polska z perspektywy SB w 1964 r.

„Art. 6.

1. Znosi się urzędy Ministra Górnictwa oraz Ministra Energetyki i Energii Atomowej.

2. Sprawy należące do zakresu działania – Ministra Górnictwa oraz Ministra Energetyki i Energii Atomowej z wyłączeniem spraw energii atomowej⁸ przechodzą do zakresu działania Ministra Górnictwa i Energetyki”.

Po utworzeniu nowego resortu „atomistyka” za-wisła zatem w próżni, ponieważ zniknął państwowy organ kompetentny w zakresie spraw związanych z „atomistyką”.

Od lipca 1981 r. do lutego 1982 r. sprawami energii atomowej zajmował się tymczasowo powołany Pełnomocnik Rządu ds. Atomistyki (prof. Jerzy Minczewski), który 31 lipca 1981 r. złożył na ręce Podsekretarza Stanu w URM⁹, wstępny projekt ustawy dotyczącej utworzenia urzędu ds. atomistyki, a w terminie późniejszym przekazał komplet dokumentów zawierający projekty:

- Ustawy o utworzeniu **Państwowego Komitetu Atomistyki** (to była sugerowana nazwa), a także
- Rozporządzenia Prezesa RM w sprawie zakresu działania tego urzędu i jego statutu.

Ustawę o utworzeniu **Państwowej Agencji Atomistyki** Sejm PRL przyjął 27 lutego 1982 r.¹⁰. Pod koniec marca Pełnomocnik Rządu ds. Atomistyki opracował projekty Rozporządzenia RM w sprawie szczegółowego zakresu działania PAA oraz Uchwały RM w sprawie nadania statutu PAA, którym nadano dalszy bieg.

27 kwietnia 1982 r. Rada Ministrów podjęła Uchwałę Nr 74/82 w sprawie nadania statutu PAA, ustalając strukturę organizacyjną Agencji i podległe jej jednostki.¹¹



Fot. 4. Fragment ustawy o utworzeniu Państwowej Agencji Atomistyki (Zródło: archiwum Sejmu)

Photo 4. Part of the act on the establishment of the National Atomic Energy Agency (Source: Parliament archive)

W nowo utworzonej i będącej w fazie organizacji Agencji, funkcję kierowniczą powierzono prof. Jerzemu Minczewskiemu.

⁸ Podkreślenie autora

⁹ Funkcję tę pełnił prof. Zygmunt Rybicki, w latach 1969–1980 rektor Uniwersytetu Warszawskiego.

¹⁰ <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19820070064/O/D19820064.pdf>

¹¹ Ze wspomnień prof. Jerzego Chmielewskiego <http://chmielurki.pl/category/atom/>

PAA wczoraj...

Przepisy prawne regulujące działalność PAA, a także zagadnienia nadzoru nad bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną w Polsce zostały zebrane w ustawie Prawo atomowe, która po raz pierwszy weszła w życie w 1986 r.

Rada Ministrów nadała statut Państwowej Agencji Atomistyki, która była podległa bezpośrednio Prezesowi Rady Ministrów.

Tabela 1. Chronologiczny wykaz prezesów Państwowej Agencji Atomistyki
Table 1. Chronological list of presidents of the National Atomic Energy Agency

Imię i nazwisko	Stanowisko	Czas pełnienia funkcji	Powołany przez PRM
dr Mieczysław Sowiński	prezes	27.06.1982 - 15.12.1989	Wojciecha Jaruzelskiego
prof. dr hab. Roman Żelazny	prezes	15.12.1989 - 05.12.1991	Tadeusza Mazowieckiego
mgr inż. Andrzej Janikowski	p.o. prezesa (wiceprezes)	05.12.1991 - 20.08.1992	Krzysztofa Bieleckiego
prof. dr hab. Jerzy Niewodniczański	prezes	21.08.1992 - 20.02.2009	Hannę Suchocką
prof. dr hab. Michael Waligórski	prezes	20.02.2009 - 13.01.2010	Donalda Tuska
mgr inż. Janusz Włodarski	prezes	01.01.2011 - 24.03.2016	Donalda Tuska

...i dziś

mgr inż. Andrzej Przybycin	p. o. prezesa prezes	31.03.2016 - 12.03.2018 13.03.2018 - obecnie	Beatę Szydło Mateusza Morawieckiego
----------------------------	-------------------------	---	--

(Zródło: opracowanie własne)

Znowelizowana ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. ustanowiła Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki centralnym organem administracji rządowej właściwym w sprawach bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej¹². Zgodnie z art. 112 ust.1 ustawy Prawo atomowe Prezes PAA wykonuje swoje zadania przy pomocy Państwowej Agencji Atomistyki.

Od 1 stycznia 2002 r. nadzór nad Prezesem Państwowej Agencji Atomistyki sprawuje minister właściwy do spraw środowiska. Prezesa PAA powołuje Prezes Rady Ministrów na wniosek Ministra Środowiska.

Minister właściwy ds. środowiska w drodze zarządzenia nadaje statut Państwowej Agencji Atomistyki określający jej organizację wewnętrzną¹³.

PAA w Programie Polskiej Energetyki Jądrowej

Rada Ministrów w dniu 13 stycznia 2009 r. podjęła uchwałę nr 4/2009 w sprawie działań podejmowanych w zakresie rozwoju energetyki jądrowej, a 28 stycznia 2014 r. uchwałę nr 15/2014 w sprawie programu wieloletniego pod nazwą „Program Polskiej Energetyki Jądrowej” (PPEJ).

¹² Status prawny Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki określony jest w rozdz. 13 ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe (Dz.U. z 2017 r. poz. 576).

¹³ Zarządzenie nr 69 Ministra Środowiska z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie nadania statutu Państwowej Agencji Atomistyki (Dz. Urz. MŚiGOS Nr 4, poz. 66, Dz. Urz. MŚ z 2014 r., poz. 63).

PAA rozpoczęła przygotowania do realizacji PPEJ praktycznie od momentu przyjęcia przez Rząd uchwał w sprawie działań podejmowanych w związku z rozwojem energetyki jądrowej i z tego powodu przeszła liczne zmiany i przekształcenia organizacyjne w celu dostosowania jej do pełnienia funkcji nowoczesnego dozoru jądrowego w odniesieniu do energetyki jądrowej.

W ostatnich latach kontynuowano działania związane z dostosowywaniem ram prawnych i ustalaniem odpowiednich wymogów w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla planowanej budowy elektrowni jądrowej i jej eksploatacji, które umożliwiają organom dozоровym wykonywanie skutecznego nadzoru nad bezpieczeństwem prowadzenia takiej działalności. W wymienionym okresie dokonano kilkakrotnie nowelizacji ustawy Prawo atomowe oraz opracowano nowe rozporządzenia wykonawcze do ustawy.

Organizacja dozoru jądrowego

Podstawowym zadaniem organu dozoru jądrowego jest **nadzór** nad działalnością związaną z wykorzystaniem materiałów jądrowych i źródeł promieniowania jonizującego, który realizowany jest w szczególności poprzez:

- (a) wydawanie zezwoleń i innych decyzji w sprawach związanych z bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną, ochroną fizyczną i zabezpieczeniem materiałów jądrowych na zasadach i w trybie określonym w Prawie atomowym, na podstawie wniosku kierownika jednostki organizacyjnej, która taką działalność zamierza prowadzić oraz dokonanego przeglądu i oceny dostarczonej dokumentacji bezpieczeństwa,
- (b) przeprowadzanie kontroli obiektów jądrowych oraz jednostek organizacyjnych posiadających materiały jądrowe, źródła promieniowania jonizującego, odpady promieniotwórcze i wypalone paliwo jądrowe, a w razie konieczności wydawanie doraźnych zaleceń, decyzji nakazujących usunięcie nieprawidłowości, zakazów i nakazów, przekazywanie wystąpień pokontrolnych, a także nakładanie sankcji administracyjnych,
- (c) dokonywanie dozоровych przeglądów i ocen bezpieczeństwa przy wydawaniu decyzji lub opinii oraz przy podejmowaniu działań w związku z narażeniem na promieniowanie jonizujące,
- (d) nadawanie uprawnień do zajmowania stanowisk i wykonywania czynności istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej,
- (e) udział w tworzeniu aktów prawnych i norm bezpieczeństwa (norm dozоровych).

Organami dozoru jądrowego w Polsce są:

- Prezes Państwowej Agencji Atomistyki jako naczelny organ dozoru jądrowego,
- inspektorzy dozoru jądrowego.

Zadania PAA jako urzędu dozoru jądrowego w odniesieniu do obiektów jądrowych, w tym elektrowni jądrowych, to przede wszystkim:

1. formułowanie wymagań w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz wydawanie zaleceń technicznych, wskazujących szczegółowe sposoby zapewniania bezpieczeństwa,

2. wykonywanie analiz i ocen informacji technicznej, dostarczonej wraz z odpowiednimi analizami bezpieczeństwa przez inwestora lub organizację eksploatującą obiekt jądrowy, lub pozyskanej w wyniku kontroli, w celu weryfikacji, czy obiekt ten spełnia odpowiednie cele, zasady i kryteria bezpieczeństwa, dla potrzeb procesów wydawania zezwoleń i innych decyzji dozoru jądrowego,
3. prowadzenie procesu wydawania zezwoleń na budowę, rozruch, eksploatację i likwidację obiektów jądrowych,
4. prowadzenie kontroli zapewnienia bezpieczeństwa przez inwestora lub organizację eksploatującą obiekt jądrowy, w zakresie przestrzegania wymagań bezpieczeństwa określonych w przepisach bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej i w warunkach określonych w zezwoleniach i decyzjach dozoru jądrowego,
5. nakładanie sankcji wymuszających przestrzeganie wymienionych wyżej wymagań.

Obowiązujący stan prawny¹⁴

Obowiązujący stan prawny zapewnia odpowiednie ramy prawne dla prowadzenia działalności związanych z wykorzystaniem energii jądrowej lub promieniowania jonizującego w sposób, który zabezpiecza dostatecznie ludzi, mienie oraz środowisko. W Polsce istnieje przejrzysty system prawny dla zapewnienia bezpieczeństwa, który spełnia wymogi określone w zaleceniach Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. Znowelizowane Prawo atomowe oraz cały katalog rozporządzeń zapewniają kompleksowe podstawy prawne gwarantujące, że w centrum wszelkich decyzji mających wpływ na rozwój i realizację nowego programu energetyki jądrowej leży bezpieczeństwo. W latach 2014-2016 dokończono pracę nad czterema rozporządzeniami dostosowującymi przepisy wykonawcze do znowelizowanego Prawa atomowego.

Przygotowano także projekt kolejnej zmiany Prawa atomowego, w którym przewidziano wprowadzenie kadencyjności funkcji Prezesa PAA oraz ustawowych przesłanek jego odwołania. W projekcie zawarto także regulacje prawne w zakresie kategoryzacji zagrożeń radiacyjnych zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej oraz rozbudowano przepisy dotyczące podstawowego zagrożenia projektowego. Trwają prace związane z uchwaleniem ustawy o zmianie ustawy – Prawo atomowe, implementującej przepisy dyrektyw BSS¹⁵ i NSD¹⁶ oraz wdrażającej zalecenia misji IRRS¹⁷.

¹⁴ Ocena funkcjonowania dozoru jądrowego 1 lipca 2014 r. – 30 czerwca 2017 – Raport przygotowany przez Państwową Agencję Atomistyki zatwierdzony przez p.o. Prezesa PAA Andrzeja Przybycina – Warszawa, 10 lipca 2017 r. (niepublikowany).

¹⁵ Dyrektywa Rady 2013/59/EURATOM z dnia 5 grudnia 2013 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego oraz uchylająca dyrektywy 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom i 2003/122/Euratom

¹⁶ Dyrektywa Rady 2014/87/EURATOM z dnia 8 lipca 2014 r. zmieniająca dyrektywę 2009/71/Euratom ustanawiającą wspólnotowe ramy bezpieczeństwa jądrowego obiektów jądrowych

¹⁷ Integrated Regulatory Review Service – Misja zintegrowanego przeglądu dozoru jądrowego – w 2013 r. MAEA przeprowadziła w PAA misję regularną, a w 2017 r. misję weryfikacyjną.

Analiza obowiązującego prawa w zakresie bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej prowadzi do stwierdzenia, że obowiązujący stan prawny:

- zapewnia odpowiednie ramy prawne dla prowadzenia działalności związanych z wykorzystaniem energii jądowej lub promieniowania jonizującego,
- gwarantuje, że w centrum wszelkich decyzji mających wpływ na rozwój i realizację nowego programu energetyki jądowej leży bezpieczeństwo poprzez znówelizowaną ustawę Prawo atomowe oraz cały szereg rozporządzeń wykonawczych,
- wymaga korekty w zakresie zwiększenia niezależności Prezesa PAA poprzez wprowadzenie kadencyjności oraz ograniczenie możliwości jego odwołania do enumeratywnie określonych okoliczności,
- wymaga ustanowienia regulacji w sprawie kategoryzacji zagrożeń radiacyjnych zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA),
- wymaga rozbudowania przepisów dotyczących podstawowego zagrożenia projektowego,
- wymaga przyjęcia zmiany w zakresie wynikającym z konieczności wdrożenia dyrektyw BSS, NSD oraz wdrożenia zaleceń misji IRRS poprzez uchwalenie ustawy o zamianie ustawy – Prawo atomowe, której projekt na dzień 17 marca 2017 r. został uzgodniony międzyresortowo.

Rozwój kompetencji zawodowych¹⁸

Zapewnienie stabilności zatrudnienia w dozorcze jądowym wysoko wykwalifikowanych specjalistów w celu zagwarantowania kompetentnej oceny projektu i nadzoru nad budową i funkcjonowaniem pierwszej elektrowni jądowej w Polsce wynika z wcześniejszych ocen funkcjonowania dozoru jądowego.

Kompetencje zawodowe w warunkach realizacji Programu PEJ dotyczą przygotowania kadr do realizacji takich zadań jak:

- prowadzenie analiz i ocen bezpieczeństwa w oparciu o przegląd dokumentacji przedkładanej przez inwestora/organizację eksploatującą w celu uzyskania opinii i/lub zezwoleń Prezesa PAA na wszystkich etapach powstawania i funkcjonowania elektrowni jądowej,
- prowadzenie kontroli na wszystkich etapach powstawania i funkcjonowania elektrowni jądowej.

Działania związane z rozwojem kompetencji zawodowych w PAA zapoczątkował proces samooceny dokonanej w 2009 r., w wyniku której określono konieczne do wprowadzenia zmiany legislacyjne, organizacyjne i funkcjonalne, niezbędne do przekształcenia Państwowej Agencji Atomistyki w organizację realizującą w sposób zgodny z normami bezpieczeństwa MAEA zadania urzędu dozoruującego bezpieczeństwo jądowe i ochronę radiologiczną w kraju wdrażającym program jądowy i jednocześnie nadal szeroko stosującym źródła promieniowania jonizującego.

