

POSTĘPY TECHNIKI JĄDROWEJ

VOL. 58 Z. 1 ISSN 0551-6846 WARSZAWA 2015

60 lat od utworzenia Instytutu Badań Jądrowych
EWA była pierwsza



czytaj str. 2-11

1-2015

INSTYTUT CHEMII
I TECHNIKI JĄDROWEJ
POLSKIE TOWARZYSTWO NUKLEONICZNE

SPIS TREŚCI

ENERGETYKA JĄDROWA W 2014 ROKU

Andrzej Mikulski 2

REAKTOR EWA PO WIELU LATACH

Andrzej Mikulski 5

HISTORIA PRACY REAKTORA EWA

Tadeusz Matysiak 9

NIE ZAPOMINAJMY O PERSONELU REAKTORA EWA

Jerzy Kozieł 11

RAPORT Z EKSPLOATACJI REAKTORA BADAWCZEGO MARIA W 2014 ROKU

Jacek Idzikowski 12

NOWE CZĄSTECZKI W POSTACI MIKROSFER $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ OTRZYMYWANYCH W ICHTJ ZMODYFIKOWANĄ METODĄ ZOL-ŻEL DO ZWALCZANIA NOWOTWORÓW WĄTROBY

Wiesława Łada, Danuta Wawszczak 16

UNIKATOWE CECHY RADIACYJNEJ KONSERWACJI DUŻYCH ZBIORÓW OBIEKTÓW O ZNACZENIU HISTORYCZNYM

Wojciech Głuszewski 19

MARIA SKŁODOWSKA-CURIE

Znane i mało znane fakty z życia Uczzonej, ciąg dalszy

Barbara Gwiazdowska, Wojciech Bulski,
Małgorzata Sobieszczak-Marciniak 24

PROBLEMY OCZYSZCZANIA WODY JAKO ELEMENT USUWANIA SKUTKÓW AWARII W ELEKTROWNI JĄDROWEJ FUKUSHIMA

Krzysztof Rzymkowski 31

REAKTORY JĄDROWE: PRZEGLĄD PROCESU LICENCJONOWANIA WE FRANCJI

Michael Varescon 37

DONIESIENIA Z KRAJU 41

DONIESIENIA ZE ŚWIATA 51

II KONGRES ELEKTRYKI POLSKIEJ 53

IN MEMORIAM 57



więcej informacji na stronach 2–11



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 Kuźniarski

Andrzej Mikulski

Marek Rabiński

Edward Rurarz

Elżbieta Zalewska

Redakcja:

PTJ-redakcja@ichtj.waw.pl

Opracowanie graficzne:

Hubert Stańczyk (Agencja Reklamowa TOP)

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adjustacji
tekstów oraz zmian tytułów.

Prenumerata

Zamówienia na prenumeratę kwartalnika
POSTĘPY TECHNIKI JĄDROWEJ

należy składać na adres redakcji jak wyżej.

Wpłaty proszę przekazać na konto:

Bank Pekao SA,

45 1240 3480 1111 0000 4278 2935

Koszt prenumeraty rocznej

(4 zeszyty łącznie z kosztami przesyłki) wynosi 50 zł.

Składając zamówienie należy

podać adres osoby lub instytucji

zamawiającej, na który ma być przesłane

czasopismo oraz numer NIP.

Skład i druk:

Agencja Reklamowa TOP,

ul. Toruńska 148, 87-800 Włocławek

Jak ten czas leci....Uznając za celowe dalsze istnienie kwartalnika „Postępy Techniki Jądrowej” (PTJ) i jego potencjalnie istotną rolę w informowaniu i edukacji społeczeństwa w zagadnieniach atomistyki - a w tym energetyki jądrowej - Instytut Chemii i Techniki Jądrowej z dniem **1. lutego 2012 r.** zgodził się przejść od Państwowej Agencji Atomistyki obowiązki wydawcy wspomnianego czasopisma. Rok 2014 był zatem, **trzecim rokiem wydawania czasopisma przez IChTJ w jego najnowszej historii.** Ta najnowsza historia obejmuje już ponad 20 lat. Przypomnijmy, że IChTJ był wydawcą PTJ także w latach 1993 - 1995. W latach 1994 - 2011 wydawcą pisma była Państwowa Agencja Atomistyki.

W listopadzie 2013 r. w IChTJ odbyło się uroczyste spotkanie poświęcone uczczeniu 20-lecia nowej, współczesnej edycji kwartalnika „Postępy Techniki Jądrowej”. (Jak wiadomo czasopismo powstało w 1957 r., a jubileusz 50-lecia obchodzono uroczystie w roku 2008).

Ważnym wydarzeniem mającym istotne znaczenie dla promocji czasopisma w minionym, 2014 r. było zaproszenie redaktora naczelnego PTJ na Światowe Targi Jądrowe w Paryżu oraz zaprezentowanie naszego kwartalnika na specjalnej wystawie zorganizowanej na wspomnianych Targach. Organizatorzy umożliwili redakcji wystawienie czasopisma, ale również dystrybucję na targach stu egzemplarzy PTJ, które choć wydawane po polsku, wraz z dołączonym leaf-letem rozeszły się całkowicie.

W roku 2014 uruchomiona została strona internetowa PTJ. Adres strony: www.ptj.waw.pl lub www.ichtj.waw.pl/ptj Na stronie można znaleźć wszystkie teksty opublikowane w PTJ w latach 2012-2014, a także informacje o historii czasopisma, składzie redakcji i dane kontaktowe. Zachęcam Czytelników do odwiedzania naszej strony i upowszechnienia jej adresu wśród znajomych.

Począwszy od bieżącego numeru wprowadzamy streszczenia/abstracts i tytuły artykułów w języku angielskim.

Szanowni Państwo,

W jednym z poprzednich numerów PTJ pisałem o nieobecności Polskiego Programu Energetyki Jądrowej w mediach. Niestety, sytuacja nie uległa zmianie. Zapewne jedynym w ostatnim czasie znaczącym wydarzeniem - w pewnym sensie medialnym - była projekcja w wybranych kinach w Polsce filmu „Obietnica Pandory”. Film w reżyserii nominowanego do Oscara dokumentalisty Roberta Stone’a to opowieść o procesie kształtowania się przekonań, która wprowadza widzów w trwającą obecnie debatę społeczną na temat znaczenia energii jądrowej. Niestety było to wydarzenie znane tylko naszej „jądrowej” społeczności. W bieżącym numerze publikujemy informacje o filmie oraz serię zdjęć z premiery filmu w kinie „Muranów”.

Realną szansą na przypomnienie powojennej historii polskiej atomistyki będą zapewne obchody z okazji 60-lecia powołania Instytutu Badań Jądrowych. Przyczynkiem i symbolicznym wstępem do tych obchodów są publikacje w bieżącym numerze na temat pierwszego polskiego reaktora jądrowego EWA. Nikt nie może bowiem zaprzeczyć, że historia IBJ wiąże się nierozdzielnie z reaktorem EWA, który był nie tylko pierwszym, ale też podstawowym urządzeniem badawczym nowego instytutu jądrowego. Teksty na temat reaktora EWA przygotowali: Andrzej Mikulski, Tadeusz Matysiak i Jerzy Koziół.

Pierwszy tegoroczny numer czasopisma otwiera jednak artykuł omawiający stan energetyki jądrowej na świecie w roku 2014. Jego autorem jest nasz kolega redakcyjny i znawca problematyki energetycznej dr Andrzej Mikulski.

Jak co roku - także w pierwszym numerze naszego czasopisma - publikujemy raport z eksploatacji reaktora badawczego MARIA w 2014 r. Wysoko-strumieniowy reaktor badawczy MARIA, eksploatowany w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku, wykorzystywany jest do produkcji izotopów promie-

niotwórczych dla potrzeb medycyny i przemysłu oraz do prowadzenia badań fizycznych. Raport przygotował Jacek Idzikowski.

Pracownicy IChTJ Wiesława Łada i Danuta Wawszczak są autorkami bardzo ciekawego tekstu „Nowe cząsteczki w postaci mikrosfer $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ otrzymywanych zmodyfikowaną w IChTJ metodą zol-żel do zwalczania nowotworów wątroby”. Warto przypomnieć, że opisana w artykule metoda została opatentowana i parokrotnie uhonorowana medalami i dyplomami.

Autorem kolejnego artykułu jest redaktor PRJ i pracownik IChTJ dr Wojciech Głuszewski. Tytuł pracy: „Unikatowe cechy radiacyjnej konserwacji dużych zbiorów obiektów o znaczeniu historycznym”. Jedną z zalet radiacyjnej konserwacji charakteryzuje autor następująco: „Zaletą sterylizacji radiacyjnej, jest to, że promieniowanie jonizujące przenikając w głąb sterylizowanego wyrobu sterylizuje w takim samym stopniu obiekt w całej jego masie i dodatkowo opakowanie oraz powietrze lub gaz obojętne znajdujący się wewnątrz opakowania. Ta unikalna właściwość promieniowania jonizującego umożliwia sterylizowanie przedmiotów zaspawanych w szczelnych opakowaniach plastikowych umieszczonych w dużych kartonach zbiorczych zawierających dziesiątki, a często i setki opakowań jednostkowych”.

Barbara Gwiazdowska, Wojciech Bulski i Małgorzata Sobieszcak-Marciniak publikują drugą część artykułu: „MARIA SKŁODOWSKA-CURIE. Znane i mało znane fakty z życia Uczzonej”.

Ciekawy i aktualny artykuł pod tytułem „Problemy oczyszczania wody jako element usuwania skutków awarii w elektrowni jądrowej Fukushima” przygotował znawca energetyki jądrowej w Japonii Krzysztof Rzymkowski. W konkluzji autor napisał: „Prace nad usuwaniem skutków awarii trwają nieprzerwanie, mimo trudności wynikających z konieczności ochrony pracowników przed promieniowaniem. Stale monitorowany jest poziom promieniowania i w przypadku jego wzrostu prace są przerywane z uwagi na bezpieczeństwo załogi. Jednocześnie prowadzone są prace przygotowawcze do demontażu uszkodzonych reaktorów (głównym problemem jest usunięcie rdzeni) (...) Całkowita likwidacja konstrukcji reaktorów przewidywana jest za 30-40 lat.

Kolejny ważny artykuł, do którego lektury bardzo Państwa zachęcam to tekst przysłany nam przez SFEN, czyli Francuskie Towarzystwo Energii Jądrowej. W artykule opisano proces licencjonowania reaktorów jądrowych we Francji. Autorem artykułu jest Michaël VARESCON, który - jak sam to określił - jest (w Grupie EDF) - head of the team in charge of nuclear law (regulation and licensing). Tekst ten rekomendujemy szczególnie tym polskim specjalistom, którzy są zaangażowani w realizację Polskiego Programu Energetyki Jądrowej i zajmują się zagadnieniami bezpieczeństwa elektrowni jądrowej oraz procedurami określającymi proces licencjonowania reaktora jądrowego na poszczególnych etapach jego budowy i uruchamiania.

W części „Doniesienia” jak zwykle zamieszczamy garść „jądrowych” informacji z Polski i ze świata. Piszemy m.in. o książce „Fizycy wspominają”, o inwestycjach wokół byłej elektrowni jądrowej w Czarnobylu, 25-leciu PTN, obchodach jubileuszu służb sanitarnych i wyróżnieniu dla IChTJ, oraz zamieszczamy obszerny materiał na temat Wniosków Sesji Energetyki Jądrowej II Kongresu Elektryki Polskiej. Warto też zwrócić uwagę na wypowiedź wiceszefa firmy Westinghouse na temat potencjalnej, świetlanej przyszłości energetyki jądrowej w Polsce.

Obszerne wspomnienie o niedawno zmarłym profesorze Zagórskim przygotował Zbigniew Zimek.

Przepraszam za opóźnienie w edycji niniejszego numeru PTJ. Mam nadzieję, że stęsknieni Czytelnicy znajdą w tym numerze ciekawe teksty. Obiecuję, że następny numer ukaże się jeszcze przed wakacjami.

Redaktor naczelny
Stanisław Latek

ENERGETYKA JĄDROWA W 2014 ROKU

Nuclear Power in the Word in 2014

Andrzej Mikulski

Artykuł przedstawia w skrócie sytuację w energetyce jądrowej na świecie na koniec 2014 r. z dokładniejszym omówieniem sytuacji w Polsce. Liczba reaktorów wzrosła o 5 bloków, a ogólna moc o ok. 4 100 MWe. W dalszym ciągu wszystkie reaktory w Japonii pozostawały wyłączone.

The paper presents shortly the situation in nuclear power in the world with more detailed information about situation in Poland. The number of reactors¹ increased by 5 with overall power of 4 100 MWe. Still all reactors in Japan are shutdown.

Kwartalnik Postępy Techniki Jądrowej (PTJ) regularnie przedstawia rozwój sytuacji w zakresie energetyki jądrowej [1-3], a rok 2014 w Polsce rozpoczął się od zdecydowanego akcentu – przyjęcia przez Radę Ministrów w dniu 28 stycznia 2014 r. uchwały w sprawie **Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ)** przygotowanego przez ministra gospodarki. W Programie zapisano zakres działań, jakie należy podjąć, aby zbudować i bezpiecznie korzystać z energetyki jądrowej w kraju. Z punktu widzenia społecznego najważniejszy jest w nim Etap IV kończący się 31 grudnia 2024 r., w którym zapisano „podłączenie do sieci pierwszego bloku pierwszej elektrowni jądrowej”. Ale zacznijmy od sytuacji światowej.

Bilans energetyki jądrowej na świecie w 2014 r. obejmował pierwsze podłączenie do sieci energetycznej pięciu bloków, tj. trzech bloków w Chinach: Ningde-2 (1018 MWe, 4 stycznia), Fuqing-1 (1000 MWe, 20 sierpnia) i Fangjia-shan-1 (1000 MWe, 4 listopada) i po jednym bloku w Argentynie Atucha-2 (692 MWe, 27 czerwca) i w Rosji Rostow-3 (1011 MWe, 27 grudnia). Wymienione powyżej bloki to:

- cztery reaktory typu PWR (wodne-ciśnieniowe) w Chinach i Rosji należące formalnie do II generacji, ale z pewnymi ulepszeniami,
- piąty reaktor typu PHWR (*Pressurised Heavy Water Reactor*) czyli ciśnieniowy ciężko-wodny (podobny do reaktora CANDU, ale ze zbiornikiem zamiast rur ciśnieniowych, którego budowę rozpoczęła niemiecka firma KWU) w Argentynie.

Dwa z tych reaktorów, w Rosji i Argentynie, pozostawały w budowie formalnie odpowiednio 31 i 33 lata, ale z bardzo długą przerwą, natomiast czas budowy pozostałych bloków typu PWR wynosił 5-6 lat. Z wymienionych wyżej bloków przejście od pierwszego uzyskania reakcji łańcuchowej (do-

świadczenie krytyczne) do eksploatacji komercyjnej, czyli pracy na pełnej mocy po okresie prób, trwało bardzo krótko, i tak dla: Ningde-2 (4 maj), Fuqing-1 (22 listopad) i Fangjia-shan-1 (15 grudzień) odpowiednio 4 i 3 miesiące oraz tylko 40 dni.

Oficjalnie w 2014 r. rozpoczęto budowę 3 bloków: CA-REM25 w Argentynie (25 MWe, 8 luty), Ostrowiec-2 na Białorusi (1109 MWe, 26 kwietnia) i Bakarah-3 (1325 MWe, 24 września) w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Pierwszy należy do kategorii małych bloków modularnych rozpoczynających zupełnie nową konstrukcję, a dwa pozostałe reaktory to klasyczne bloki III generacji typu PWR o mocy ok. 1000 MWe.