Wnioski z przeprowadzonej samooceny wskazywały na konieczność optymalizacji szkoleń specjalistycznych dla personelu dozоровego w trybie zadania ciągłego w formie szkoleń podstawowych i powtarza-

nych – zamawianych w kraju i za granicą. Postępująca specjalizacja i zwiększanie wiedzy i kompetencji pracowników PAA, spowodowała praktyczne wyeliminowanie zapotrzebowania na szkolenia dotyczące ogólnych zagadnień związanych z energetyką jądową. Jednocześnie zwiększył się nacisk na specjalistyczne kursy prowadzone przez wysokiej klasy specjalistów oraz zindywidualizowane szkolenia dotyczące wybranych zagadnień szczegółowych. Nieustającym elementem podnoszenia kwalifikacji są specjalistyczne seminaria organizowane przez różne komórki organizacyjne PAA, na które zapraszani są praktycznie wszyscy pracownicy. Okazyjnie zapraszane są również osoby spoza PAA szczególnie zainteresowane daną tematyką. Tematyka seminariów to przykładowo: „Zachowanie się produktów rozszczepienia pod obudową bezpieczeństwa w warunkach awaryjnych”, „Przeprowadzanie probabilistycznej analizy bezpieczeństwa dla basenu wypalonego paliwa jądowego” czy „Licencjonowanie wysokotemperaturowych reaktorów chłodzonych gazem z uwzględnieniem ich specyfiki w porównaniu z reaktorami lekkowodnymi według przepisów prawa Stanów Zjednoczonych i polskiego”.

Kontynuowane są istotne z praktycznego punktu widzenia szkolenia stanowiskowe dla inspektorów PAA w zagranicznych organizacjach dozоровych tzw. „on-the-job-training”. Wymienione formy szkoleń oraz udział w nich poszczególnych pracowników są zapisywane i kontrolowane w ramach tzw. Indywidualnego Programu Rozwoju Zawodowego. Równolegle zastosowano metodologię SARCoN (*Systematic Assessment of Regulatory Competence Needs for Regulatory Bodies of Nuclear Facilities*) zalecaną i rozwijaną przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej polegającą na grupowaniu kompetencji w czterech kwadrantach i znajdowaniu luk kompetencyjnych, które są systematycznie zmniejszane. PAA jako jeden z nielicznych dozоровów jądowych na świecie, faktycznie wdrożył metodologię SARCoN na swój użytek.

Rozwój kompetencji zawodowych personelu dozоровego wskazany w Planie Działania Państwowej Agencji Atomistyki, jako jeden z czterech podstawowych celów strategicznych, postępuje w sposób ciągły i jest realizowany skutecznie. Następuje jednak pewna rotacja pracowników merytorycznych, związana ze spowolnieniem realizacji Programu Polskiej Energetyki Jądowej.

Obecnie PAA, pod względem organizacyjnym, jest w pełni przygotowana do pełnienia funkcji dozоровego dla przyszłej energetyki jądowej proporcjonalnie do etapu, na którym znajduje się proces realizacji PPEJ.

PAA jest też wyposażona w niezbędne instrumentarium prawne adekwatne do potrzeb zapewnienia bezpieczeństwa jądowego w Programie Polskiej Energetyki Jądowej.

Notka o autorze

Andrzej Furtek – główny specjalista w Gabinetie Prezesa, wieloletni pracownik PAA ds. współpracy międzynarodowej. W latach 2006-2016 przedstawiciel Polski w Grupie roboczej ds. kwestii atomowych Rady Unii Europejskiej.

¹⁸ Samoocena – zob. odnośnik 14.

TAJEMNICZA CIEMNA MATERIA: AKSJONY CORAZ TRUDNIEJSZE DO WYKRYCIA

The mysterious dark matter: axions becoming more and more difficult to detect

z dr hab. Adamem Kozelą z Instytutu Fizyki Jądrowej
im. H. Niewodniczańskiego PAN rozmawia dr Małgorzata Nowina Konopka

Streszczenie: Ciemna materia stanowi relikty termiczny Wielkiego Wybuchu. Jej istnienie jest obecnie dominującym wytłumaczeniem obserwowanych anomalii w rotacji galaktyk oraz ruchu galaktyk w gromadach. Ciemnej materii poszukuje się obecnie w trzech kierunkach. Zgodnie z jedną koncepcją ciemna materia jest zwykłą materią barionową (złożoną z protonów i neutronów), takie obiekty nazywamy **MACHO**. Według drugiej to nieznane cząstki elementarne zwane **WIMP**-ami. Ważną możliwość, stanowią **aksjony** – neutralne cząstki ciemnej materii, o bardzo małej masie. Intensywne badania są prowadzone zarówno jako nowe eksperymenty jak i poprzez analizę dawnych danych. Wszystkie nowe wyniki elektryzują świat fizyków.

Abstract: Dark matter is the thermal relic of the Big Bang. Its existence is currently the dominant explanation for the observed anomalies in the rotation of galaxies and the movement of galaxies in clusters. Nowadays, dark matter is being sought in three directions. According to one concept, dark matter is ordinary baryon matter (composed of protons and neutrons), such objects are called MACHO. According to the second, these are unknown elementary particles called WIMPs. An important possibility are the axions - neutral particles of dark matter, with a very low mass. Intensive research is conducted as new experiments and analysis of old data. All new results electrify the world of physicists.

Słowa kluczowe: Wielki Wybuch, Model Standardowy, ruchy gwiazd, ciemna materia: aksjony.

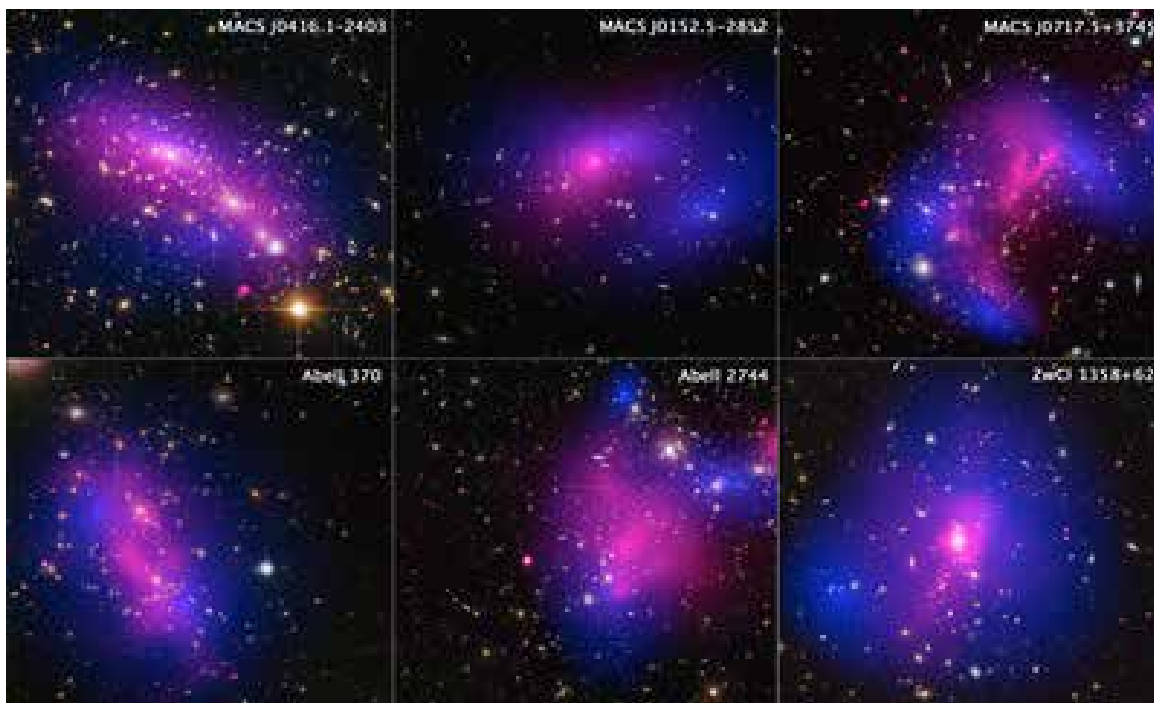
Keywords: Big Bang, Standard Model, star movements, dark matter: axions.

MNK: – Z oszacowań wynika, co jest niesamowite, że ciemna materia stanowi aż 25% składników całego Wszechświata czyli masy/energii oraz ponad 80% oddziałującej grawitacyjnie masy. **Ciemna materia** (ang. dark matter) – hipotetyczna **materia** nie świeci, czyli nie emituje i nie odbija promieniowania elektromagnetycznego. Jej istnienie zdradzają jedynie wywierane przez nią efekty grawitacyjne. Jak zauważono istnienie ciemnej materii?

Dr hab. Adam Kozela: – Na pierwsze ślady ciemnej materii natrafiono podczas analiz ruchów gwiazd w galaktykach i galaktyk w gromadach galaktyk. Pionierem statystycznych badań ruchów gwiazd był polski astronom Marian Kowalski. Już w 1859 r. zauważył on, że ruchów bliskich nam gwiazd nie da się wytłumaczyć samym ruchem Słońca. Była to pierwsza przesłanka obserwacyjna sugerująca obrót Drogi Mlecznej. Kowalski jest więc tym człowiekiem, który „ruszył z posad” galaktykę! W 1933 r. Szwajcar Fritz Zwicky poszedł o krok dalej. Kilкома metodami przeanalizował ruchy obiektów w gromadzie galaktyk Coma. Zauważył wtedy, że poruszają się one tak, jakby w ich otoczeniu znajdowała się znacznie większa ilość materii niż dostrzegana przez astronomów.

Mimo dekad poszukiwań, do dziś nie jest znana natura ciemnej materii, której we Wszechświecie (jak sugerują pomiary mikrofalowego promieniowania tła) powinno być niemal 5,5 razy więcej niż zwykłej materii.

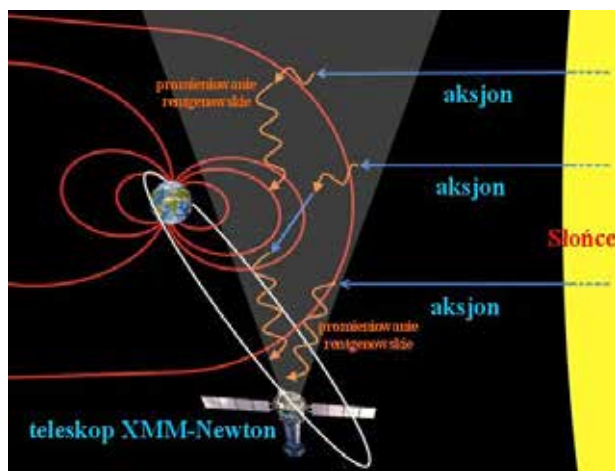
MNK: – Aby pogodzić teorię z rzeczywistością, konieczne było uzupełnienie kompletu podstawowych cegiełek materii opisanych w Modelu Standardowym o jakieś nowe, egzotyczne cząstki mogące odpowiadać za istnienie ciemnej materii. Teoretycy zaproponowali ich całą galerię. Jednymi z zasugerowanych cząstek są aksjony – hipotetyczne cząstki o małej masie, powstałe w wielkiej ilości po Wielkim Wybuchu oraz, jak sądzą fizycy ciągle wytwarzane w jądrach gwiazd w czasie reakcji termojądrowej. Założono, że aksjony, jak wszystkie inne cząstki, mogłyby oddziaływać grawitacyjnie, ale muszą być neutralne (pozbawione ładunku elektrycznego), bardzo lekkie, a ich masa musiałaby być miliony czy nawet miliardy razy mniejsza od masy elektronów. Dodatkowo mają bardzo słabo wchodzić w reakcje ze zwykłą materią. Przy takich warunkach będzie bardzo trudno je wykryć...



Fot. 1. Rozmieszczenie ciemnej materii (w kolorze niebieskim) w sześciu gromadach galaktyk, odtworzone na podstawie zdjęć z kosmicznego teleskopu Hubble'a. (Źródło: NASA, ESA, STScI, and CXC)

Photo 1. The distribution of dark matter (in blue) in six clusters of galaxies, recreated based on images from the Hubble space telescope (origin: NASA, ESA, STScI, and CXC)

AK: – Gdyby istniały, aksjony – jedne z kandydatów na cząstki zagadkowej ciemnej materii – mogłyby oddziaływać z materią tworzącą nasz świat, jednak musiałyby to robić znacznie, znacznie słabiej niż się dotychczas wydawało. Nowe, rygorystyczne ograniczenia na właściwości aksjonów narzucił międzynarodowy zespół naukowców odpowiedzialnych za eksperyment nEDM (Electric Dipole Moment of Neutron). Te ekstremalnie lekkie cząstki oddziaływałyby ze zwykłą materią niemal wyłącznie grawitacyjnie.



Fot. 2. Najprawdopodobniej wylatujące ze Słońca aksjony (niebieskie linie) uderzają w ziemskie pole magnetyczne (czerwone linie) i zamieniają się w promieniowanie Roentgena (pomarańczowe linie)

Photo 2. Most probably, the axions that fall out of the Sun (blue lines) hit the Earth's magnetic field (red lines) and turn into X-rays (orange lines)

MNK: – Co przyniosły najnowsze wyniki badań?

AK: – Do zaskakujących wniosków doprowadziła najnowsza analiza pomiarów właściwości elektrycznych ultrazimnych neutronów, opublikowana w czasopiśmie naukowym „Physical Review X”. Na podstawie danych zebranych w eksperymencie nEDM międzynarodowa grupa fizyków wykazała, że aksjony, hipotetyczne cząstki mogące tworzyć zimną ciemną materię, gdyby istniały, musiałyby spełniać znacznie bardziej rygorystyczne niż dotychczas sądzono ograniczenia dotyczące ich masy i sposobów oddziaływania ze zwykłą materią. Zaprezentowane wyniki są pierwszymi danymi laboratoryjnymi narzucającymi limity na potencjalne oddziaływania aksjonów z nukleonami (czyli protonami bądź neutronami) i gluonami (cząstkami spajającymi kwarki w nukleonach).

MNK: – Czy w tym eksperymencie uczestniczyli Polacy?

AK: – Między innymi krakowscy naukowcy z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN) i Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pomiar elektrycznego momentu dipolowego neutronów są prowadzone przez naszą międzynarodową grupę od dobrych kilkunastu lat. Przez większość tego czasu nikt z nas nie przypuszczał, że w zgromadzonych danych mogłyby się kryć jakiegokolwiek ślady związane z potencjalnymi cząstkami ciemnej materii. Dopiero niedawno teoretycy zasugerowali taką możliwość – a my skwapliwie skorzystaliśmy z okazji do zweryfikowania hipotez o właściwościach aksjonów”.

MNK: – Na czym polegały eksperymenty?

AK: – Dotychczasowe modele przewidywały, że w pewnych sytuacjach foton mógłby się zamienić w aksjon, a ten po pewnym czasie przekształcałby się z powrotem w foton. To hipotetyczne zjawisko było i jest podstawą słynnych eksperymentów „świecenia przez ścianę”. W ich trakcie naukowcy kierują intensywną wiązkę światła laserowego na grubą przeszkodę licząc, że przynajmniej niektóre fotony zmieniają się w aksjony, które przeniknęłyby przez ścianę bez większych problemów. Po przejściu przez ścianę niektóre aksjony mogłyby z powrotem stać się fotonami o cechach dokładnie takich jak fotony pierwotnie padające na ścianę.

Eksperymenty związane z mierzeniem elektrycznego momentu dipolowego neutronów, prowadzone przez grupę naukowców z Australii, Belgii, Francji, Niemiec, Polski, Szwajcarii i Wielkiej Brytanii, nie mają nic wspólnego z fotonami. Aparatura pomiarowa początkowo znajdowała się w Instytucie Lauego-Langevina (ILL) w Grenoble (Francja), obecnie funkcjonuje w Laboratorium Fizyki Cząstek w Instytucie Paula Scherera (PSI) w Villigen (Szwajcaria). W prowadzonych od kilkunastu lat eksperymentach naukowcy mierzą względne zmiany częstotliwości magnetycznego rezonansu jądrowego (Nuclear Magnetic Resonance, NMR) neutronów oraz atomów rtęci znajdujących się w komorze próżniowej, w obecności równoległych pól elektrycznego, magnetycznego i grawitacyjnego. Pomiar dla różnych konfiguracji pola elektrycznego i magnetycznego pozwalają wyciągać wnioski o częstościach precesji neutronów i atomów rtęci, a w konsekwencji – o ich dipolowych momentach elektrycznych.