W 2014 r. na stałe wyłączono jeden blok Vermont Yankee (605 MWe, 29 grudnia) typu BWR w Stanach Zjednoczonych. Poza tym stwierdzono formalne przerwanie budowy bloku Cernavoda-5 (695 MWe, 11 marca) w Rumunii, którego budowa faktycznie pozostawała w zawieszeniu od grudnia 1990 r.

Bilans przyrostu mocy nowych pięciu bloków to ok. 4 700 MWe przy jednym wyłączeniu bloku o mocy 605 MWe, czyli przyrost netto wynosił ok. 4 100 MWe. I tyle czystej statystyki.

Omówienie sytuacji energetyki jądrowej na świecie wypada rozpocząć od Japonii, gdzie już czwarty rok pozostają wyłączone wszystkie reaktory energetyczne. Firma TEPCO prowadzi działania zabezpieczające na terenie elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi, gdzie trzy bloki uległy zniszczeniu w wyniku braku chłodzenia rdzeni reaktorów (niezbędnego do odprowadzenia tzw. ciepła powyłężeniowego) po trzęsieniu ziemi 11 marca 2011 r., a czwarty blok pozostawał w remoncie, ale uszkodzeniu uległ w nim basen do przechowywania wypalonego paliwa. Działania firmy koncentrują się na ograniczeniu przedostawania się

skażonej wody do gruntu i dalej do morza poprzez budowanie różnych zabezpieczeń technicznych oraz na oczyszczaniu skażonej wody magazynowanej w ponad 300 specjalnie wybudowanych zbiornikach. Położona opodal druga elektrownia jądrowa Fukushima Daiichi, pomimo że nie została uszkodzona nie zostanie uruchomiona. Przez cały 2014 rok prowadzono prace podnoszące bezpieczeństwo innych japońskich elektrowni, które przeznaczone są do uruchomienia, co w kilku przypadkach może nastąpić w 2015 r. Natomiast wiadomo już (marzec 2015), że trzy najstarsze bloki dwa typu PWR (Mihama-1 i Mihama-2) i jeden typu BWR (Tsuruga-1) nie zostaną uruchomione. Japoński urząd dozoru jądrowego aktualnie rozpatruje wnioski o uruchomienie 19 bloków, a cztery bloki typu PWR (Takahama-3 i Takahama-4 oraz Sendai-1 i Sendai-2) oddane do eksploatacji w latach 1983-85 uzyskały już zgodę na uruchomienie i oczekują na wydanie ostatecznej decyzji przez władze lokalne.

W Chinach, najbardziej ambitnym kraju pod względem nowych konstrukcji kontynuowano już rozpoczęte budowy, ale dopiero pod koniec 2014 r. wydano zezwolenia na rozpoczęcie nowych inwestycji. Według statystyk MAEA, w kraju tym budowanych jest 25 reaktorów, z czego 20 to bloki typu PWR o mocy 1000 MWe, a pozostałe to po dwa bloki o mocy 600 MWe i 1 600 MWe oraz jeden reaktor wysokotemperaturowy o mocy 200 MWe.

Drugim co do wielkości krajem pod względem liczby budowanych reaktorów jest Federacja Rosyjska, gdzie powstaje ich dziewięć typu WWER o mocy 1000-1200 MWe, ale liczba ta obejmuje również dwa bloki małej mocy ulokowane na barkach (32 MWe), natomiast wstrzymana została w 2013 r. budowa bloku w EJ Bałtycka w obwodzie kaliningradzkim. Do liczby siedmiu bloków o dużej mocy trzeba dodać po dwa bloki budowane w Chinach i na Białorusi oraz jeden w Indiach.

Przechodząc do Europy to wprost niewiarygodnie przedłuża się budowa bloków typu EPR w Finlandii (Olkiluoto-3, pierwotnie miał być uruchomiony w 2009 r., a aktualnie wymieniany jest 2017 r.) i we Francji (Flamanville-3 z planowanym uruchomieniem w 2011 r., a obecnie przewidywanym w 2016 r.), co można tłumaczyć podjęciem inwestycji po wielu latach zastoju w przemyśle jądrowym i zwiększeniem wymagań bezpieczeństwa zarówno przy przejściu do III generacji reaktorów, jak i uwzględnieniem doświadczeń wynikających z katastrofy w Fukushima. Poza tymi dwoma krajami kontynuowana jest budowa dwóch bloków na Słowacji (Mochovce-3 i Mochovce-4 typu WWER-440 przerwaną w latach 90-tych i obecnie realizowaną z wieloma ulepszeniami technicznymi) oraz dwóch bloków na Białoruś

(według nowych projektów typu WWER oznaczonych AES-1200). Prowadzone są intensywne wysiłki w kierunku rozpoczęcia nowych inwestycji w Wielkiej Brytanii i rok ubiegły zakończył się uzgodnieniem wsparcia rządowego w postaci kontraktów różnicowych gwarantowanych przez rząd i zaakceptowanych przez UE (jeśli cena produkowanej kilowatogodziny będzie niższa niż rynkowa to rząd dopłaci różnicę inwestorowi, a jeśli będzie wyższa to inwestor przekaże nadwyżkę rządowi). Równolegle prowadzone są analizy bezpieczeństwa przewidzianych do budowy bloków typu EPR i AP1000.

Z innych krajów należy odnotować kontynuowanie budowy pięciu bloków, w tym czterech typu AP1000 w Stanach Zjednoczonych Ameryki przez firmę Westinghouse i trzech bloków typu APR1400 w Zjednoczonych Emiratach Arabskich przez firmę KEPCO z Korei Południowej.

Osobnym zagadnieniem, szeroko poruszonym w wielu doniesieniach prasowych pozostaje konstrukcja reaktorów typu SMR (*Small Modular Reactors*). Budowa pierwszego z nich oznaczona skrótem KLT-40 o mocy 32 MWe w wykonaniu przewoźnym (transportowym – na pływającej barce) kontynuowana jest w Federacji Rosyjskiej od 2007/2009 r., a uruchomienie przewidziane jest w latach 2016-2018. Jest to konstrukcja reaktora wodno-ciśnieniowego typu PWR o mocy 32 MWe przeniesiona z napędu lodolamacza. Budowa drugiego z nich, oznaczona skrótem CAREM o mocy elektrycznej 25 MWe w wydaniu stacjonarnym rozpoczęła się w Argentynie w 2014 r. poprzedzona wieloletnimi pracami przygotowawczymi. Jest to reaktor zupełnie nowej konstrukcji typu iPWR, czyli PWR zintegrowany z wytwornicami pary w jednej obudowie, zatem na zewnątrz wyprowadzana jest para jak w reaktorze typu BWR. Co jest jeszcze istotniejsze to w tym reaktorze krążenie wody w wewnętrznym obiegu pierwotnym odbywa się na zasadzie grawitacyjnej (obieg naturalny) bez korzystania pomp elektrycznych. Inne konstrukcje reaktorów typu SMR oczekują na uzyskanie certyfikatu amerykańskiego urzędu dozoru jądrowego (NRC) albo pozostają jeszcze w fazie projektowania.

Prace przy projektowaniu reaktorów należących do IV generacji realizowane są zgodnie z planem, który został uaktualniony w styczniu 2014 r., ale uruchomienia pierwszych prototypów należy spodziewać się po 2020 r.

Jak już napisano rząd w styczniu 2014 r. przyjął Polski Program Energetyki Jądrowej (PPEJ) określając termin uruchomienia pierwszego reaktora do 31 grudnia 2024 r. Przyjęcie programu formalnie zakończyło pierwszy etap przygotowań do budowy elektrowni jądrowej w Polsce, który wiązał się z nowelizacją Prawa atomowego i przyję-

ciem specjalnej ustawy inwestycyjnej. W tej sytuacji zakończyła się realizowana od maja 2009 r. misja Pełnomocnika Rządu ds. Energetyki Jądrowej pani Hanny Trojanowskiej i rezygnacja jej z tego stanowiska została przyjęta. Dalej sprawy elektrowni jądrowej będą realizowane przez Departament Energii Jądrowej w Ministerstwie Gospodarki. Jednym z przejawów działania tego departamentu było przeprowadzenie inwentaryzacji polskich placówek naukowych i innych przedmiotów posiadających kompetencje oraz możliwości uczestniczenia w PPEJ w zakresie prowadzenia prac badawczo-rozwojowych. Dokonano jej w oparciu przesłane deklaracje zainteresowanych przedmiotów (w liczbie ok. 90) bez ich weryfikacji, zatem przedstawione zdolności wymagają potwierdzenia przez niezależnych ekspertów.

Realizacja programu PPEJ rozpoczęła się od powołania spółki PGE EJ1, do której w 2014 r. dołączyły trzy inne podmioty gospodarcze: Enea, KGHM i Tauron obejmując po 10% udziałów. Najistotniejszym zadaniem była w 2014 r. realizacja programu badań lokalizacyjnych, które od marca 2013 r. prowadziła, wyłoniona w konkursie międzynarodowa firma WorleyParsons. Niestety prace te nie przebiegały zgodnie z oczekiwaniami PGE EJ1, która w grudniu 2014 r. zerwała umowę i postanowiła realizować dalej badania we własnym zakresie w dwóch wybranych lokalizacjach w gminach Gniewino i Krokowa oraz Choczewo (z trzeciej proponowanej lokalizacji w Gąskach ze względu na sprzeciw lokalnych społeczności zrezygnowano). Zerwanie kontraktu wiąże się automatycznie z przedłużeniem okresu realizacji tych badań. PGE EJ1 twierdzi, że tylko o kilka miesięcy, ale panuje ogólne przekonanie, że będzie to znacznie dłużej, a co za tym idzie obawą terminowej realizacji dalszych etapów projektu. W lipcu 2014 r. rozstrzygnięty został konkurs na tzw. inżyniera kontraktu, który wygrała brytyjska firma AMEC Nuclear. Inżynier kontraktu ma za zadanie wspierać inwestora w przygotowaniu i realizacji projektu w oparciu o tzw. postępowanie zintegrowane łączące wybór technologii, usług i finansowania całości projektu.

Działania informacyjne w zakresie energetyki jądrowej od kilku lat koncentrują się na regularnie prowadzonych portalach: „Wirtualny Nowy Przemysł” [wnp.pl], gdzie istnieje zakładka „Energia atomowa” i Centrum Informacji o Rynku Energii [cire.pl] z zakładką „Energetyka jądrowa”. Spółka PGE EJ1 w ramach programu „Świadomie o atomie” zorganizowała w miesiącach wakacyjnych spotkania edukacyjno-informacyjne w gminach gdzie może powstać elektrownia jądrowa. Ponadto zorganizowane zostało specjalne posiedzenie Komisji Nadzwyczajnej Sejmu ds. energetyki i su-

rowców energetycznych w dniu 24 lipca 2014 r. poświęcone m.in. „informacji o małych elektrowniach jądrowych” jako kroku uzupełniającego przyjętego przez rząd Programu PEJ.

Z doniesień prasowych warto odnotować pracę spółki Elektrobudowa od 2008 r. na budowie Elektrowni Jądrowej Olkiluoto-3 w Finlandii na zlecenie firmy Areva NP. GmbH. Obejmuje ona wykonanie montażu instalacji elektrycznych, aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki oraz udział w rozruchu dla części reaktorowej. Jak mówi prezes spółki Jacek Faltynowicz inwestycja ta ma już ok. pięć lat opóźnienia i potrwa jeszcze zapewne kolejne trzy lata nim dobiegnie końca. Spółka liczy na udział w kolejnych budowach bloków jądrowych w Europie, a w końcu na udział w budowie elektrowni atomowej w Polsce.

Rok 2014 stanowił zakończenie dziewięciu z dziesięciu zadań badawczych w Strategicznym Projekcie Badawczym „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” zarządzanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju a w tym roku oczekiwane jest podsumowanie zrealizowanych zadań. Niestety podejmowane wysiłki w celu przedłużenia tego programu lub kontynuowanie go w innej formule finansowania nie przyniosły rezultatów. Skończył się on definitywnie i można tylko życzyć, by różne uczelnie i instytuty mogły go dalej realizować w przyszłości by utrzymać zatrudnienie obecnych realizatorów i nie stracić uzyskanego doświadczenia.

Tekst ten powstaje pod koniec marca 2015 r. i nie sposób pominąć wydarzeń w Polsce z początku roku. Otóż wiceminister Skarbu Państwa Zdzisław Gawlik stwierdził w Sejmie, że uruchomienia pierwszego reaktora należy spodziewać się do końca 2027 r. Jeśli porównamy to z zapowiedziami z 2009 r. to mamy już siedem lat przesunięcia lub jak kto woli opóźnienia, a jakie to będzie miało konsekwencje techniczne i finansowe to poznamy dopiero po latach.

*dr Andrzej Mikulski,
Państwowa Agencja Atomistyki,
Warszawa*

Literatura

- [1] Energetyka jądrowa w Polsce – próba bilansu ostatniego pięciolecia, PTJ nr 3/2013, s. 38.
- [2] Energetyka jądrowa w 2012 roku, PTJ nr 2/2013, s. 54.
- [3] Energetyka jądrowa w 2013 roku bez zmian, PTJ nr 4/2013, s. 41.

REAKTOR EWA PO WIELU LATACH

EWA research reactor after many years

Andrzej Mikulski

W 2015 r. mija 60. rocznica utworzenia Instytutu Badań Jądrowych (IBJ). Historia IBJ jest ściśle związana z reaktorem badawczym EWA, który był w nim pierwszym i głównym urządzeniem badawczym. W artykule przypomniano wiele ważnych faktów z pierwszego okresu budowy reaktora EWA, pokazano kilka historycznych zdjęć, opisano wykorzystanie reaktora w pracach badawczych i produkcji izotopów. Wymieniono również pewne zdarzenie jakie miały miejsce w czasie jego eksploatacji. Wymieniono również listę osób które wykorzystywały reaktor w swoich pracach naukowych.

In 2015 year passes 60 anniversary of the Institute of Nuclear Research (INR) establishing. The history of INR is closely connected with the research reactor EWA, which was the first and main research device on that area. The article reminds many important facts from the earliest period of the reactor EWA construction, presents some historical photos, describes the utilization of the reactor to scientific works and isotopes production. Small disruptions appearing during reactor operation are mentioned. The list of some persons, which used reactor in their scientific works is also given in the article.

W bieżącym 2015 roku mija 60 rocznica utworzenia Instytutu Badań Jądrowych (IBJ) w Świerku, która obchodzona będzie jako rocznica powstania polskiej atomistyki, a nie tylko powstania tego instytutu, który został przecież zlikwidowany w drugim roku stanu wojennego, czyli w 1982 r.

Historia IBJ wiąże się nierozdzielnie z reaktorem EWA, który był pierwszym i podstawowym urządzeniem badawczym na tym terenie. Na temat reaktora EWA opublikowanych zostało już wiele informacji. W samych tylko Postępkach Techniki Jądrowej w ostatnich latach zamieszczono artykuły, których tytuły brzmiały następująco:

- Jak kupowano reaktor EWA do Świerku? [1]
- Powstanie, rozwój i działalność Instytutu Badań Jądrowych – Pion energetyki i wykorzystanie reaktorów [2],
- Reaktor EWA jako stymulator awansu naukowego pracowników IBJ na przykładzie jednego z zakładów [3].