Ku zaskoczeniu wielu fizyków, w ostatnich latach pojawiły się prace teoretyczne przewidujące możliwość dodatkowego oddziaływania aksjonów: z gluonami i nukleonami. W zależności od masy aksjonów, oddziaływania te mogłyby skutkować mniejszymi lub większymi zaburzeniami o charakterze oscylacji dipo-

lowych momentów elektrycznych neutronów. Przewidywania teoretyków oznaczały, że eksperymenty prowadzone w ramach współpracy nEDM mogą zawierać wartościowe informacje dotyczące istnienia i właściwości potencjalnych cząstek ciemnej materii.

MNK: – Jaka była rola polskich fizyków w eksperymentach PSI?

AK: – W danych z eksperymentów w PSI nasi koledzy prowadzący analizę szukali zmian częstotliwości o okresach rzędu minut, a w wynikach z ILL – rzędu dni. Te ostatnie pojawiłyby się, gdyby istniał wiatr aksjonów, czyli gdyby aksjony w przestrzeni wokół ziemskiej poruszały się w określonym kierunku. Skoro bowiem Ziemia wiruje, nasz sprzęt pomiarowy o różnych porach dnia zmieniałby swoją orientację względem wiatru aksjonów, a to powinno skutkować cyklicznymi, dobowymi zmianami w rejestrowanych przez nas oscylacjach. Główną rolę w przeprowadzeniu analizy odegrali Michał Rawlik doktorant z UJ, obecnie na ETH Zurich oraz Nicholas Ayres z Sussex.

MNK: – Czy znaleziono jakieś ślady aksjonów?

AK: – Wyniki poszukiwań okazały się negatywne: nie natrafiono na żaden ślad istnienia aksjonów o masach między 10^{-24} a 10^{-17} elektronowolta (dla porównania: masa elektronu wynosi ponad pół miliona elektronowoltów). Dodatkowo naukowcom udało się 40-krotnie zaostriżyć ograniczenia narzucane przez teorię na oddziaływanie aksjonów z nukleonami. W przypadku potencjalnych oddziaływań z gluonami obostrzenia wzrosły jeszcze bardziej, ponad tysiąc razy. Jeśli więc aksjony istnieją, w obecnych modelach teoretycznych mają coraz mniej miejsc, w których mogłyby się skrywać.

*wywiad z dr hab. Adamem Kozelą
przeprowadziła dr Małgorzata Nowina Konopka,
Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN,
Kraków*

IV Warszawska Konferencja Onkologiczna

7 marca br. w warszawskim Centrum Onkologii – Instytucie im. Marii Skłodowskiej-Curie odbyła się IV Warszawska Konferencja Onkologiczna, w której uczestniczyli przedstawiciele Towarzystwa Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie. Organizatorami było Polskie Towarzystwo Onkologiczne, Centrum Onkologii-Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie, przy wsparciu Fundacji im. Jakuba hr. Potockiego. Przewodniczący Komitetu Naukowego:

– **prof. dr hab. n. med. Jacek Fijuth,**

– **dr hab. n. med. Paweł Wiechno, prof. nadzw.**

Konferencja podzielona została na trzy sesje, z których w pierwszą można określić jako bardziej historyczną; znalazły się tu wystąpienia na temat cza-

sopisma „Nowotwory” z okazji jego 95-lecia istnienia, Krajowego Rejestru Nowotworów z okazji 65-lecia istnienia, spojrzenie na 25 lat badań i praktyki klinicznej w zakresie gastroenterologii, wykład z okazji 120 lat od odkrycia radu — Maria Skłodowska-Curie i jej dziedzictwo. Początki, rozwój i perspektywy radioterapii.

W sesji tej zaprezentowano także osiągnięcia naukowe i wyzwania stojące przed Instytutem Onkologii w roku 2018. Kolejne sesje poświęcono już ściśle tematyce medycznej i onkologicznej.

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

KONFERENCJA: ZASTOSOWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W BADANIACH I KONSERWACJI ZABYTKÓW

Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej (SIOR) organizuje w dniach 10 – 11 maja tego roku w Tczewie koło Gdańska seminarium zatytułowane „Zastosowanie promieniowania jonizującego w badaniach i konserwacji zabytków”. Współorganizatorami wydarzenia są Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku oraz Polskie Towarzystwo Nukleoniczne. Jest to kontynuacja zeszłorocznych I Warsztatów n.t. „Technik nuklearnych w identyfikacji i konserwacji dzieł sztuki”. Miejscem spotkania było wówczas Muzeum Archeologiczne w Warszawie. Bardzo pochlebne opinie o tamtej konferencji zachęciły nas do kontynuacji tematyki bezpiecznej eksploatacji w analizie chemicznej urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące. Mamy nadzieję, że inicjatywy te dadzą początek cyklicznym spotkaniom

konserwatorów dzieł sztuki z chemikami radiacyjnymi, lekarzami, radiologami, inspektorami ochrony radiologicznej i historykami sztuki. Chcielibyśmy, aby były one okazją do wymiany doświadczeń w zakresie postępu w dziedzinie technik jądrowych stosowanych w ocenie, konserwacji i restauracji archeologicznych artefaktów oraz dzieł sztuki. W programie obok wykładów zaproszonych prelegentów organizatorzy przewidują zwiedzania Centrum Konserwacji Wraków Statków oraz pracowni rtg w Muzeum Wisły w Tczewie oraz panele dyskusyjne na temat zastosowania metody XRF oraz technik cyfrowych w badaniach obiektów muzealnych. Program seminarium znajduje się na stronie (<http://www.sior.pl/wp-content/uploads/2018/01/Program-ramowy-Seminarium-Tczew-2018.pdf>).



Stowarzyszenie Elektryków Polskiej i Międzynarodowe Targi Poznańskie organizują konferencję otwierającą Międzynarodowe Targi Energetyki EXPOPOWER 2018 zatytułowaną

BUDOWA ELEKTROWNI JĄDROWEJ – TECHNOLOGIA, FINANSOWANIE, BEZPIECZEŃSTWO I ZARZĄDZANIE PROJEKTEM

w Poznaniu w dniu 23 kwietnia 2018 r.
(poniedziałek) w godz. 10.00 do 15.30.

Ramowy program konferencji przedstawia się następująco:

Wystąpienie Dyrektora Departamentu Energii Jądrowej w Ministerstwie Energii Józefa Sobolewskiego

Referaty tematyczne

- Atrakcyjność energetyki jądrowej - Piotr Mazgaj (PGE EJ1)
- Finansowanie projektów budowy elektrowni jądrowych - Przemysław Żydak

- Bezpieczeństwo pierwszej polskiej elektrowni jądrowej – Andrzej Strupczewski (Narodowe Centrum Badań Jądrowych)
- Budowa elektrowni jądrowej – Zarządzanie dużym projektem inwestycyjnym w sektorze energetycznym – Ziemowit Iwański (Energoprojekt Katowice)

Panel dyskusyjny (potwierdzony udział):

- Zbigniew Wiegner (Polimex Opole Sp. z o.o.)
- Aleksander Gul (ABB Sp. z o.o.)
- Łukasz Grela (Energoprojekt-Katowice S.A.)

Prezentacje firmowe dostawców z dziedziny energetyki jądrowej

- HITACHI GE NUCLEAR ENERGY (Japonia, Stany Zjednoczone)
- EDF (Francja)
- KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER (Republika Korei)

Prowadzący konferencję: Jacek NOWICKI – Sekretarz Generalny SEP

<https://sep.com.pl/aktualnosci/budowa-elektrowni-jadrowej-technologie-finansowanie-bezpieczenstwo-i-zarzadzanie-projektem.html> (ostatnia aktualizacja 30.03.2018)



KONFERENCJA MIKTA NA TEMAT TERRORYZMU

Centrum Stosunków Międzynarodowych, Ambasada Republiki Korei oraz Muzeum Łazienki Królewskie zorganizowały konferencję na temat roli krajów MIKTA w bezpieczeństwie międzynarodowym (The Role of Middle Powers in International Security: Focusing on Global Nonproliferation and Counter-terrorism). Przedyskutowano temat nierozprzestrzeniania i zwalczania terroryzmu. MIKTA to nieformalne partnerstwo między Meksykiem, Indonezją, Republiką Korei, Turcją i Australią.



Fot. 1. Panel dyskusyjny z ambasadorami krajów MIKTA w Łazienkach Królewskich (fot. Wojciech Gluszewski)

Tym, co odróżnia MIKTA od innych wielostronnych grup, jest to, że jest jedynie platformą konsultacyjną, a nie formalną organizacją. Głównymi jej celami jest wymiana informacji i lepsze wzajemne zrozumienie. Kraje członkowskie MIKTA już odgrywają ważną rolę na scenie międzynarodowej, a rola tych średnich mocarstw będzie rosnąć. W trakcie konferencji głos zabierali między innymi: Marek Szczygiel (Przewodniczący Haskiego Kodeksu Postępowania przy Ministerstwie Spraw Zagranicznych), dr Wojciech Szewko (ekspert ds. bezpieczeństwa), Łukasz Kulesa (dyrektor ds. badań w European Leadership Network), dr Sangyoon Ma (Ministerstwo Spraw Zagranicznych Republiki Korei) oraz reprezentanci ambasad 5 krajów MIKTA. Dyskusję zdominował temat zagrożeń dla światowego pokoju związanych z rozbudową potencjału nuklearnego przez Koreę Północną.

Wojciech Gluszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



FUKUSHIMA PO 7 LATACH

19 grudnia 2017 r. odbyło się w Warszawie III Polsko – Japońskie seminarium na temat czystego węgla (The 3rd Poland-Japan Clean Coal Seminar). Organizatorami spotkania było Ministerstwo Energii, z którym współpracowały Ministerstwo Handlu i Przemysłu Japonii (METI) oraz Japońskie Centrum Energetyki Węglowej (Japan Coal Energy Center - JCOAL). JCOAL to ogólnokrajowa organizacja wspierająca rozwój i transfer technologii węglowych, przyjaznych dla środowiska.



Fot. 1. W konferencji wzięła udział liczna grupa japońskich specjalistów (fot. Wojciech Gluszewski)

Celem spotkania było przedstawienie głównych założeń polityk energetycznych obu państw oraz omówienie inicjatyw podejmowanych w zakresie promowania czystych technologii węglowych (CTW). Była to również okazja do stworzenia przestrzeni dla rozwijania polsko-japońskiej współpracy naukowo-badawczej, wdrożeniowej i inwestycyjnej. W kularach wspomniano o największej na świecie instalacji do radiacyjnego usuwania tlenków siarki i azotu z kominowych gazów. Instalacja w Elektrowni Pomorzany w Szczecinie została zaprojektowana i zbudowana w kooperacji japońsko-polskiej. Oczyszczanie spalin przy użyciu wiązki elektronów należy nadal do najbardziej obiecujących technologii proekologicznych. Tlenki siarki i azotu utlenia się za pomocą przyspieszonych w akceleratorze elektronów. W efekcie w obecności amoniaku i pary wodnej otrzymuje się odpowiednio siarczan i azotan amonu, które można wykorzystywać jak nawozy. Koszty budowy i eksploatacji są porównywalne z tanimi chemicznymi instalacjami odsiarczania gazów odlotowych. Przy okazji pod wpływem wiązki elektronów ulegają rozkładowi lotne zanieczyszczenia organiczne w szczególności wyższe węglowodory aromatyczne. W trakcie seminarium mówiono jednak głównie na temat IGCC (ang. integrated gasification combined cycle) - technologii bloku gazowo-parowego zintegrowanym ze zgazowaniem paliwa węglowego.



Fot. 2. Makieta przyszłej elektrowni IGCC Hirono w prowincji Fukushima (20 km od Fukushima Daichi- materiały konferencyjne)

Wytworzone w procesie zgazowania gazy kierowane są najpierw do turbiny gazowej, gdzie są spalane. Następnie gorące spaliny przesyła się do kotła, w którym wytwarzana jest para wodna. Turbiny parowa i gazowa napędzają generator prądu. W porównaniu z klasycznymi elektrowniami spalającymi węgiel w układach IGCC uzyskuje się wyższe sprawności przetwarzania energii pierwotnej w elektryczną. W ten sposób zmniejsza się również emisję dwutlenku węgla. Do procesów zgazowania może być wykorzystywany każdy rodzaj węgla (kamienny, brunatny, antracyt). Dodatkowo w stosowanych reaktorach zgazowuje się koks naftowy, biomasę, a nawet odpady. Elektrownie IGCC budowane są obecnie w prowincji

Fukushima w odległości 20 km od zniszczonych w trakcie tsunami bloków jądrowych. Japończycy ze względów prestiżowych chcą, aby były to najnowocześniejsze bloki węglowe na świecie. Goście podkreślali jednak, że Japonia nie odchodzi od energetyki jądrowej (EJ). Już obecnie ponownie pracuje 5 bloków jądrowych z 42., którymi dysponuje aktualnie ten kraj. Do roku 2040 udział EJ w mikście energetycznym będzie na poziomie 22%.

Wojciech Gluszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ WYRÓŻNIONY NAGRODĄ „LAUR INNOWACYJNOŚCI”

14 listopada 2017 r. w Warszawskim Domu Technika NOT podczas uroczystej Gali podsumowano siódmą edycję Konkursu FSNT-NOT „Laur Innowacyjności” im. Stanisława Staszica. Celem konkursu jest promocja innowacyjnych produktów, technologii i usług, a także innych nowoczesnych rozwiązań mogących mieć wpływ na przyspieszenie rozwoju społeczno-gospodarczego Polski. **Instytut Chemii i Techniki Jądrowej uzyskał Złoty Laur Innowacyjności za Projekt „Wysokowydajna polska technologia uzyskiwania biometanu i wytwarzania nawozu organicznego”.** Istota rozwiązania jest przedmiotem dwu opisów wynalazczych: „Sposób i układ transportu i mieszania zawiesziny biomasy w hydrolizerze i w fermentorze”.