Wiemy jak przebiegało podpisanie kontraktu na dostawę tego reaktora EWA i jak udało się obniżyć jego cenę kontraktową. W tej chwili brzmi to może humorystycznie ale wiem od Cyryla Dąbrowskiego, osoby która była wtedy w Moskwie, że czekając kilka dni w hotelu na ciąg dalszy rozmów mieli różne myśli nie wyłączając tych najczarniejszych. Ale udało się zredukować pierwotną sumę 15 mln dolarów do 5.5 mln dolarów korzystając z posiadanej oferty dostawy podobnego reaktora z Wielkiej Brytanii, zdobytej można powiedzieć półlegalnie w czasie pobytu Cyryla Dąbrowskiego w Londynie na oficjalnym otwarciu elektrowni jądrowej w Calder Hall.

O tym co było później tak pisze Konrad Blinowski [2]:

Budowa reaktora [EWA] rozpoczęta się w 1956 r. i trwała dwadzieścia miesięcy. Uruchomienie nastąpiło 14 czerwca 1958 r.¹

Zanim w Świerku przystąpiono do budowania reaktora i innych obiektów, Grupa inżynierów z IBJ przeszła w Instytucie im. Kurczatowa w Moskwie przeszkolenie na operatorów reaktora, poprzedzone przygotowawczym kursem w Instytucie Fizyki UW.

Po uzyskaniu licencji i powrocie do kraju na początku 1957 r.² ci młodzi, pierwsi polscy specjaliści reaktorowi w składzie: Jerzy Aleksandrowicz, Wiktor Baran, Witold Byszewski, Leszek Łabno, Przemysław Szulc, Krzysztof Żarnowiecki zorganizowali oraz przeszkolili w zakresie pełnej obsługi reaktora służby operatorskie, mechaniczne, elektryczne i osoby zajmujące się kontrolą dozymetryczną.

(...)

Dlatego tym większa jest zasługa zespołu, który pod kierownictwem Jerzego Aleksandrowicza dokonał rozruchu pierwszego w Polsce reaktora i z takim zaangażowaniem oraz dbałością prowadził jego eksploatację, że reaktor EWA stał się z pewnością najlepiej wykorzystywanym tego typu reaktorem w Europie.

Istotnym użytkowym parametrem reaktora badawczego jest strumień neutronów, który dla danego rdzenia jest proporcjonalny do mocy. Aby zwiększyć początkowe możliwości wykorzystania reaktora EWA o mocy 2 MW, zwłaszcza do produkcji izotopów i badań wykorzystujących wiązki neutronów wyprowadzone z kanałów poziomych, przystąpiono w latach sześćdziesiątych do opracowania programu podniesienia mocy EWA do 10 MW. Zostało to zrealizowane w trzech kolejnych etapach. Po modyfikacji kasety paliwowej w listopadzie 1964 r. zwiększono moc do 4 MW. Przebudowa rdzenia i zastosowanie innego typu paliwa pozwoliły w listopadzie 1967 r. na osiągnięcie mocy 8 MW. W trakcie dalszej 6-letniej pracy zrealizowany został program pomiarów i obliczeń, który dostarczył informacji o charakterystykach eksploatacyjnych tego, w zasadzie nowego reaktora. Określone zostały jego marginesy bezpieczeństwa. Od maja 1973 r. EWA rozpoczęła pracę na nominalnej mocy 10 MW. Od tego dnia zmodyfikowany reaktor był wykorzystywany bezawaryjnie aż do 24 lutego 1995 r., kiedy został definitywnie i uroczystie, aczkolwiek z nutą żalu, wyłączony z dalszej eksploatacji.

Z tytułu tego znakomitego osiągnięcia, jakim była przebudowa reaktora EWA, utrzymanie go w niezawodnym stanie, dzięki czemu dla dobra gospodarki i nauki polskiej pracował bez awarii 36 lat i 8 miesięcy, należą się słowa uznania dla całej załogi Zakładu Eksploatacji Reaktora oraz jego kierowników, którymi kolejno byli: Jerzy Aleksandrowicz, Leszek Łabno, Eugeniusz Dziakowski, Witold Byszewski, Wiesław Poławski, Krzysztof Pytel, Władysław Mieleśczenko i Tadeusz Matysiak.

(...)

Wiodącą rolę w opracowaniu przebudowy reaktora EWA oraz zaprojektowaniu reaktora MARIA i zestawów krytycznych odegrał Zakład IX Inżynierii Reaktorowej z kierownikiem inż. Wacławem Frankowskim, a także Zakład IXA Fizyki Reaktorowej kierowany przez inż. Wacława Dąbka.

Jak w tamtych czasach wyglądał budynek reaktora EWA frontu widać na okładce tego numeru. Na fot.1 pokazana jest sterownia gdzie za pulpitem siedzą dwie osoby (jednym z operatorów siedzących dalej jest Jerzy Kozieł).

Krótko historię reaktora EWA opisał Tadeusz Matysiak (zob. osobny materiał), ostatni kierownik tego reaktora, gdy pracował w latach 1994-1995 i w czasie jego likwidacji w latach 1995-2002, ale też uczestnik pierwszego kursu szkoleniowego w 1957 r., o którym wspomina K. Blinowski.

Zajrzyjmy jeszcze co o reaktorze EWA napisali w roczniku IBJ z 1972 r. [4], czyli po 14 latach pracy reaktora w rozdziale 12 „Inżynieria reaktorowa”, Witold Byszewski, Władysław Rutkowski i Przemysław Szulc (strona 133 i dalsze):

W 1972 roku reaktor EWA pracował łącznie 3614 godzin (41% czasu) na mocy nominalnej 8 MW i 584 godziny na mocy zmiennej przystosowanej do potrzeb użytkowników. Reaktor wykorzystywany był głównie do produkcji izotopów promieniotwórczych oraz jako źródło neutronów wyprawianych kanałami poziomymi. Począwszy od 5 maja 1972 r. wydłużono tygodniowy cykl pracy reaktora EWA o 20 godzin i obecnie pracuje na mocy nominalnej 104 godziny tygodniowo.

Równolegle z bieżącą eksploatacją reaktora EWA prowadzone były prace zmierzające do jego efektywniejszego wykorzystania. Do prac tych należą:

- teoretyczne i eksperymentalne określenie temperatur koszulki elementu paliwowego w gorących miejscach rdzenia przy mocy reaktora do 12 MW i określenie marginesów bezpieczeństwa przy mocy nominalnej 10 MW;
- opracowanie eksploatacyjnego raportu bezpieczeństwa dla reaktora EWA-10 i wprowadzenie zmian i uzupełnień w obiekcie związanych z proponowanym zwiększeniem mocy nominalnej reaktora EWA z 8 do 10 MW;
- zainstalowanie nowej poczty pneumatycznej dla transportu zasobników z materiałami napromieniowanymi w reaktorze do trzeciej komory gorącej w budynku reaktora oraz przekazanie dwóch pierwszych komór gorących do badań materiałowych; - przygotowanie węzłów instalacyjnych do zabudowy w reaktorze EWA niskociśnieniowej pętli wodnej.

W maju 1972 roku zrealizowano w reaktorze EWA cykl porównawczych pomiarów kalorymetrycznych, w których uczestniczyły zespoły specjalistów reprezentujących 8 europejskich ośrodków reaktorach [niestety rocznik nie podaje nazw tych ośrodków].

W grudniu 1972 roku zakończono wraz z zespołem specjalistów z Leningradzkiego Instytutu Fizyki Reaktorowej serię pomiarów mas krytycznych konfiguracji rdzenia z pułapkami wodnymi i berylowymi, po czym przystąpiono do instalowania w reaktorze MARYLA nowego rdzenia, stanowiącego prototyp rdzenia reaktorów uniwersyteckich

(...)