Fot. 1. Statuetka Złotego Lauru Innowacyjności (fot. Sylwester Wojtas)

Autorzy: mgr inż. Adam Kryłowicz, mgr inż. Janusz Usidus, prof. dr hab. inż. Andrzej Chmielewski, mgr inż. Kazimierz Chrzanowski, „Sposób higienizacji osadów ściekowych”. Autorzy: prof. dr hab. inż. Andrzej G. Chmielewski, dr inż. Jacek Palige, dr inż. Otton Roubinek, dr inż. Zbigniew Zimek, mgr inż. Urszula Gryczka, mgr inż. Janusz Usidus, Krzysztof Pietrzak, prof. Rob Edgecock. Warto podkreślić, że oba wynalazki zostały wyróżnione złotymi medalami na Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Wynalazków IWIS 2017. Pierwszy z patentów został też wcześniej nagrodzony złotym medalem w trakcie XVI Moskiewskiego Salonu Wynalazków i Innowacyjnych Technologii „ARCHIMEDES – 2013” oraz srebrnym medalem podczas 65. edycji targów „IENA 2013” w Norymberdze. Więcej o gali: enot.pl/aktualnosci/item/1138-vii-laur-innowacyjnosci

Wojciech Gluszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



MIĘDZYNARODOWE AGENDY BADAWCZE (MAB)

Badania nad nowotworami oraz nowymi technologiami kwantowymi to wyzwania, jakie podejmą trzy nowe międzynarodowe centra naukowe, które powstaną w Polsce dzięki środkom w łącznej wysokości ponad 109 mln zł, przekazanych przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej w ramach programu Międzynarodowe Agendy Badawcze (MAB). Dwa ośrodki powstaną w Gdańsku, a jeden w Warszawie. Pracami kierować będą wybitni badacze, o uznanym na świecie dorobku naukowym. Finansowanie zostało przyznane w trzecim otwartym konkursie w toku kilkietapowej procedury, z udziałem zagranicznych recenzentów i ekspertów. Międzynarodowe Centrum Teorii Technologii Kwantowych powstanie we współpracy z Uniwersytetem Gdańskim. Założycielem i dyrektorem nowego ośrodka będzie prof. Marek Żukowski, a współzałożycielem i liderem jednej z grup naukowych prof. Paweł Horodecki. W centrum będą prowadzone m.in. prace koncepcyjne dotyczące komputerów kwantowych. Partnerem zagranicznym będzie Instytut Optyki Kwantowej i Informatyki Kwantowej (IQOQI) Austriackiej Akademii Nauk w Wiedniu, jeden z najlepszych ośrodków naukowych w tej dziedzinie na świecie. Otrzymane w programie MAB środki pozwolą na sfinansowanie prac sześciu grup badawczych. Technologiom kwantowym poświęcony jest także drugi projekt. Jego autorem jest prof. Konrad Banaszek, który we współpracy z Uniwersytetem w Oksfordzie będzie tworzył na Uniwersytecie Warszawskim centrum badawcze koncentrujące się na pracach dotyczących kwantowych technologii optycznych. Celem planowanych prac będą kompleksowe badania układów optycznych na poziomie kwantowym w celu opracowania zupełnie nowych sposobów komunikacji, detekcji, metrologii, obrazowania i innych aplikacji. Przykładem zastosowań mechaniki kwantowej są nowatorskie metody pomiarowe, których wydajność i czułość jest tak wysoka, że nie mogłaby być osiągnięta metodami tradycyjnymi. Kwantowe sensory mogą być w przyszłości wykorzystywane np. w badaniach geologicznych (gdyż zapewniają bardzo dokładne pomiary gradientów pola grawitacyjnego) oraz do monitorowania środowiska (gdyż wykrywają śladowe ilości substancji chemicznych). Magnetometria wykorzystująca koherentnie kontrolowane systemy kwantowe, takie jak centra barwne w diamencie, może natomiast radykalnie uprościć diagnostykę medyczną opartą np. o metodę rezonansu magnetycznego. Warto dodać, że centra barwne uzyskuje się poprzez napromieniowanie diamentu dużą dawką promieniowania jonizującego. Otwiera się tu pole do współpracy z instytutami zajmującymi się technologiami radiacyjnymi. Techniki komunikacji kwantowej mogą przynajmniej częściowo rozwiązać problem cyberbezpieczeństwa i kradzieży tożsamości w Internecie. A wykorzystujące kwantowe efekty zaawansowane metody oświetlania próbek i obrazowania mogą otworzyć zupełnie nowe horyzonty w badaniach biomedycznych. To tylko kilka przykładów praktycznych wdrożeń inżynierii kwantowej, wiele innych dopiero czeka na odkrycie. Trzeci ośrodek naukowy specjalizować się będzie w badaniach nad anomaliami genetycznymi nabytymi w ciągu życia, które stają się czynnikami ryzyka nowotworów i innych chorób. Głównym celem prac będzie określenie genetycznej i funkcjonalnej charakterystyki mutacji przygotowujących (zmian w normalnych komórkach w wyniku procesu starzenia) oraz podjęcie próby wykorzystania jej w przedklinicznej diagnostyce chorób nowotworowych, czyli zanim jeszcze pojawią się pierwsze oznaki raka lub będzie można stwierdzić je radiologicznie. Ponieważ w ogromnej większości przypadków wczesna diagnoza nowotworu decyduje o szansach na wyleczenie, badania mogą mieć duży wpływ na zmniejszenie śmiertelności

wśród pacjentów onkologicznych. Strategicznym partnerem zagranicznym będzie Uniwersytet w Uppsali. Program Międzynarodowe Agendy Badawczej (MAB) jest realizowany przez FNP od listopada 2015 r. ze środków pochodzących z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój (POIR). Program ma umożliwić powstanie w Polsce wyspecjalizowanych ośrodków naukowych, prowadzących konkurencyjne w skali światowej badania naukowe. Innym wyzwaniem projektów MAB obok przełomowej agendy badawczej jest pozyskanie do pracy w Polsce najwybitniejszych naukowców i stworzenie rozpoznawalnej na całym świecie jednostki naukowej.

*Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*



POLACY W CYFROWEJ RZECZYWISTOŚCI

Firma doradcza Deloitte przedstawiła wnioski z analizy XVII edycji raportu „TMT Predictions 2018”. Centrum cyfrowego świata staje się smartfon, który pełni funkcję nie tylko telefonu, ale również coraz częściej osobistego komputera, odbiornika telewizyjnego oraz routera. Taki rozwój mediów cyfrowych i mobilnego Internetu obserwowany jest również w naszym kraju. Polacy stają się coraz bardziej cyfrowi. Przewiduje się, że do końca 2018 r. połowa dorosłych osób w krajach rozwiniętych będzie posiadać, co najmniej dwie subskrypcje mediów w kanałach online, a do końca 2020 r. liczba ta wzrośnie do czterech. Koszt tych subskrypcji, obejmujący głównie telewizję, filmy, muzykę, wiadomości i prasę, w 2018 r. będzie wynosił średnio poniżej 10 dolarów miesięcznie za subskrypcję. Spowodowane jest to coraz bardziej atrakcyjnymi treściami, które możemy odtworzyć na wielu urządzeniach. Trendowi temu sprzyja również rozwój technologii i większa przepustowość połączeń do Internetu. Ludzie, którzy korzystają z sieci mobilnej w miejscach publicznych, w szkole i czasem w pracy przeniosą ten zwyczaj również do domu, rezygnując z Internetu stacjonarnego. Istnieje wiele powodów tych zmian, zarówno o charakterze demograficznym, społecznym, jak i ekonomicznym. Najważniejszym jest dostępność do transmisji danych poza miastami. Takiego trendu można oczekiwać również w Polsce, w której na wsi mieszka ponad 40% populacji. Nowe funkcjonalności używanych przez nas smartfonów nie byłyby możliwe, gdyby nie rozwój sztucznej inteligencji. Już niebawem niemal każda czynność wykonywana przez nas na smartfonie wsparta będzie przez uczenie maszynowe. Praktyczne zastosowanie rozwiązań z zakresu sztucznej inteligencji wzrośnie w dużych i średnich przedsiębiorstwach. W tym roku liczba projektów pilotażowych i wdrożeń w tym segmencie będzie dwa razy większa niż w ubiegłym roku, a w 2020 r. będzie to już cztery razy większy wzrost w stosunku do tego roku. Wydatki na ten cel mają wynieść w 2021 r. 57,6 mld dolarów. Rozwój sztucznej inteligencji jest zdominowany przez gigantów technologicznych, a samo USA odpowiada za prawie 80% wszystkich środków przeznaczonych na rozwój tej technologii. W Europie, w tym w Polsce rozwój sztucznej inteligencji jest w bardzo wczesnym stadium. Jednym z największych polskich sukcesów w tej dziedzinie było stworzenie syntezatora mowy Ivona, którą kilka lat temu kupił Amazon. Jednym z przykładów zastosowania sztucznej inteligencji jest zastosowanie w leczeniu nowotworów superkomputera IBM o nazwie Watson. Ma on dostęp do 600 tys. prac naukowych, 15 mln stron podręczników oraz 1,5 mln kart chorobowych pacjentów z całego świata. Nazwa Watson pochodzi nie od imienia przyjaciela Sherlocka Holme-

sa, ale od Thomasa J. Watsona, założyciela International Business Machines, czyli firmy znanej na całym świecie pod skrótem IBM. Pierwszym miejscem w Polsce, w którym pracować będzie Watson, jest Regionalne Centrum Zdrowia w Lubinie należące do grupy EMC Szpitale. Nie jest to w tym przypadku klasyczny komputer stojący w pomieszczeniu, a rozwiązanie chmurowe w ramach Watson Oncology i IBM Watson Healthcare. Podstawą sztucznej inteligencji Watsona jest ponad 90 potężnych serwerów, a całą gigantyczną wiedzę aktualizuje się przynajmniej raz na kwartał. Maszyna rozumie złożone pytania i proponuje odpowiedzi wyłącznie na podstawie EBM (Evidence Based Medicine), czyli medycyny opartej na dowodach. Watson nie stawia diagnozy za lekarza ani nie decyduje o leczeniu. Jest jedynie czymś w rodzaju wirtualnego konsultanta. Szpital w Lubinie między innymi za to rozwiązanie otrzymał wyróżnienie Lidera Roku 2017 w ochronie zdrowia w prestiżowym konkursie Liderzy Medycyny, organizowanym przez wydawnictwo Menadżer Zdrowia.

*Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*

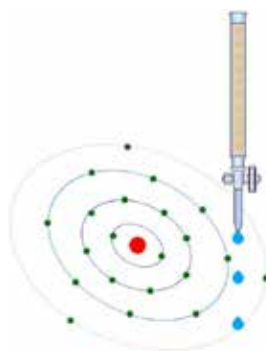


60 LAT PRACY W IBJ/ICH TJ PROF. DR HAB. RAJMUNDA S. DYBCZYŃSKIEGO



Fot.1. Prof. dr hab. Rajmund S. Dybczyński (fot. Sylwester Wojtas)

Z okazji jubileuszu 60-lecia pracy prof. dr hab. Rajmunda S. Dybczyńskiego w Instytucie Badań Jądrowych (IBJ) i Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej (ICH TJ) 5 grudnia 2017 r. ICH TJ zorganizował konferencję naukową pt. „Wybrane Zagadnienia Analizy Śladowej”.



Fot. 2. Logo konferencji (fot. ICH TJ)

W spotkaniu wzięło udział wielu znakomitych uczonych z całego kraju. Obecna była również rodzina Profesora i liczne grono współpracowników. Konferencję otworzył prof. dr hab. Andrzej G. Chmielewski, dyrektor IChTJ, który przedstawił historię dokonań naukowych Jubilata. Następnie odczytano listy gratulacyjne, które z okazji jubileuszu nadesłali: Rektor prof. dr hab. inż. Jacek Namieśnik w imieniu Senatu, własnym i społeczności akademickiej Politechniki Gdańskiej; Rektor prof. dr hab. Jerzy Piotr Gwizdała i Prorektor prof. dr hab. Piotr Stepnowski w imieniu społeczności akademickiej Uniwersytetu Gdańskiego (wraz z okolicznościowym medalem UG); prof. dr hab. Anna Deryło-Marczewska, Dziekan Wydziału Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w imieniu społeczności akademickiej Wydziału Chemii UMCS; prof. dr hab., dr h.c. mult. Bogusław Buszewski, Przewodniczący Komitetu Chemii Analitycznej PAN, w imieniu własnym i członków KChA PAN, a także prof. dr hab. Jerzy Błazejowski, prezes Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Chemicznego w imieniu społeczności naukowej chemików polskich zrzeszonych w PTChem (wraz z medalem okolicznościowym PTChem).



Fot. 3. Profesor w otoczeniu członków rodziny (fot. Sylwester Wojtas)

W części naukowej konferencji wystąpiło sześciu uczonych. Prof. dr hab. Bogusław Buszewski (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, UMK) wygłosił wykład zatytułowany „3xS — jako czynniki wpływające na rozdzielczość w elucji HPLC”. Prof. dr hab. Bogdan Skwarzec (Uniwersytet Gdański, UG) mówił na temat „Spektrometrii alfa w badaniach środowiska przyrodniczego”. Dr hab. Dorota Kołodyńska, prof. (Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, UMCS) oraz prof. dr hab. Zbigniew Hubicki (UMCS) opowiedzieli o „Badaniach nad rozdzielaniem pierwiastków ziem rzadkich na jonitach różnego typu”. Dr hab. Rajmund Michalski, prof. (Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN — Polska Akademia Nauk w Zabrzu, IPIŚ PAN) wygłosił wykład o „Zastosowaniu chromatografii jonowej w analizie śladowej anionów i kationów. Problemy i wyzwania”. Dr hab. Halina Polkowska-Motrenko, prof. IChTJ przybliżyła zagadnienia „Neutronowej analizy aktywacyjnej, jako unikatowego narzędzia chemii analitycznej”. Wśród gości odnotowano również obecność: dr hab. Renaty Gadzała-Kopciuch, UAM; prof. dr hab. Ireny Staneczko-Baranowskiej, PŚ; prof. dr hab. Zbigniewa Galusa, UW; dr. Piotra Bieńkowskiego, Analityka; prof. dr hab. Henryka Bema, PŁ; dr hab. Barbary Kubicy, prof. AGH; dr hab. Dagmary Strumińskiej-Parulskiej, prof. UG; prof. dr hab. Jerzego Mietelskiego, IFJ PAN oraz dr hab. Alicji Boryło, prof. UG.



Fot. 4. Jubilat przyjmuje gratulacje od prof. Andrzeja G. Chmielewskiego (fot. Sylwester Wojtas)

Na koniec głos zabrał Jubilat, który znajduje się, co warto podkreślić, w znakomitej kondycji fizycznej i intelektualnej. Profesor przypomniał wiele anegdotycznych historii ze swojego niezwykłego życia naukowego. Zwrócił uwagę, że w kilku przypadkach tylko dzięki szczęśliwemu zbiegowi okoliczności mógł zrealizować plany badawcze. Przykładem jest wyjazd do Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. Co prawda jego kandydatura była rozpatrywana, złożono odpowiednie dokumenty, jednak decydujące znaczenie miały w tym czasie względy polityczne. Profesor, jako zdeklarowany katolik miał raczej małe szanse w konfrontacji z kandydatem z nadania partyjnego. Gdy Profesor stracił już nadzieję, okazało się, że kontrkandydat został zatrzymany za przemyt na granicy. W tej sytuacji chcąc nie chcąc wysłano do Wiednia Profesora. Jego dłuższy pobyt był możliwy dzięki pomocy kolegi szkolnego, którego przypadkiem spotkał w Austrii. Znany dyplomata pomógł mu uzyskać pozwolenie na przedłużenie kontraktu. Należy dodać, że Profesor miał propozycję stałego zatrudnienia w Wiedniu. Odmówił jednak, wiążąc swoją karierę naukową z Polską. Spotkanie zakończył obiad, w którego trakcie wzniesiono toast za zdrowie Jubilata. Na koniec poczęstowano przybyłych gości specjalnie przygotowanym tortem.

Prof. Rajmund Dybczyński urodził się 8 listopada 1933 r. w Warszawie. Tu też ukończył średnią szkołę. W roku 1955 uzyskał tytuł magistra Wydziału Matematyki Fizyki i Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Po studiach przez dwa lata pracował w Instytucie Chemii Ogólnej. Od grudnia 1957 r. rozpoczął prace w Instytucie Badań Jądrowych, gdzie w roku 1963 uzyskał stopień doktora nauk matematyczno-fizycznych, a w roku 1970 stopień doktora habilitowanego w zakresie chemii. Wielokrotnie przebywał na stażach zagranicznych, m.in. w Instytucie Geochemii i Chemii Analitycznej w Moskwie oraz Instytucie Politechnicznym w Brooklynie w Nowym Jorku. W roku 1987 Rada Państwa nadała mu tytuł profesora. Od 1965 r. Profesor kierował Pracownią Radiometrycznych Metod Analizy, a od 1995 r. także Zakładem Chemii Analitycznej. W latach 1975–1980 pracował w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej kierując komórką analitycznej kontroli jakości w Laboratorium Agencji w Seibersdorfie.

Jednym z głównych kierunków działalności naukowej Profesora jest wymiana jonowa i chromatografia jonitowa oraz chromatografia ekstrakcyjna. Jego prace dotyczyły najogólniej mówiąc jonowymiennego zachowania się pierwiastków w różnych układach: jonit-roztwór i konstruowania na tej podstawie nowych schematów dla potrzeb neutronowej analizy aktywacyjnej. Prace nad wpływem temperatury i sieciowania jonitu miały charakter pionierski i są często cytowane w literaturze. Drugim

ważnym kierunkiem prac Profesora jest neutronowa analiza aktywacyjna (NAA). Ich wynikiem jest szereg oryginalnych metod oznaczania pierwiastków śladowych w rozmaitych materiałach za pomocą radiochemicznego i instrumentalnego wariantu neutronowej analizy aktywacyjnej.

Profesor jest autorem lub współautorem ponad 200 artykułów opublikowanych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, kilku monografiach oraz haseł do słownika chemii analitycznej i chromatografii. Był lub nadal jest członkiem wielu prestiżowych organizacji zarówno krajowych, jak i międzynarodowych, w tym: Komitetu Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk i przewodniczącym Komisji Nieorganicznej Analizy Śladowej. Był regionalnym redaktorem międzynarodowego czasopisma *Geostandards Newsletter* oraz *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, a także najważniejszego i najstarszego polskiego czasopisma publikującego prace z zakresu chemii analitycznej (*Chemia Analityczna/Chemical Analysis*). Jest laureatem wielu ważnych nagród, w tym: Państwowej Rady ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej (1963 i 1969), Polskiego Towarzystwa Chemicznego (1963), Państwowej Agencji Atomistyki (1982) oraz Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki (1983). W 2002 r. Polskie Towarzystwo Chemiczne nagrodziło Profesora za wybitne osiągnięcia naukowe medalem im. Wiktora Kemuli. W roku 2008 z okazji 75. urodzin w uznaniu osiągnięć naukowych poświęcono Panu Profesorowi specjalny numer czasopisma „Chemia Analityczna/Chemical Analysis”. Jest dwukrotnym laureatem konkursu Komitetu Chemii Analitycznej Polskiej Akademii Nauk, a w roku 2009 został uhonorowany nagrodą im. Jerzego Fijałkowskiego za osiągnięcia w zakresie produkcji i certyfikacji materiałów odniesienia oraz za popularyzację zagadnień związanych z zapewnieniem jakości, a także medalem im. Andrzeja Waksmundzkiego przyznawanym za osiągnięcia w naukach chromatograficznych. Jest również laureatem jednej z najbardziej prestiżowych nagród w dziedzinie radiochemii i chemii jądrowej — medalu George Hevesy Medal Award. W roku 2013 została ona przyznana po raz pierwszy polskiemu naukowcowi za „wybitny wkład w rozwój radiochemicznej neutronowej analizy aktywacyjnej (RNAA), a w szczególności za sformułowanie idei metod definitywnych RNAA oraz osiągnięcia w certyfikacji materiałów odniesienia”.

W imieniu redakcji życzymy Profesorowi długich lat życia i dalszych sukcesów naukowych i dydaktycznych.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



GALA BCC

W Teatrze Wielkim-Operze Narodowej w Warszawie Business Centre Club (BCC) zorganizował, jak co roku Wielką Galę Liderów Polskiego Biznesu. Spotkania te są również okazją do nagrodzenia najlepszych polskich przedsiębiorców Złotymi Statuetkami w konkursie Lider Polskiego Biznesu. Przedsiębiorców i ich gości witał prezes BCC Marek Goliśzewski. W tym roku uhonorowało 10 firm i ich prezesów spośród 19 nominowanych, którzy również wystąpili na scenie. Diamenty do Złotych Statuetek otrzymali laureaci z lat poprzednich, którzy utrzymali bądź wzmocnili pozycje swoich firm na rynku. Nagrody wręczał m.in. minister rozwoju Jerzy Kwieciński i minister finansów Teresa Czerwińska. Z koncertem galowym wystąpiła mezzosopranistka Małgorzata Walewska z towarzyszeniem Orkiestry Filharmoników Śląskich z Katowic pod batutą Janusza Powolnego. Laureatami Nagród Specjalnych BCC zostali: Werner Hoyer prezes Europejskiego Banku Inwestycyjnego za wsparcie, w latach 2012-2016 polskiej gospodarki oraz przedsiębiorców kwotą ponad 25 miliardów euro kredytów, a także

prof. Norman Davies za wskazywanie Polakom drogowskazów na przyszłość poprzez badania ich historycznych sukcesów i porażek. Wśród wyróżnionych firm znalazł się Technokabel S.A, nowoczesna fabryka produkująca zaawansowane technicznie kable dla przemysłu, energetyki i infrastruktury. Firma zainteresowana jest radiacyjnymi technologiami modyfikacji tworzyw polimerowych. Wspólnie z Instytutem Chemii i Techniki Jądrowej prowadzi prace nad „Kablami bezhalogenowymi do zastosowań w obiektach o podwyższonych wymaganiach przeciwpożarowych” oraz „Specjalistycznymi kablami w izolacjach polimerowych sieciowanymi radiacyjnie o zaawansowanych właściwościach”. Kable i przewody „Technokabla” wykorzystują między innymi: metro, gazoport, rafinerie, elektrownie, inteligentne budynki, galerie handlowe.



Fot. 1. Laureaci Nagród BCC w roku 2018 (fot. Wojciech Głuszewski)

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



BADANIE NASTAWIENIA MIESZKAŃCÓW GMIN LOKALIZACYJNYCH WOBEC ENERGETYKI JĄDROWEJ

PGE EJ1 cyklicznie zleca badanie nastawienia mieszkańców Pomorza wobec budowy elektrowni jądrowej. Ostatnie badanie zostało przeprowadzone przez Agencję Badawczą PBS Sp. z o.o. w okresie listopad - grudzień 2017 r. na reprezentatywnej próbie mieszkańców gmin lokalizacyjnych: Choczewo, Gniewino, Krokowa.

Najważniejsze wyniki badania są następujące:

- poparcie dla budowy elektrowni jądrowej w sąsiedztwie wśród mieszkańców gmin lokalizacyjnych wynosi 67%,
- co czwarty mieszkaniec badanych gmin ocenia swoją wiedzę na temat energetyki jądrowej dobrze lub bardzo dobrze (24%),
- najbardziej popularnym źródłem wiedzy na temat energetyki jądrowej są opinie znajomych lub rodziny (33%) oraz Internet (22%),
- co drugi mieszkaniec gmin lokalizacyjnych jest zdania, że po wybudowaniu elektrowni będzie więcej miejsc pracy w regionie (54%),
- 49% badanych wskazało, że korzyścią dla nich po zbudowaniu elektrowni jądrowej byłaby tańsza energia elektryczna.

W gminach objętych badaniem przeprowadzono łącznie 1237 wywiadów osobistych wspomaganych komputerowo.

(przygotowano na podstawie doniesienia cire.pl z dnia 1 marca 2017 r.)

dr Andrzej Mikulski,
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne,
Warszawa



ZAMIERZENIA TOWARZYSTWA MARII SKŁODOWSKIEJ-CURIE W BIEŻĄCYM ROKU, 100-LECIA ODZYSKANIA NIEPODLEGŁOŚCI I 120 ROZNIICY ODKRYCIA POLONU I RADU



Rok 2018 niesie ze sobą rocznicę 100-lecia odzyskania przez Polskę Niepodległości, ale mija także 120 lat od odkrycia dwóch pierwiastków promieniotwórczych — polonu i radu przez Marię i Piotra Curie oraz 110 od nadania uczonej, jako pierwszej kobiecie, tytułu profesora Sorbony. Towarzystwo Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie działające od 24 lat w Klinice Centrum Onkologii, dawnym Instytucie Radowym przy ul. Wawelskiej 15 w Warszawie, zgodnie ze swoim statutem i poczuciem powinności zamierza przygotować szereg spotkań i aktywności nawiązujących do wyżej wymienionych rocznic.

Zacznijmy od cyklu, który już rozpoczął się 15 lutego br. wykładem o Marii Skłodowskiej-Curie w Mieście Aktywności Lokalnej (MAL) na Ochocie. Razem z Władzami Dzielnicy Ochota, panią Burmistrz, Towarzystwo organizuje cykl 10 spotkań — wykładów poświęconych Sławnym Kobietom Ochoty.

Kolejnym naszym pomysłem jest konferencja poświęcona zmarłemu dwa lata temu, prof. Józefowi Hurwiciowi. Odbędzie się ona w Sali Marii Skłodowskiej-Curie, w Pałacu Staszica 23 maja, w rocznicę urodzin Profesora. Współorganizatorami są Towarzystwo Naukowe Warszawskie oraz Instytut Historii Nauki PAN. Pragniemy wspomnieć Człowieka, Popularyzatora Nauki, Twórcę „Problemów”, który dokładnie 50 lat temu musiał opuścić Polskę i zaczynać wszystko od nowa... Przy tej okazji pojawi się oczywiście temat promieniotwórczości w 120 rocznicę odkrycia polonu i radu.

Planujemy także kolejne spotkania z dr. hab. Tomaszem Pospiesznym, autorem książek o Marii Skłodowskiej-Curie, Irene Curie, Lisie Meitner w Bibliotece na Bielanych 26 kwietnia o godz. 17.00 oraz być może w Bibliotece przy ul. Koszykowej.

Już trzeci raz zorganizujemy bieg pod hasłem „Przebieżać raka”, po Polu Mokotowskim, w czerwcu br. Pole Mokotowskie nosi imię Marszałka Józefa Piłsudskiego tak jak Maria Skłodowska-Curie, jednego z Ludzi Niepodległości. Cykl spotkań o Ludziach Niepodległej pragniemy także zorganizować.

120 rocznica odkrycia polonu i radu, daje okazję do zorganizowania wykładów poświęconych promieniotwórczości i jej wykorzystaniu w Sali Towarzystwa przy ul. Wawelskiej oraz wystawy planszowej poświęconej uczonej.

Wreszcie w październiku, razem z p. Burmistrzem Dzielnicy Ochota pragniemy zorganizować przedstawienia teatralne o Marii Skłodowskiej-Curie, Poli Negri i Tamarze Łempickiej prezentowane przez Marię Nowotarską i Agatę Pilitowską z Salonu Prozy i Poezji Emigracyjnej w Toronto. Nasze Towarzystwo od lat współpracuje z aktorkami.

Zapraszamy Państwa serdecznie.

Tak w pewnym skrócie prezentują się plany Towarzystwa Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie na rok 2018. Pragniemy

także zaprezentować czasowe logo Towarzystwa na rok 120 rocznicy odkrycia. Wszystkie informacje o naszych aktywnościach znajdą Państwo na stronie i Fb Towarzystwa (<https://www.facebook.com/curie.org/>)

Nasze Towarzystwo działa jako Organizacja Pożytku Publicznego, utrzymujemy się tylko z darowizn i wpływów z 1%. Jeśli zechcecie nas Państwo wspomóc, bardzo ułatwi to nasze działanie i realizację zamierzeń.

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

Raz w miesiącu od lutego do listopada, naprzemiennie w MAL-u przy ul. Grójeckiej 109 oraz w naszej Sali Edukacyjnej przy ul. Wawelskiej 15 odbyły się owe wykłady. Ich bohaterkami były:

8.03. o godz. 17.30 przy ul. Wawelskiej — Wanda i Jadwiga Piłsudskie — córki Marszałka, a w najbliższym czasie wykłady odbędą się:

12.04 o godz. 17.30 w MAL-u — przy ul. Grójeckiej — Wanda Telakowska,

17.05 o godz. 17.30 przy ul. Wawelskiej — Krystyna Skarbek, H. Konopacka, I. Krzywicka, W. Chotomska, H. Leska-Arndt, siostry Posseltówny, B. Dłuska.

Terminy kolejnych spotkań będziemy doprecyzowywać. Zapraszamy wszystkich zainteresowanych.



„SKŁODOWSKA. RADIUM GIRL” – RECENZJA SZTUKI

W listopadzie 2017 r. w Teatrze Dramatycznym w Warszawie odbyła się premiera sztuki pt. „Skłodowska. Radium girl”. Kolejne przedstawienie miało miejsce 19.01.2018 oraz 02.03.2018 r. w Teatrze WARSawy i ten właśnie spektakl oglądałam. Teatr WARSawy mieści się w dawnym, by tak rzec, kultowym kinie Wars, przy Rynku Nowego Miasta. Został on otwarty w 1997 r., jako Teatr tzw. konsekwentny, nie ma własnego zespołu aktorskiego i zaprasza na spektakle zaprzyjaźnione placówki. Wcześniej schronienia użyczała mu Stara Prochownia, Dawna Fabryka Wódki. Kieruje nim organizacja pozarządowa, a jego twórcą jest reżyser teatralny Adam Sajnak.

Przedstawienie „Skłodowska. Radium girl” w reżyserii Agaty Biziuk wystawione przez niezależny Teatr Papahema z Białogostku zgromadziło pełną, co warto stwierdzić i czego nie dało się nie zauważyć, zupełnie młodą widownię (20-30 latków). Trudno mi ocenić ten fakt, ale wydaje mi się, że magnesem była jednak specyfika teatru, nowatorstwo gry, świeżość i sam Teatr Papahema, niż postać i dokonania dwukrotnej Noblistki. Wśród widzów zauważyłam wiele osób w jakiś sposób, zawodowy czy edukacyjny związanych z teatrem niekonwencjonalnym. Zapew-

ne wielu z nich mogła także przyciągnąć ciekawość jak reżyserka i aktorzy poradzą sobie z prezentacją Marii Skłodowskiej-Curie, postaci jednak w pewien sposób mainstreamowej. W trwającym dwie godziny zegarowe spektaklu, wystąpiło czworo młodych aktorów (dwie dziewczyny i dwóch chłopaków), odgrywających na przemian różne role: Marii Skłodowskiej, Kazimierza Żorawskiego, jego rodziców, Piotra Curie, Alfreda Nobla, Irenę i Ewę Curie. Dialogi - stworzone na potrzeby sztuki, przeplatały się z oryginalnymi wypowiedziami bohaterów, co było tyleż interesujące, co mylące, ponieważ widz nie znający biografii uczzonej nie potrafił odróżnić prawdy od fikcji literackiej. Choć być może patrzeć na to za bardzo z mojej osobistej perspektywy, osoby badającej i zajmującej się życiem Marii Skłodowskiej-Curie. Zapewne zasiadający na widowni nie mieli z tym problemu. Mnie natomiast momentami dziwiła nieadekwatna reakcja publiczności wynikająca chyba właśnie z tej niewiedzy.