W zakresie technologii elementów paliwowych EK-10 i WWR-SM dla reaktorów uniwersyteckich i EWA-10 zbadano możliwości prowadzenia zautomatyzowanego procesu spawania na różnego typu spawarkach dostępnych w Instytucie.

(...)

Przeprowadzono po raz pierwszy w IBJ badanie elementu paliwowego typu EK-10 po pracy w reaktorze. Na zainstalowanych w komorach gorących reaktora EWA urządzeniach zbadano element paliwowy pod względem odkształceń i zmian powierzchni koszulki w wyniku pracy w reaktorze. Przeprowadzono obserwację przez wziernik peryskopowy oraz wykonano zdjęcie całego elementu paliwowego i fragmentów powierzchni koszulki z widocznymi zmianami. Element paliwowy pocięto na odcinki 7-10 mm i 6 próbek przekazano do Zakładu Chemii Radio-pierwiastków, a 6 przeznaczono do badań makroskopowych w komorze gorącej reaktora.

O innych pracach dotyczących reaktora EWA napisano (s. 148):

W zakresie dynamiki reaktorów mocy prace dotyczyły następujących zagadnień:

- model dynamiki reaktora EWA-10
- składowe bilansu reaktywnościowego
- budowa systemu zbierania i przetwarzania danych.

Przy opracowywaniu modelu dynamiki zastosowano dwa różne podejścia metodologiczne. Jedno z nich prowadzi przez opis mechanizmów powstawania podstawowych sprzężeń reaktywnościowych, drugie natomiast wykorzystuje jedynie równania kinetyki reaktora, w których założona musi być odpowiednia postać funkcji reaktywności. Obydwa podejścia były sprawdzane doświadczalnie, a uzyskane wyniki okazały się zadowalające [5].

Poszerzone zostały w sposób istotny badania składowej bilansu reaktywności w reaktorze mocy pochodzące o zmian w koncentracji ksenonu. Przeprowadzone pomiary wykazały, że z wystarczającym stopniem dokładności można stosować opracowany teoretyczny opis zjawiska [6]. W zakresie oprzyrządowania systemu prowadzona jest budowa elementów zbierania i przetwarzania danych, składających się na minimalną konfigurację systemu jaka będzie uruchomiona w pierwszej kolejności. Prowadzone są również prace zmierzające do oprogramowania systemu. [szkoda, że rocznik nie podaje szczegółów tej pracy, a autor też nie ma ich w pamięci].

oraz (s. 176):

Opracowano analizy zagrożenia promieniowaniem i charakterystyki dozymetrycznej układów technologicznych do eksploatacyjnego raportu bezpieczeństwa reaktora EWA.



Fot. 1. Sterownia reaktora EWA

Photo 1. Control room of the EWA research reactor

Autor nie podejmuje się oceny powyższych informacji, a przytacza je tylko z obowiązku kronikarskiego.

Prace nad zwiększeniem mocy reaktora EWA najpierw do 4 a potem do 10 MW znalazły opis w artykule PTJ [7]

W oparciu o pierwsze pomiary temperatur powierzchni elementów paliwowych wykonane w reaktorze i badania przeprowadzone w 1963 r. w pętli doświadczalnej, w listopadzie 1964 r. zakończone zostały prace na podniesieniu mocy reaktora do 4 MW. Zastosowano nowe rozwiązanie kasety paliwowej ze zwężkami profilowanymi wokół każdego elementu paliwowego. Kasety te zaprojektowano w Zakładzie Eksploatacji Reaktora, a wykonał je Zakład Produkcji Aparatury Doświadczalnej. W ten sposób, bez zwiększenia wydatku wody w pierwszym obiegu chłodzenia, zmniejszono gradient temperatury pomiędzy ścianką elementu paliwowego a wodą, przy jednoczesnym spłaszczeniu rozkładu temperatur. Można więc było podnieść moc reaktora bez wprowadzania żadnych zmian w obiegach chłodzenia.

(...)

W rezultacie prac czechosłowacko-niemiecko-polskiej grupy w Zakładzie Eksploatacji Reaktora IBJ opracowano wspólny projekt techniczny nowego rdzenia na 10 MW z elementami paliwowymi typu WWR-M i reflektorem berylowym.

(...)

Zgodnie z naszymi postulatami Goskomitet ds. Energii Atomowej ZSRR wyraził zgodę na wyprodukowanie elementów paliwowych zmodyfikowanych w porównaniu z tymi, które są używane w radzieckich reaktorach typu WWR-M. Modyfikacja ta dotyczyła:

- zmiany długości czynnej elementu z 500 mm na 600 mm,
 - zmiany wzbogacenia paliwa z 20% na 36%,
 - zmiany koncentracji U-235 w elemencie paliwowym z 32 g na 38,9 g.
- Zmiany te miały na celu uzyskanie większego zapasu reaktywności, a więc i większej głębokości wypalenia. Zmodyfikowanemu typowi elementów paliwowych nadano nazwę WWR-SM.*

Przebudowa rdzenia i zastosowanie innych elementów paliwowych zakończyło się pełnym sukcesem i reaktor EWA do końca eksploatacji pracował z mocą 8-10 MW.

Pierwszą działalnością badawczą w zakresie konstrukcji reaktorowych było zbudowanie już w 1960 r., czyli w dwa lata po uruchomieniu reaktora EWA, pierwszej niskociśnieniowej pętli wodnej, co opisano w [8].

Część rdzeniowa pętli umieszczona była w specjalnie przystosowanej kasecie z elementami paliwowymi typu EK-10. Oddzielny obieg chłodzenia pętli zlokalizowano w pompowni reaktora. Układ kontroli technologicznej zapewniał możliwość kontroli parametrów technologicznych [temperatura i przepływ wody].

(...)

Na pętli zrealizowano dwa programy badawcze: określenie wypalenia U235 metodą nieniszczącą za pomocą monitorów kobaltowych całkujących strumień neutronów w czasie [na podstawie kontraktu z MAEA] oraz badania chłodzenia elementu paliwowego reaktora WWR-S w kanałach cylindrycznych i w kanale o zmiennym przekroju [dotyczył pierwszego etapu zwiększenia mocy reaktora EWA].

(...)

W 1964 r. przystąpiono do realizacji trzeciego programu – badania układu szczelności elementów paliwowych. Programu tego nie zrealizowano, gdyż wysokie tło promieniowania w pompowni reaktora uniemożliwiło prowadzenie czułych pomiarów, jakie były niezbędne w układzie detekcji szczelności elementów paliwowych. Program zrealizowano dopiero po zbudowaniu drugiej pętli, która obecnie jest zainstalowana w reaktorze EWA ze specjalnym bocznikiem pomiarowym poza pompownią reaktora.

Z powyżej opisanych prac najwyżej ocenić należy budowę układu wykrywania nieszczelności elementów paliwowych (WNEP), który po przeprojektowaniu i komputeryzacji zastosowany został w reaktorze MARIA, gdzie z powodzeniem pracuje od wielu lat.

Eksploatacja każdego reaktora badawczego nie przebiegała bez drobnych zakłóceń i o tym też trzeba napisać. W archiwach PAA natrafiłem na opis dotyczący uszkodzenia elementu paliwowego w dniu 10 października 1988 r.

Dyrektor IEA doc. dr hab. inż. Jerzy Michalik w liście z 25 października przesłanym do Prezesa PAA dr. Mieczysława Sowińskiego opisał dokładnie przebieg tego zdarzenia, które określił jako »meldunek o zdarzeniu zaliczanym do „zagrożeń awaryjnych” w reaktorze EWA« w dniu 10 października, o którym informował osobiście Prezes następnego dnia. W dniu 10 października br. w czasie transportu ze schronu reaktora EWA został uszkodzony element paliwowy. Reaktor w tym czasie był wyłączony. Nie stwierdzono nadmiernego wzrostu skażeń wody obiegu pierwotnego i powietrza w układach wentylacyjnych reaktora. Uszkodzony element i jego fragmenty przeładowano do specjalnego hermetycznego zasobnika, który umieszczono w schronie.

W protokole dotyczącym uszkodzenia elementu paliwowego w reaktorze EWA stwierdzono, że błąd operatora mechanika spowodował to uszkodzenie podczas operacji przeładunku.

W czasie realizacji odpowiedniej instrukcji tj. transportu elementu paliwowego ze schronu do (wolnego gniazda) w rdzeniu reaktora dyżurny mechanik wykonujący tę operację zaobserwował w fazie transportu elementu zawieszonego na chwytaku w otworze centralnym małej płyty obrotowej zanik sygnalizacji potwierdzającej schwytywanie główki elementu. Przerwał operację i stwierdził (poprzez peryskop), że element uwolnił się z chwytaka i opadł, opierając się o płytę montażową reaktora, główką natomiast pozostając w otworze centralnym małej płyty obrotowej. Próba ponownego schwymania elementu doprowadziła do jego upadku na płytę montażową reaktora. Po otwarciu (pod nadzorem dozymetrycznym) korka w płycie obrotowej i przeprowadzeniu z pomocą lusterka oględzin obszaru płyt montażowych w pobliżu kanału zrzutowego do schronu, gdzie upadł element, dyżurny mechanik zepchnął go manipulatorem do zbiornika centralnego. Ponieważ kształt i długość zrzuconego elementu wzbudziły podejrzenia co do jego kompletności, kontynuował oględziny płyt, co doprowadziło do zlokalizowania w tym samym rejonie drugiego fragmentu elementu paliwowego. Była to dolna część elementu wraz z nóżką.

Dyżurny mechanik schwytał tę część manipulatorem i zrzucił ją kanałem zrzutowym do schronu reaktora.

Uszkodzony element paliwowy pozostał w hermetycznym zasobniku do czasu wywozu wypalonego paliwa do Federacji Rosyjskiej w 2009 r.

Warto jeszcze zacytować fragment Protokołu Kontroli Nr 14/91/EWA w reaktorze EWA przeprowadzonej w dniu 23 maja 1991 r. w zakresie diagnostyki wibracyjnej, która jest bliska autorowi:

Reaktor pracuje z systemem diagnostyki wibracyjnej zgodnie z założeniami. Prowadzona jest rejestracja i analiza sygnałów o wibracji rurociągów pierwotnego obiegu chłodzenia reaktora. Ustalono progowe wartości sygnalizacji. Wprowadzono modulowany sygnał dźwiękowy zależny od częstotliwości i amplitudy sygnałów. Stwierdzono, że techniczne wykonanie układu nie jest doskonałe. Układ wzbudza się samoistnie. Przejawia się to nieuzasadnioną aktywacją sygnałów. Konstruktorzy układu pracują nad jego udoskonaleniem.

W oparciu o ten protokół doc. Wacław Dąbek, Główny Inspektor Dozoru Jądrowego skierował do prof. Stefana Chwaszczewskiego, dyrektora Instytutu Energii Atomowej prośbę o:

- przeprowadzenie oceny pracy systemu diagnostyki wibracyjnej i zmodernizowanego układu mocowania rurociągów reaktora i przedstawienie dozorowi jądrowemu wniosków.

i stosowana ocena systemu została przeprowadzona przez autora tych słów.

Poszukiwania innych materiałów drukowanych nie dały wyników, ale w pamięci osób pracujących przy reaktorze pozostały takie fakty:

- 1) rozpoczęcie domieszkowania krzemu i szkolenie operatorów przyszłego reaktora badawczego w Syrii na zlecenie MAEA, gdy kierownikiem reaktora był Krzysztof Pytel w latach 1983-87,
- 2) określenia współczynników reaktywnościowych reaktora z wykorzystaniem specjalnie wybudowanego oscylatora do pracy doktorskiej dokonał Stanisław Lattek (obecnie redaktor naczelny PTJ),
- 3) badania emisji cząstek alfa przy rozszczepieniu uranu-235 neutronami termicznymi realizowane były z udziałem Adama Marii Gadomskiego (obecnie we Włoszech) do jego pracy magisterskiej, w latach 1964-68,
- 4) przygotowanie i uruchomienie w standardzie CAMAC pierwszego systemu zbierania informacji technologicznych (temperatura, przepływ chłodziwa, strumień neutronów, położenie prętów regulacyjnych itd.) znanego pod skrótem ERIS (ang. Ewa Reactor Information System) w 1983 r. przez autora tego artykułu (jeszcze wtedy bez monitorów ekranowych, a z wydrukiem informacji na drukarce mozaikowej),
- 5) zaprojektowanie i zbudowanie analogowego systemu diagnostyki wibracyjnej pomp obiegu pierwotnego, który wykonał Bronisław Szczechła w 1990 r.,
- 6) zestawienie i oprogramowanie części cyfrowej wspomnianego wyżej analogowego systemu diagnostyki wibracyjnej w standardzie CAMAC wykonał i nadzorował pracę systemu w latach 1990-1995 autor tego artykułu, a działa to się w sytuacji gdy dozór jądrowy uzależnił wydanie zezwolenia na dalszą eksploatację reaktora od bieżącej kontroli stanu technicznego pomp i rurociągów obiegu pierwotnego i sprawdzania czy natężenie wibracji pozostaje na stałym poziomie w kolejnych cyklach pracy reaktora.

Powyższy spis jest na pewno niekompletny. Pracę fizyków (a w tym prof. Andrzeja Czachora, prof. Ludwika Dobrzyńskiego i innych) na kanałach poziomych opisał K. Blinowski w cytowanym już powyżej artykule. Natomiast doktoraty (w imponującej liczbie 29) i habilitacje (12) uzyskane z „wykorzystaniem możliwości badawczych jakie stwarzał reaktor EWA” w swej 37-letniej eksploatacji zostały zestawione przez J. Leciejewicza [3].

I tak by oto wyglądała pokrótce chlubna historia budowy i eksploatacji reaktora EWA zakończona sprawną i nisko-kosztową jego likwidacją, co też może być powodem do dumy.

Autor składa podziękowania Tadeuszowi Matysikowi, Krzysztofowi Pytłowi, Adamowi M. Gadomskiemu za dostarzone materiały.

*materiał przygotował dr Andrzej Mikulski
Państwowa Agencja Atomistyki,
Warszawa*

Literatura

- [1] T. Wójcik: Jak kupowano reaktor EWA do Świerku? PTJ 2011, z.1, s. 22
- [2] K. Blinowski: Powstanie, rozwój i działalność Instytutu Badań Jądrowych – Pion energetyki i wykorzystanie reaktorów, PTJ 1995, z.3, s. 40
- [3] J. Leciejewicz: Reaktor EWA jako stymulator awansu naukowego pracowników IBJ na przykładzie jednego z zakładów, PTJ 2013, z.2, s.12
- [4] Rocznik Instytutu Badań Jądrowych 1972, Raport IBJ 1477/DN/B (wydany w 800 egzemplarzach, ze wstępem prof. dr Jerzego Minczewskiego).
- [5] J. Boużyk, A. Gadomski, J. Topa: O wybranych modelach dynamiki reaktora ze sprzężeniem zwrotnym mocy, Raport IBJ „P” 1420/IA/PR oraz KERNENERGIE, 16, 144 (1973)
- [6] J. Kubowski: Analysis of the Xenon Reactivity Effects in WWR-SM Type Reactor, ATOMKERNENERGIE, 21, 192 (1973)
- [7] W. Byszewski: Zwiększenie mocy reaktora EWA od 1 2 do 10 MW, PTJ, 22, 435-442 (1978)
- [8] W. Byszewski: Pierwsza pętla badawcza w reaktorze EWA, PTJ, 22, 459-463 (1978)

Przypisy

- 1 Faktyczny rozruch fizyczny reaktora nastąpił 28 maja 1958 r.
- 2 Kurs rozpoczął się w 1957 r., a nie w 1956 r. jak podano w [3]

HISTORIA PRACY REAKTORA EWA

History of the research reactor EWA operation

Tadeusz Matysiak

In the paper the most important information on 36 years of EWA reactor operation is presented. The building process, structure, modernization, utilization and decommissioning of the reactor is described. Removing of spent fuel from reactor EWA and disposal this nuclear material to Russian Federation in the frame of the Global Threat Reduction Initiative (GTRI) is also mentioned.