Motywy przewodnim była piosenka śpiewana przez wszystkich aktorów opowiadająca o pewnych fragmentach życia Marii Skłodowskiej-Curie, zaczynająca się od słów „Maria Skłodowska urodzona w Warszawie...”. Spróbujmy wyjaśnić tytuł sztuki, ponieważ rzeczywiście jest on trzonem przedstawienia - „Skłodowska. Radium girl”. Otóż, nawiązuje on do prawdziwych wydarzeń, czy raczej osób, tzw. radowych dziewcząt. Wątek ten stanowi tematyczne połączenie życia uczzonej z szerszym spojrzeniem na kwestię wykorzystania radu, w kontekście przemysłowym i etycznym, na kwestię prawa pracy i sytuacji społecznej kobiet lat 20 i 30 ubiegłego wieku. Jakkolwiek dziwnie to brzmi, ale rad stał się narzędziem w rękach decydentów, fabrykantów i w efekcie polityków. Wszyscy znamy wątek mówiący o kobietach zwilżających językami pędzelki, którymi malowały tarcze zegarków świecącą farbą z domieszką radu. Kobiety te zaczęły po pewnym czasie chorować i umierać na raka języka, przełyku, krtani. I to pewnie tyle, a sprawa jest znacznie, znacznie bardziej skomplikowana. Terminem „radium girls” określano dziewczęta pracujące w trzech fabrykach na terenie USA: Radium w Orange w New Jersey, powstała około 1917 r., kolejna w Ottawie w Illinois, działająca od wczesnych lat dwudziestych XX w., oraz w Waterbury w stanie Connecticut. Kobiętom zatrudnionym w tych zakładach powiedziano, że farba, której mają używać jest nieszkodliwa. Praca oczywiście odbywała się na tzw. akord, czyli płacono za jak największą ilość gotowych zegarków. Choć początkowo przygotowywano dla pracownic szczoteczki, szybko okazało się, że ich zwilżanie wodą, czyszczenie szmatką, wycieranie z farby trwa zbyt długo i bardzo opóźnia proces produkcyjny, co w efekcie powoduje mniejsze zarobki. Same pracownice wymyśliły więc ten sposób pracy poparty oczywiście odczuciem przez właścicieli fabryk. W latach 1917-1926 amerykańska firma Radium Corporation, pierwotnie znana jako Radium Luminous Material Corporation, zajmowała się wydobyciem i oczyszczaniem radu z rudy karnotytu w celu wytworzenia farb świetlnych. Jako kontrahent obrony, USA firma była głównym dostawcą zegarków radioluminescencyjnych dla wojska. Zatrudnieni w tych fabrykach uczeni i naukowcy doskonale zdawali sobie sprawę z niszczącego działania radu i pracowali z odpowiednimi zabezpieczeniami. Jednak nawet te nie uchroniły od śmierci chemika, dr Edwina E. Lemana w roku 1925. Dochodziło do zachorowań kobiet we wszystkich trzech fabrykach. Te wydarzenia spowodowały rozpoczęcie śledztwa. Szacuje się, że przy malowaniu wskazówek zegarków pracowało w USA i Kanadzie ok. 4000 osób, w tym głównie kobiety. Dla zabawy i reklamy, malowały one ową farbą paznokcie, twarze, przecież powiedziano im, że była przebadana i jest nieszkodliwa. Kiedy odkryto co było przyczyną zachorowań pracownic fabryk, próbowano zatuszować ten fakt; lekarze, dentyści byli proszeni o niepodawanie prawdziwych informacji, a przyczyny zgonów kobiet przypisywano innym chorobom np. kile.

Nie jest to oczywiście opis całej historii ponieważ nie o tym jest mój tekst, pragnęłam tylko przywołać fakty, do których odwoływała się opisywana sztuka. Jej twórcy prezentując w niezwykle oryginalny sposób fragmenty biografii Marii Skłodowskiej-Curie dotknęli kilku bardzo ważnych punktów, zwrócili uwagę na aspekty, o których nie pamiętamy lub z których nie zdajemy sobie po prostu sprawy.

Biografia uczzonej stała się niejako tłem, zaczynam do możliwości zastanowienia się nad kwestiami niezwykle ważnymi w dzisiejszym świecie; granice prywatności, tendencja do oce-

niania i szufladkowania innych, wyzysk pracowników, nachalność mediów, równe traktowanie, wolność, chorobliwy przerost ego i poczucia własnej wartości oraz nieomyślności. W tym wszystkim Maria Skłodowska-Curie jest postacią w pewien sposób stałą, z jej systemem wartości, poglądami społecznymi i zaangażowaniem w pracę naukową. Autorzy sztuki pozwolili nam, widzom, dostrzec realną postać, żywego człowieka, kobietę z krwi i kości, a nie tylko wyidealizowany pomnik czy kukiełkę spełniającą oczekiwania.

Uwagę przykuwała fantastyczna choreografia Anny Sawickiej-Hodun, świetna muzyka Nataszy Topór oraz pełna ekspresji, niezwykle wymagająca gra aktorów. Mała sala, w której odbywało się przedstawienie, bliskość i krótki dystans do aktorów, potęgowały emocjonalny przekaz. Jednakże mój osobisty odbiór oddawałaby dobrze krzywa sinusoidy; emocje oddające zachwyt mieszały się z rozczarowaniem i pewną złością z powodu spłylenia niektórych wątków czy niedoskonałych porównań.

Na moją krytykę zasługiwał fakt, że autorzy sztuki zaprezentowali jedynie negatywne, szkodliwe działanie radu, konsekwencje odkrycia zbyt uogólnione jak np. wybuch elektrowni w Czarnobylu, właściwie nie podając medycznych konsekwencji jego odkrycia.

Maria Skłodowska-Curie, czy tego chcemy, czy nie, stała się bohaterką memów, filmików, tematem murali, ikoną czy twarzą feminizmu, produktem popkultury. Można zastanawiać się, czy to dobrze, czy jest to zgodne z etosem uczzonej, ale otaczający świat zdaje się nie pozostawiać wątpliwości i nie pyta o zdanie. Zmienia się język, forma porozumiewania się, sposób postrzegania autorytetów, ale fakt, że uczona „istnieje” w mediach społecznościowych, że jest obecna w świadomości młodych ludzi niezajmujących się nauką, że stanowi pewien punkt odniesienia i oceny, jest w mojej ocenie cenny.

Przedstawienie zapewne można będzie w przyszłości obejrzeć w Warszawie i choć jak pisałam, budziło we mnie bardzo mieszane uczucia, polecam Państwu jego obejrzenie, ponieważ prezentuje ono nieco inny punkt spojrzenia na uczoną. Zwraca też uwagę na czasami komercyjne wykorzystanie postaci uczzonej i zmusza do zastanowienia się nad kwestiami ponadczasowymi, uniwersalnymi.



Fot. 1. Scena ze spektaklu „Skłodowska. Radium girl” w reżyserii Agaty Biziuk (fot. TEATR WARSawy)

Tekst i reżyseria: Agata Biziuk
Scenografia: Katarzyna Pielużek
Muzyka: Natasza Topor
Projekcje: Patryk Bychoski
Choreografia: Anna Sawicka-Hodun
Reżyseria światła: Maciej Iwańczyk
Plakat: Paweł Brajczewski
Konsultacje chemiczne: Marzanna Rutkowska

Obsada: Paulina Moś, Helena Radzikowska, Paweł Rutkowski, Mateusz Trzmieł

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



EURATOM – INNE MOŻLIWOŚCI. WSPÓŁPRACA Z JRC

Zazwyczaj, kiedy myślimy o sfinansowaniu badań z zakresu rozszczepienia jądowego, do głowy przychodzi nam konkursy ogłaszane przez Komisję Europejską na Participant Portal. Teraz pewnie też tak jest. Do zagarnięcia w najbliższym

konkursie jest pula 68,80 mln euro. Ale wiadomo, konkursy to loteria. Wygrywają najlepsi, ci dla których wystarczy pieniędzy z budżetu. A nie zawsze tematyka konkursowa do końca nam odpowiada. Ponadto, pamiętajmy o samym podziale budżetu na badania jądowe na poziomie europejskim, na sfinansowanie konkursów z zakresu Euratom Fission trafia najmniejszy strumień finansowania, co dobrze ilustruje poniższy schemat przedstawiony w raporcie „Interim Evaluation of the Direct Actions under the Euratom Research and Training Programme 2014 -2018”



Jak możemy zwiększyć swoje szanse w inny sposób? Gdzie szukać dodatkowych możliwości?

Polskie organizacje coraz częściej podejmują współpracę ze **Wspólnym Centrum Badawczym Komisji Europejskiej (the JRC)**. Wynika z tego wiele korzyści, jest to obszar, w którym nadal można zrobić i zyskać bardzo dużo. GELINA, HADES, MONNET i RADMET funkcjonujące w ramach infrastruktury EUFRAT, to tylko niektóre z laboratoriów, jakie JRC udostępnia zainteresowanym organizacjom.

Wspólne Centrum Badawcze jest jedną z Dyrekcji Generalnych Komisji Europejskiej i jednocześnie superno-

wczesnym zapleczem badawczym UE, zatrudniającym ponad 3 tysiące osób i dysponującym budżetem ponad 400 mln euro rocznie. Bierze udział w tworzeniu polityki UE, wyznaczaniu norm i standardów dla krajów członkowskich. Współpracuje również z publicznymi i prywatnymi jednostkami oraz indywidualnymi naukowcami z całego świata.

Obok brukselskiej centrali, strukturę Wspólnego Centrum Badawczego tworzy 7 ośrodków badawczych usytuowanych w 5 krajach europejskich:



JRC koncentruje się na 10 ogólnych obszarach tematycznych, kluczowych dla rozwoju UE:

- Agriculture and food security
- Economic and Monetary Union
- Energy and transport
- Environment and climate change

- Health and consumer protection
- Information Society
- Innovation and growth
- Nuclear safety and security
- Safety and Security
- Standards

W obszarze badań jądrowych, najważniejsze są ośrodki: Petten (Holandia), Karlsruhe (Niemcy), Ispra (Włochy) oraz Geel (Belgia).

Poniższa tabela pokazuje tematykę jaką zajmuje się część jądrowa JRC. Tabela pochodzi z raportu: „Interim Evaluation of the Direct Actions under the Euratom Research and Training Programme 2014-2018”

ACTIVITIES TO ACHIEVE THE PROGRAMME OBJECTIVES STIPULATED IN THE EURATOM REGULATION (2014-2018) FOR THE DIRECT ACTIONS OF JRC	JRC EVALUATION STRUCTURE: FIVE WORK PROGRAMME AREAS DISTRIBUTED OVER TWELVE SUB-AREAS OF ACTIVITY
Improving nuclear safety including: • Nuclear reactor and fuel safety • Waste management including final geological disposal as well as partitioning and transmutation • Decommissioning, and emergency preparedness	Area 1: Nuclear safety 1.1 Nuclear reactor safety 1.2.1 Safety of nuclear fuels and fuel cycle: Conventional nuclear fuels 1.2.2 Safety of nuclear fuels and fuel cycle: Innovative nuclear fuels and fuel cycles 1.3 Radioactive waste management 1.4 Nuclear emergency preparedness and response 1.5 Environmental monitoring & radiation protection
Improving nuclear security including: • Nuclear safeguards • Non-proliferation • Combating illicit trafficking, and nuclear forensics	Area 2: Nuclear security 2.1 Nuclear safeguards 2.2 Non-proliferation 2.3 Nuclear security and prevention of CBRN hazards
Increasing excellence in the nuclear science base for standardisation	Area 3: Standards for nuclear safety, security and safeguards
Fostering knowledge management, education and training	Area 4: Knowledge management, training and education
Supporting the policy of the Union on nuclear safety and security	Area 5: Non-energy applications of radionuclides and technologies

Table 1 Mapping of the activities in the Euratom Regulation onto the JRC work-programme areas

WSPÓŁPRACA Z JRC

Wspólne Centrum Badawcze oferuje możliwości współpracy:

- **indywidualnej** – naukowcom na różnym etapie ich kariery, w postaci: pracy (stałej i tymczasowej), staży oraz praktyk naukowych i administracyjnych, a także szkoleń, warsztatów, kursów szkoleniowych oraz projektów badawczych finansowanych z programów ramowych (np. grantów Marii Skłodowskiej-Curie). Świetną ilustracją możliwości indywidualnej współpracy z JRC jest kariera dr hab. Piotra Szymańskiego z NCBJ, który obecnie pełni funkcję dyrektora ośrodka JRC w Petten.

Więcej informacji oraz oferty dla naukowców znajdują się na stronie: <https://ec.europa.eu/jrc/en/working-with-us/jobs>

- **instytucjonalnej** – przedsiębiorstwom, organizacjom badawczym, instytutom naukowym oraz administracji publicznej, poprzez: realizację wspólnych projektów badawczych, sieci współpracy, a nawet dwustronne umowy o współpracy.

Jak mogą współpracować instytucje?

- wspólne badania, projekty badawcze, finansowane z różnych źródeł (w tym z programów ramowych UE),
- wspólne publikacje,
- dostęp do infrastruktury JRC (aktualnie otwarte konkursy: <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-facility/open-access>),
- wymiana informacji i danych,
- wymiana pracowników,
- wspólne konferencje i inne wydarzenia,
- zapytania ad hoc,
- bez przepływu środków finansowych.

Chcielibyśmy zwrócić Państwa uwagę szczególnie na **możliwość zawarcia dwustronnych umów z JRC, w ramach współpracy instytucjonalnej**. Taka dwustronna umowa pozwala na podjęcie lub zacieśnienie i ułatwienie współpracy, w ramach której możliwe jest bezpośrednie realizowanie działań leżących w interesie obu stron. Daje możliwość udziału w kształtowaniu Programów Pracy (Work Programmes) JRC oraz późniejszą realizację badań i współpracy w konkretnych punktach uzgodnionych i zapisanych nie tylko w porozumieniu, ale również w wypracowanym w ten sposób Work Programme JRC. W praktyce oznacza to możliwość wpływania na obszary zainteresowania JRC, co może nieść za sobą dalsze korzyści. Podpisanie dwustronnej umowy znacznie ułatwia również realizację powyżej wymienionych działań.

Do tej pory, jako Polska, mamy podpisanych 11 takich umów.

Gdzie uzyskać więcej informacji:
na stronach JRC:

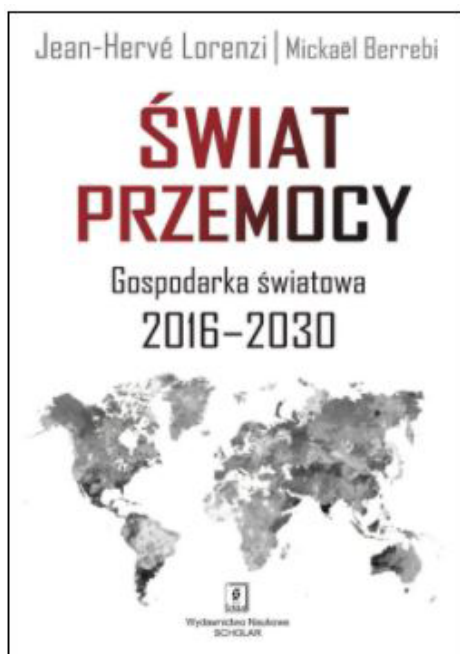
<https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-in-brief>, w Krajowym Punkcie Kontaktowym Programów Badawczych Unii Europejskiej: (https://www.kpk.gov.pl/?page_id=10242)

oraz zapoznając się z raportem na temat JRC, w którego opracowaniu uczestniczył prof. Grzegorz Wrochna: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/interim-evaluation-direct-actions-under-euratom-research-and-training-programme-2014-2018>

Adam Gluszek, Aneta Maszewska,
Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE
we współpracy z prof. Grzegorzem Wrochną z Narodowego Centrum Badań Jądrowych



ŚWIAT PRZEMOCY



Fot. 1. Okładka książki „Świat przemocy. Gospodarka światowa 2016-2030”

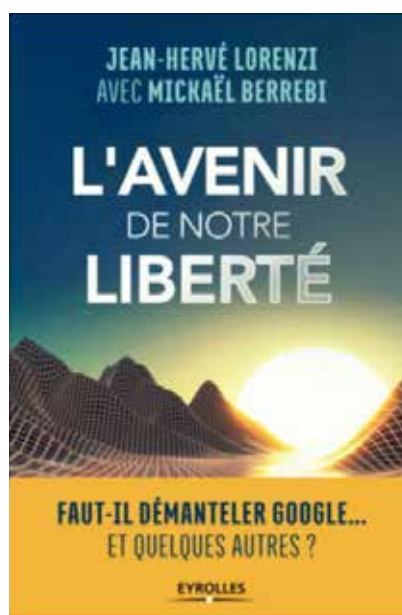
W Sali notowań Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie odbyła się prezentacja książki „Świat przemocy. Gospodarka światowa 2016-2030”. Jest to polskie tłumaczenie publikacji, która ukazała się w języku francuskim w roku 2015. W spotkaniu wzięli udział autorzy pracy, wybitni ekonomiści francuscy, Jean-Hervé Lorenzi i Mickaël Berrebi.



Fot. 2. Autorzy publikacji (z lewej strony) (fot. Wojciech Głuszewski)

Wymienili oni 6 barier rozwojowych, które w zasadniczy sposób mogą wpłynąć na sytuację gospodarczą świata w najbliższych kilkunastu latach. Trzy zupełnie nowe to: załamanie postępu technicznego, starzenie się populacji oraz eksplozja nierówności. Pozostałe trzy znane wcześniej to: masowe transfery działalności gospodarczej z jednego krańca świata na drugi, finansjalizacja gospodarki, brak oszczędności umożliwiających finansowanie nowych inwestycji. Wszystkie one podobnie jak płyty tektoniczne będą na styku powodować zjawiska, które mogą prowadzić do kolejnych przełomów. Autorzy myślą o trajektorii rozwoju gospodarki światowej

w sposób całkowicie odmienny niż ten, który znamy. Jak sami piszą „Powszechne trudności wynikają z głębokiego niezrozumienia sieci ograniczeń, z którymi światowa gospodarka będzie musiała się zmagać. Nikt nigdy nie wymyślił wiarygodnych i akceptowalnych rozwiązań bez zarysowania przyszłości. Proponowane przez wiele osób najbardziej niedorzeczne i upraszczające koncepcje nawiązują zwykle do minionych czasów wielkich przemian. My podjęliśmy próbę naszkicowania losów gospodarki światowej w ciągu najbliższych piętnastu lat. Zarówno w diagnozie, jak i w rozwiązaniach często brakuje precyzji, bywają one niedoskonałe. Nie zmienia to jednak faktu, że świat nie uniknie naprawdę wielkiego kryzysu i jego dramatycznych następstw, jeśli nie zrozumie podstawowych zjawisk przyszłych realiów makroekonomicznych. Nasze propozycje opierają się, więc na niewyraźnych jeszcze tropach, ale prawdopodobnie właściwie identyfikują rolę – tak dziś chwiejnych – polityk makroekonomicznych”. Warto więc przeczytać tę książkę, aby zastanowić się, czy rzeczywiście należy liczyć się z zagrożeniami, których siły ani czasu nie jesteśmy w stanie dokładnie przewidzieć.



Fot. 3. Okładka książki „Faut-il démanteler Google... Et quelques autres?” autorzy Mickaël Berrebi, Jean-Hervé Lorenzi

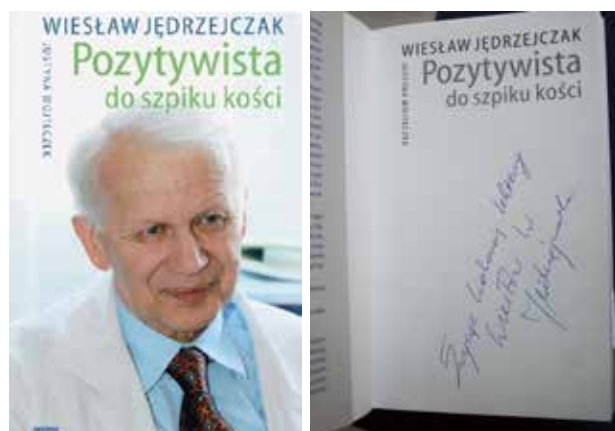
Jean -Hervé Lorenzi to wybitny ekonomista francuski, założyciel i przewodniczący francuskiego think tanku Cercle de économistes, skupiającego teoretyków i praktyków ekonomii. Krąg inicjuje otwarte debaty, jest m.in. organizatorem największego forum ekonomicznego w Europie – Spotkań Ekonomicznych w Aix-en-Provence. Był między innymi dyrektorem wykonawczym Francuskiego Centrum Energii Atomowej. Jest specjalistą w dziedzinie nowych technologii, innowacji, dobrobytu ekonomicznego, gospodarki przemysłowej, ubezpieczeń i oceny ryzyka, finansowania gospodarki.

Mickaël Berrebi to absolwent ESSEC Busine’s School, doradca finansowy, specjalista z dziedziny oceny ryzyka, członek francuskiego Instytutu Aktuariuszy. W 2017 r. wydał wspólnie z Jeanem-Hervé Lorenzikiem drugą książkę, L’avenir de notre liberté. Faut-il démanteler Google... Et quelques autres? [Przyszłość naszej wolności. Czy należy zniszczyć Google’a... i kilku innych?].

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



POZYTYWISTA DO SZPIKU KOŚCI



Autorzy: Justyna Wojteczek, Wiesław Jędrzejczak

Wydawnictwo Studio EMKA, 2017, 248 stron

Wybitny specjalista chorób wewnętrznych, hematolog, onkolog kliniczny, transplantolog prof. dr Wiesław Jędrzejczak został Osobowością Roku 2017 w Ochronie Zdrowia. Wyróżnienie zostało wręczone w czasie Galii na Zamku Królewskim w Warszawie. W kuliach odbyła się promocja książki, w której w obszernym wywiadzie Profesor opowiada Justynie Wojteczek historię swojego życia. Wspomina o domu rodzinnym i latach szkolnych oraz o tym, jak został wojskowym lekarzem, który jako pierwszy w Polsce podjął się zabiegów przeszczepów szpiku kostnego. Praktykę lekarską Profesor zaczynał na oddziale izotopów wojskowego szpitala na Szaserów. Czterech zatrudnionych tam wówczas lekarzy zajmowało się różnymi dziedzinami medycyny. Pacjentami byli między innymi oficerowie radiolokacji narażeni na promieniowanie mikrofalowe. Przypadki nowotworów tarczycy leczono radioaktywnym jodem (^{131}J). Uruchomiono pierwszą w kraju scyntyografię płuc. Profesor zajmował się hematologią w kontekście choroby popromiennej, by przygotować Układ Warszawski do leczenia ludzi w razie wojny jądrowej. Na szczęście doświadczenia w tej dziedzinie okazały się mało przydatne. Skoro jednak zadaniem było przygotowanie się na wypadek wybuchu wojny jądrowej, Profesor wymyślił koncepcję klinicznych modeli choroby popromiennej. Takim modelem były skutki uboczne stosowania cytostatyków. Mógł, więc zająć się również chemioterapią nowotworów. W dużej części publikacji autor wspomina o pionierskich w kraju przeszczepach szpiku kostnego. Początki były trudne i nie zawsze leczenie kończyło się sukcesem. Oskarżano go, że zabija pacjentów chorych na raka. Ostatecznie jednak udało mu się dokonać rewolucji w polskiej medycynie i uratować zdrowie i życie wielu pacjentom. Z lektury książki możemy również dowiedzieć się o pobycie Profesora w USA i jego kontaktach z polskim kontrwywiadem. Warto dodać, że Profesor jest laureatem Nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w 1993 r. za „prace na temat molekularnych i komórkowych mechanizmów powstawania komórek krwi”.

Wojciech Gluszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



POLSKA ATOMISTYKA, Polish nuclear science

Wydawnictwo Instytutu Zrównoważonej Energii
Kraków 2017

Praca zbiorowa

Izabela Cieszkowska, Krzysztof Gajda, Dorota Gajda, Jerzy Janczyszyn, Stanisław Latek, Renata Mikołajczak, Marek Rabiński, Krzysztof Rzymkowski, Małgorzata Sobieszczak-Marciniak, Ryszard Strzelecki, Tomasz Szreder, Stanisław Wołkowicz



Książka POLSKA ATOMISTYKA jest zbiorem esejów opisujących historię badań naukowych powiązanych z fizyką i techniką jądrową prowadzonych przez polskich uczonych od początków XX wieku. Opracowanie powstało z inicjatywy Departamentu Energii Jądrowej Ministerstwa Energii. Ponieważ zamierzeniem wydawcy, było możliwe szerokie rozpowszechnienie tej unikalnej publikacji nie tylko w Polsce, książka jest również tłumaczona na język angielski. Autorzy dołożyli wielu starań, by zgromadzić w tym opracowaniu informacje o najważniejszych osiągnięciach polskich uczonych, co ze względu na rozproszenie materiałów źródłowych i krótkie terminy opracowania tematów było zadaniem bardzo ambitnym. Trudnością było nawet ustalenie listy uczonych, ze względu na to, że w większości pracowali oni w początkowym okresie rozwoju atomistyki w ośrodkach zagranicznych. Publikacja daje jednak dość dobry obraz dziejów polskiej atomistyki od jej „prehistorii” do dziś. Należy podkreślić, że rozległość tematyki związanej z atomistyką, szczególnie w okresie po powołaniu Urzędu Pełnomocnika Rządu ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej, wymusiła jedynie zaznaczenie kierunków rozwoju badań i związanych z nimi innych działań. W książce znajdują się również informacje dodatkowe w formie krótkich wstawek wyjaśniających istotę omawianego odkrycia np. „produkt uboczny” powstały przy budowie bomby atomowej matematyczna metoda Monte Carlo opracowana przez Stanisława Ulama, czy mapa wykorzystania radiofarmaceutyków w ludzkim ciele. Inną zaletą publikacji jest podanie podręcznego słownika wyjaśniającego używane w tekście pojęcia specjalistyczne.

W publikacji w wielu miejscach można znaleźć wzmianki o osiągnięciach Mikołaja Żywa i dlatego pewien niedosyt budzi brak krótkiego opisu przybliżającego jego postać. Mikołaj Żyw był uczonym działającym w Polsce w okresie międzywojennym i posiada znaczne osiągnięcia w tworzeniu podstaw światowej atomistyki. Innym uczonym wspomnianym w tekście, a o którym również brak jest bardziej szczegółowych

informacji jest Leopold Infeld bliski współpracownik Alberta Einsteina. Wspólne ich osiągnięcia to równania ruchu w ogólnej teorii względności (tzw. teoria Einsteina-Infelda-Hoffmana) i książka *Ewolucja fizyki*.

W części opracowania dotyczącej okresu powojennego zbyt dużo uwagi poświęcono historii poszukiwania uranu (12 stron) co może wywołać błędne wrażenie, że wydobywanie uranu, początkowo we współpracy międzynarodowej w ramach ówczesnych sojuszy a później samodzielnie było najważniejszym celem rozwoju atomistyki w Polsce.

Pewnym istotnym brakiem opracowania jest pominięcie wkładu polskich uczonych w pracach instytutów międzynarodowych: Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych w Dubnej (ZSRR- Rosja) i Europejska Organizacja Badań Jądrowych (CERN Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire) Szwajcaria, osiągnięć polskiego skromnego przemysłu jądrowego POLON, Zakłady Doświadczalne Instytutów Badań

Jądrowych w Świerku, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie oraz organizacji specjalistycznych np. Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Nie wspomniano również nic o działalności ośrodków akademickich. Sądzę, że wynikało to z ograniczenia objętości publikacji. Tego rodzaju publikacja jest teraz, w okresie przygotowywania się do budowy energetyki jądrowej w Polsce bardzo potrzebna.

Od dawna w Postępiech Techniki Jądrowej zamieszczane są artykuły wspomnieniowe o budowniczych polskiej atomistyki po roku 1956 (rok powołania Pełnomocnika Rządu ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej), może warto byłoby zebrać te opracowania i wydać w postaci pierwszego tomu, z perspektywą kontynuacji.

Krzysztof Rzymkowski,
sekretarz generalny,

Stowarzyszenie Ekologów na Rzecz Energii Nuklearnej
SEREN - POLSKA,
Warszawa



TARGI WNE 2018

PROFESJONALIŚCI Z SEKTORA NUKLEARNEGO SPOTKAJĄ SIĘ W PODPARYSKIM VILLEPINTE

World Nuclear Exhibition (WNE), najważniejsze światowe targi branży nuklearnej ukierunkowane na biznes odbędą się za 5 miesięcy **od 26 do 28 czerwca 2018 r.**

Aby zapewnić komfort odwiedzającym, w szczególności gościom z zagranicy, targi zostaną zorganizowane w **Hali 7 Centrum Wystawowego Paris Nord Villepinte**, usytuowanego 15 minut od lotniska Roissy Charles de Gaulle i dobrze skomunikowanego z centrum Paryża dzięki kolejce RER.

3. edycja wydarzenia zaprezentuje nową erę sektora nuklearnego. Z powierzchnią wystawową **25 350 m²** i spodziewaną frekwencją na poziomie **20 000 profesjonalistów z całego świata** targi WNE nieustannie się rozwijają.

WNE 2018 w liczbach:

- 4 000 spotkań biznesowych
- 800 wystawców w tym 37% firm spoza Francji
- pochodzących z 27 krajów
- 20 pawilonów narodowych

Doskonałość przemysłu jądrowego, nowa era

WNE 2018 będzie świętować **doskonałość przemysłu jądrowego** z najnowszymi osiągnięciami branży z całego świata: podłączeniem do sieci wielu reaktorów III generacji, uruchomieniem dużych projektów utrzymania i rozbiórki instalacji jądrowych, nowymi technologiami.

Targi WNE po raz pierwszy zaprezentują 4 tematy:

- Małe reaktory modułowe (SMR)
- Zaawansowane reaktory, IV i następnej generacji
- Cyfryzacja
- Likwidacja i rozbiórka obiektów jądrowych

Te 4 zagadnienia będą tematem debat (małe reaktory modułowe, zaawansowane reaktory) i wizyt z przewodnikiem (cyfryzacja oraz likwidacja i rozbiórka obiektów jądrowych), które odbędą się w środę 27 i czwartek 28 czerwca br.

Innowacje w roli głównej

Start-up Planet promuje młode firmy, które zmieniają branżę, zwiększając swoją doskonałość i konkurencyjność oraz kształtują przyszły sektor jądrowy dzięki innowacjom, potencjałowi twórczemu i dynamizmowi.

Jeszcze ciekawsza oferta targów

Okrągłe stoły, warsztaty prowadzone przez wystawców, prezentacje Start-upów, debaty, zwiedzanie z przewodnikiem, sesje networkingowe i spotkania biznesowe będą organizowane przez wszystkie trzy dni trwania targów.

Nagrody WNE Awards – innowacje i technologie przyszłości

Po sukcesie poprzedniej edycji targi **WNE po raz kolejny wręczą Nagrody WNE Awards**, które doceniają innowacje i talenty przyczyniające się do doskonałości przemysłu jądrowego.

Nagrody zostaną przyznane w czterech kategoriach: **innowacje, zarządzanie wiedzą i kompetencjami, doskonałość operacyjna i bezpieczeństwo jądrowe**.

Ważnym punktem drugiej edycji nagród będzie skoncentrowanie się na małych i średnich przedsiębiorstwach poprzez stworzenie 3 kategorii: « innowacje », « zarządzanie wiedzą i kompetencjami » oraz « doskonałość operacyjna », które uwzględniają różnorodność i bogactwo struktury przemysłowej charakterystycznej dla tej branży.

Business first !

WNE to wydarzenie o charakterze międzynarodowym ukierunkowane na biznes, które od kilku lat umacnia swoją pozycję najważniejszego spotkania profesjonalistów z sektora nuklearnego. W 2016 r. w ramach targów odbyło się ponad 3200 spotkań, które umożliwiły przedstawicielom branży wymianę doświadczeń, nawiązanie współpracy, znalezienie nowych dostawców oraz rozwijanie działalności eksportowej.

Organizatorzy targów WNE oczekują, że w 2018 r. zorganizowanych zostanie 4000 spotkań i proponują usługę umożliwiającą umówienie spotkania, aby ułatwić wymianę doświadczeń i dobrych praktyk między dostawcami i najważniejszymi osobami decyzyjnymi z branży nuklearnej z całego świata.

Wydarzenia towarzyszące

WNE to coś więcej niż targi, to platforma, która łączy ekspertów z branży i przyciąga inne renomowane wydarzenia odbywające się w tym samym czasie m.in. międzynarodową konferencję INDEX organizowaną przez French Nuclear Society (SFEN) poświęconą doświadczeniom cyfrowym w branży nuklearnej.

Kontakt dla prasy**Nathalie Vinatier**

nathalie.vinatier@nereides-conseils.fr

Czym jest AIFEN

Targi WNE są organizowane przez AIFEN (Francuskie Stowarzyszenie Eksporterów Sektora Nuklearnego), które zrzesza ponad 300 firm i organizacji (PFCE, PFME, GILN, PNB) działających w całym wymiarze procesu nuklearnego – od produkcji paliwa aż do rozbiórki instalacji jądrowych.

Connect to Nuclear!



Wydarzenie zainicjowane przez:

www.aifen.fr

Organizator

www.reedexpo.fr

Przedstawicielstwo targów WNE w Polsce:**Międzynarodowe Targi Francuskie**

Tel.: 48 22 815 64 55

e-mail: promopol@it.pl

PROF. DR HAB. JANUSZ MIKA - WSPOMNIENIE

(24 marzec 1934 - 22 grudzień 2017)

W dniu 22 grudnia 2017 r. zmarł prof. dr hab. Janusz Mika, światowej klasy specjalista w dziedzinie zastosowań metod matematycznych w fizyce reaktorów jądrowych. Pożegnaliśmy Go 3 stycznia 2018 r. na Cmentarzu Komunalnym Północnym (kwatery U-III-4,2-19). Bardzo osobiste wspomnienie o Ojcu wygłosił nad grobem jego syn Marek.

Prof. dr hab. Janusz Mika był absolwentem (1955) Wydziału Matematyczno-Fizycznego Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej (1955) i w tym samym roku rozpoczął pracę w Instytucie Badań Jądrowych (IBJ) w Świerku jako asystent, starszy asystent, adiunkt, docent i profesor nadzwyczajny. Tam też doktoryzował się (1963) i uzyskał tytuł doktora habilitowanego (1966). Jego zainteresowania naukowe związane były z metodami matematycznymi w fizyce reaktorów jądrowych, a konkretnie z teorią transportu neutronów; metodami wariacyjnymi, metodą zaburzeń osobliwych i przybliżonym rozwiązywaniem równań różniczkowych. Tytuł profesora nadzwyczajnego nauk fizycznych uzyskał w 1972 r. w wieku 38 lat i był w tym czasie jednym z najmłodszych profesorów w Polsce. Przez 25 lat pracował w IBJ (1955-1981), a następnie przez rok wykładał na Uniwersytecie Kaiserslautern w RFN, później przez 5 lat na Uniwersytecie Strathclyde w Szkocji (1981-1986), przez kolejne 10 lat na Uniwersytecie w Natalu (1986-1996) w Republice Afryki Południowej i wrócił do Instytutu Energii Atomowej (1996-2003), a po przekształceniu pracował nadal w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (2003-2006). Od 1996 r. łączył pracę naukowo-badawczą w Instytucie Energii Atomowej z działalnością naukowo-dydaktyczną w Politechnice



Łódzkiej przez 10 lat i przez 13 lat w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie. Tytuł profesora nauk matematycznych uzyskał w 1989 r. na Uniwersytecie w Natalu, a tytuł profesora zwyczajnego nauk matematycznych w 1998 r. na Politechnice Łódzkiej. W pierwszym okresie pracy w IBJ wypromował 6 doktorów. W latach 1999-2011 pełnił funkcję Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Energii Atomowej w Świerku, a w latach 2011-2015 był wiceprzewodniczącym Rady Naukowej Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku.

Prof. Janusz Mika jest autorem 74 artykułów naukowych, jednej książki „Singularly Perturbed Evolution Equations with Applications in Kinetic Theory” (World Scientific, Singapur, 1995), współautorem: podręcznika „Energia jądrowa i jej zastosowania” (WNT, Warszawa 1962) oraz hasła dotyczącego teorii reaktorów i teorii transportu neutronów w „Encyklopedii Fizyki” (PWN, Warszawa 1974).

Jego pierwszy artykuł pt.: „Neutron Transport with Anisotropic Scattering” opublikowany w czasopiśmie Nuclear Science and Engineering (11, 415-427, 1961) został uznany za tzw. Citation Classic przez Institute for Scientific Information i umieszczony na liście 50 prac, które wywarły największy wpływ na rozwój teorii transportu neutronów.

Prof. Janusz Mika aktywnie uczestniczył w pracach wielu krajowych i zagranicznych organizacji i towarzystw naukowych, a do ważniejszych należy Polskie Towarzystwo Nukleonowe, w którym pełnił funkcję wiceprezesa w czasie dwuletniej kadencji. W okresie 10 lat (1986-1996) był członkiem Towarzystwa Matematycznego Południowej Afryki.

Za swoje osiągnięcia prof. dr hab. Janusz Mika został odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski oraz Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

Nie można zapomnieć o Jego wielkiej pasji publicystycznej. Objawiło to się licznymi artykułami w czasopiśmie Rezonans wydawanym do 1981 r. w IBJ, w którym publikował regularnie felietony pt. „Oskarżenia i kalumnie”. Do pasji pisania powrócił w 1997 r. w niezależnym i nieregularnym piśmie komputerowym NEUTRONY Ośrodka Atomistyki w Świerku będąc pomysłodawcą jego powstania i angażując kolegów podpisanych pod tym wspomnieniem.

Krzysztof Andrzejewski, Andrzej Mikulski i Marek Rabiński



NAD GROBEM BARBARY ANDRZEJAK...

Szanowni Państwo,

Chciałbym pożegnać p. Barbarę – dla wielu z nas p. Basię – w imieniu jej współpracowników z IChTJ i czasopisma „Postępy Techniki Jądrowej”.

Barbara Andrzejak studiowała na SGGW. Uczelnię tę skończyła uzyskując dyplom magistra inżyniera technologii rolniczej. Nie pracowała jednak w swoim zawodzie. Pracowała w Instytucie Ekonomiki Przemysłu Chemicznego, a następnie – od 1985 r. – w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej. W IChTJ była kierownikiem Działu Informacji Naukowo-Ekonomicznej, któremu podlegała m.in. biblioteka.

Mąż p. Barbary pracował przez pewien czas w ZIBJ w Dubnie, dlatego p. Andrzejak przebywała także okresowo w Rosji.

Na początku 1993 r. IChTJ podjął się wydawania czasopisma „Postępy Techniki Jądrowej”, istniejącego od 1957 r. Pani Barbara Andrzejak została sekretarzem redakcji, a mówiący te słowa redaktorem naczelnym. Mimo przejścia na emeryturę w roku 1996 pozostała szefową sekretariatu PTJ przez kolejne/następne dziesięciolecie. W tym czasie wydawcą czasopisma była Państwowa Agencja Atomistyki.

Była dobrym i lubianym pracownikiem. Była osobą ciepłą i pogodną. Świetnie dawała sobie radę z organizowaniem/zdobytaniem tekstów do czasopisma, łatwo nawiązywała kontakty z autorami.

Po odejściu z pracy w PTJ, co nastąpiło w roku 2006, nadal utrzymywała kontakty z członkami redakcji. Przy okazji Jubileuszu 50-lecia PTJ i 20-lecia nowej kolorowej edycji czasopisma publikowała okolicznościowe/wspomnieniowe artykuły. Znalazły się w nich miłe, celne uwagi na temat zalet i kwalifikacji kolegów redaktorów i na temat walorów czasopisma.

Swoje teksty poprzedzała mottami, które miały formę rytmowanych wierszyków. Oto jeden z nich:



motto

Czasopismo „Postępy Techniki Jądrowej”
w formie nowej
powstało na Dworku
i na Komarówce

Od 1993 roku,
kiedy po latach,
merytoryczne ugrupowanie,
a kontakty z autorami
sukcesywnie nawiązywane

Pod kierunkiem tego samego
Redaktora Naczelnego,
jak kiedyś
Komitetu Redakcyjnego,
fachowe opracowanie graficzne,
ze zdjęciami dobrane i leżące w rękach

Dzięki sumienności autorów
i trudnej pracy Redakcji,
sponsoringowi
przez Komitet Badań Naukowych
i Państwową Agencję Atomistyki,
odczytaliśmy bardzo dobre wyniki.

Choć czas mija,
PTJ stała się nową
W zagrożeń nukleonów wciąż głęboko
a jego forma cieszny oko.

B. Andrzejak

W związku z zaprzestaniem wydawania Postępów Techniki Jądrowej przez Centrum Informacji i Energetyki, w listopadzie 1993 roku, na prośbę prezesa Państwowej Agencji Atomistyki, wydawca czasopisma podjął się Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, przy współudziale IChTJ i PTN (Państwowego Towarzystwa Nukleonowego). W proces ten włączył się także dyrektor naukowej IChTJ

prof. Andrzej Chmielewski. Redaktorem naczelnym został Stanisław Latek, a sekretarzem redakcją autorka artykułu. Stanęliśmy przed problemami:

1. określenia formy czasopisma,
2. doboru współpracowników,
3. a przede wszystkim skomplikowania artykułów.

ad. p. 1 – Zdecydowaliśmy się na format A4, co przy zastosowaniu popołudniowym było najzgodniejsze.

ad. p. 2 – Do komitetu redakcyjnego powołano osoby, które wcześniej przedstawiły (podczas ogólnych zebrań atomistyki) temata: Janina Janowska, Maria Kowalska, Adam Kowalski, Andrzej Mikulski, Marek Radziński, Edward Rurzyński. W roku 1999 został włączony do zespołu Włodzisław Głuszewski.

Redaktorem została Zofia Karpinska, z którą pracowaliśmy w Nukleonie, a przedtem w PWN. Współpracowała z nami początkowo również Ewa Górecka. Opracowanie graficzne podjęła się Ewa Kwaśniewska-Szpakowska, co z powodzeniem było do tego. Dzięki niej forma czasopisma jest interesująca i estetyczna. W zakresie wykończenia złożył cały czas współpracownik z Bydgoszczy Włodzisław Głuszewski.

ad. p. 3 – Przy gromadzeniu artykułów bardzo pomógł mi Latek, że jako pracownik IChTJ, byłam sekretarzem Nukleonu, która wówczas zamierzała relacjami z seminarium „Jad i radionukleidy” (z zagrożeń radiologicznych). Tzw. numer 1/2 i 3/4 z 1993 roku stały się więc artykuły na temat radionukleidów. Artykuły zamieszczane w PTJ rozpraszaliśmy do w. seminarium i uczestnicy problematyki zeszli w Radionukleidy.

Po oddaniu pierwszego numeru do druku, redaktor naczelny pełnił wszystkie pozostałe zadania.



Zamierzała wziąć udział w kolejnych jubileuszach, które przypadają w tym roku.

Niestety, jak napisała p. Basia „czas mija”. Życie też mija i p. Basi na tych uroczystościach już nie zobaczymy.

Pani Basiu,

choć czas nieubłagany mija my, Pani koledzy i współpracownicy, będziemy o Pani pamiętać!

Stanisław Latek,
redaktor naczelny,
Postępów Techniki Jądrowej



ZMARŁA DR HAB. INŻ. HANNA AMBROŹ

Dnia 8 stycznia 2018 r. zmarła w Wielkiej Brytanii emerytowana profesor Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie dr hab. inż. Hanna Ambroż. W roku 1965 ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej. Stopień doktora uzyskała w 1971 r., zaś doktora habilitowanego w 1985 r. W latach 1965-1982 pracowała w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku na stanowiskach: st. inż. laboratoryjny, adiunkt, kierownik pracowni radiopolimeryzacji oraz kierownik specjalistów ds. wdrożeń. W roku 1983 została zatrudniona w Ośrodku Reaktorów i Produkcji Izotopów (ORIP) Instytutu Energii Atomowej. Dwa lata później podjęła pracę w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej na stanowisku adiunkta. Była członkiem Rady Naukowej IChTJ, autorką wielu cenionych publikacji naukowych w dziedzinie chemii radiacyjnej i fotochemii. Zainicjowała wieloletnią owocną współpracę z University of Warwick, Coventry. Była organizatorką Międzynarodowych Konferencji Polskiej Grup EPR (spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego). Pierwsze spotkanie odbyło się w roku 1993 w Zakopanem, kolejne w roku 1996 w Warszawie. Przetłumaczyła na język polski wydaną po angielsku monografię M.C.R. Symonsa „Spektroskopia EPR w chemii i biochemii”. W osobie Pani Profesor żegnamy uznanego naukowca, Człowieka niewzruszonych zasad i życzliwą Koleżankę.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa

Fot. 1. Wierszyk z okazji nowych narodzin PTJ

IV Warszawska Konferencja Onkologiczna

Warszawa, 7 marca 2018



Wręczenie tytułów naukowych nadanych w 2017 r. uchwałą Rady Naukowej Centrum Onkologii - Instytutu im. Marii Skłodowskiej-Curie. Uzyskali je: Nina Woźnalis, Mateusz Dąbkowski, Magdalena Knetki-Wróblewska, Piotr Wiśniewski, Anna Semaniak, Michalina Dąbrowska, Aleksander Gos, Michał Osowiecki, Monika Grygorowicz, Marcin Sawicki



Wykład pt. „120 lat od odkrycia radu – Maria Skłodowska-Curie i jej dziedzictwo. Początki, rozwój i perspektywy radioterapii” wygłosił prof. dr hab. n. med. Jacek Fijuth



Dr hab. n. med. Wojciech Wysocki wygłosił odczyt nt. 95-lecia czasopisma „Nowotwory”.



Centrum Onkologii-Institut im. Marii Skłodowskiej-Curie przy ulicy Wawelskiej 15 – dawny Instytut Radowy. Stan obecny

(Czytaj na str. 49)

II Międzynarodowe Targi Innowacyjnych Rozwiązań Przemysłowych Warsaw Industry Week 2017

Warszawa, 14 – 16 listopada 2017



Prezentacja rozwiązań technologicznych powstałych w laboratoriach badawczych



Podczas targów była zorganizowana konferencja „Chemiczne instytuty badawcze dla rozwoju polskiej energetyki”



Uczestnicy panelu dyskusyjnego zatytułowanego „Czy branża chemiczna jest wystarczająco innowacyjna?”

Dr Andrzej Krueger, Dyrektor Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej „Błachownia”



Dr inż. Zbigniew Zimek w trakcie wygłaszania referatu pt. „Radiacyjne techniki dla przemysłu chemicznego i przetwórczego”

Uczestnicy konferencji

(fot. Sylwester Wojtas)