Budowa

W roku 1955 podjęto decyzję zakupienia w dawnym ZSRR jądrowego reaktora badawczego typu WWR o mocy cieplnej 2 MW. Był to reaktor termiczny (proces reakcji łańcuchowej w uranie U-235 wywołany neutronami termicznymi) chłodzony zwykłą wodą. Paliwem był uran wzbogacony do 10% w izotop U-235. Obiekt jądrowy został zbudowany w latach 1956-1958 w dawnym Instytucie Badań Jądrowych w Świerku. Rozruch fizyczny reaktora nastąpił 28 maja 1958 r.

Konstrukcja

Reaktor EWA to obiekt jądrowy, którego głównym elementem był rdzeń paliwowy w kształcie walca o średnicy ok. 500 mm i wysokości ok. 800 mm, zlokalizowany w otwartym zbiorniku wodnym. Zbiornik ten umieszczony został w szybie osłony biologicznej wykonanej z ciężkiego betonu. Szyb zamknięto od góry stalową płytą osłonową z otworami służącymi do wykonywania operacji technologicznych w rdzeniu. Zbiornik reaktora połączono rurociągami z pompownią pierwotnego (zamkniętego) obiegu chłodzenia reaktora. Ciepło z tego obiegu było przekazywane przez wymienniki do obiegu wtórnego, a dalej do chłodni kominowej zlokalizowanej poza obiektem reaktora. Generowany strumień neutronów w rdzeniu reaktora wyprowadzano przez:

- dziewięć eksperymentalnych kanałów poziomych do stanowisk badawczych w hali reaktora do prac z wykorzystaniem neutronów prędkich, oraz
- jeden kanał eksperymentalny z blokami grafitowymi do prac badawczych z wykorzystaniem neutronów termicznych.

W pierwszej fazie eksploatacji reaktora stosowano elementy paliwowe typu EK-10 w kształcie prętów o średnicy 10 mm i długości w przybliżeniu 700 mm, które zawierały mieszaninę UO_2 +magnez o wzbogaceniu 10% izotopu

U-235 i były zamknięte szczelnie w aluminiowych koszulkach. Dla celów operacyjnych (załadunki/wyładunki paliwa) pręty paliwowe były umieszczone w specjalnych kasetach (po 16 sztuk w kasecie). Kasety znajdowały się w zbiorniku z wodą, która spełniała trzy podstawowe funkcje:

- moderatora neutronów prędkich;
- czynnika odbierającego ciepło generowanego w rdzeniu (poprzez układ cyrkulacji);
- podstawowej osłony biologicznej przed promieniowaniem jonizującym generowanym w rdzeniu reaktora.

Wykorzystanie reaktora

W czasie 36-letniej eksploatacji reaktor pracował w cyklu 100 godzin tygodniowo. Pełnił dwie podstawowe funkcje:

- służył do aktywacji materiałów tarczowych w celu uzyskania różnych izotopów promieniotwórczych stosowanych głównie w medycynie i przemyśle (np. jod, kobalt itd.);
- służył do prac badawczych z zakresu fizyki ciała stałego z wykorzystaniem neutronów.

Modernizacja reaktora

W celu podwyższenia parametrów fizycznych reaktora (dotyczy to głównie zwiększenia strumienia neutronów) podejmowano różne działania modernizacyjne:

- w 1964 r. wprowadzono pewne zmiany konstrukcyjne w kasetach z prętami typu EK-10, które polepszyły odbiór ciepła z prętów paliwowych, co pozwoliło na zwiększenie mocy cieplnej reaktora do 4,0 MW;
- w 1967 r. dokonano gruntownej przebudowy niektórych układów technologicznych. Zmieniono konstrukcję separatora rdzenia reaktora oraz zastosowano w separatorze reflektor berylowy, co miało istotny wpływ na zmniejszenie ucieczki neutronów. Ponadto zastosowano nowy typ paliwa jądrowego. Było to paliwo WWR-SM, typu rurowego o wzbogaceniu do 36% w izotop U-235. Zastosowanie tego typu paliwa było

poprzedzone przeprowadzeniem doświadczenia fizycznego (określono masę krytyczną) na nowo zbudowanym zestawie mocy zerowej MARYLA. Zastosowane paliwo pozwoliło na zwiększenie mocy cieplnej reaktora do 8,0 MW;

- dzięki uzyskanym doświadczeniom w pierwszych latach eksploatacji z paliwem WWR-SM oraz dokonanych pomiarach cieplnych - w 1973 r. zwiększono moc cieplną reaktora do 10 MW.

Wiele wysiłku w bezpieczną eksploatację reaktora i jego modernizację włożył jego pierwszy kierownik mgr inż. Jerzy Aleksandrowicz wspomagany przez zespół takich specjalistów jak Witold Byszewski, Tadeusz Berens, Zbigniew Bajbor, Jan Podgórski (by wymienić tych pierwszych) Zygmunt Bieguszewski, Bogdan Filipiak, Aleksander Opatowski, Przemysław Szulc, Eugeniusz Dziakowski i wielu innych. Sprawami badawczymi od samego początku zajmował się Jerzy Kozieł, który też przyczynił się do zbudowania reaktora mocy zerowej MARYLA umieszczonego w hali reaktora EWA.



Fot. 1. Budynek reaktora EWA od frontu

Photo. 1. EWA reactor building from the front

Zakończenie eksploatacji i proces likwidacji reaktora EWA

Po 36-letniej bezawaryjnej pracy, reaktor EWA został wyłączony z eksploatacji w dniu 25 lutego 1995 r. Po wyłączeniu rozpoczął się proces schłodzenia reaktora i przygotowanie niezbędnej dokumentacji bezpieczeństwa do przeprowadzenia likwidacji. Proces likwidacji odbył się w latach 1996-2002 i obejmował:

- usunięcie wypalonego paliwa z reaktora do przechowalnika w obiekcie 19A;
- demontaż separatora rdzenia reaktora z elementami berylowymi, który został zamknięty w specjalnym pojemniku osłonowym i umieszczony w przechowalniku w obiekcie 19;
- dekontaminację i demontaż zbiornika reaktora oraz jego przekazanie do Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie;
- demontaż skażonych elementów instalacji pierwotnego obiegu chłodzenia reaktora (rurociągi, pompy,

wymienniki itp.) oraz ich dekontaminację, a następnie przekazanie jako odpady do recyklingu;

- demontaż zaaktywowanych bloków graficznych kanału eksperymentalnego oraz ich przekazanie do składowiska odpadów promieniotwórczych w Róźnie;
- demontaż instalacji wtórnego obiegu chłodzenia reaktora (rurociągi, pompy, itp.) i przekazanie jako odpady do recyklingu;
- w wyniku przeprowadzonych prac likwidacyjnych w hali technologicznej reaktora pozostał jedynie betonowy blok osłony biologicznej reaktora.



Fot. 2. Budynek reaktora EWA od tyłu

Photo. 2. EWA reactor building from the rear

Wywóz wypalonego paliwa do Federacji Rosyjskiej

Zgodnie z działaniem rządu USA zainicjowanym w 2004 r. zwanym „Programem Globalnego Ograniczenia Zagrożeń GTRI) została zawarta umowa między USA i Federacją Rosyjską, której celem był zwrot wypalonego i świeżego paliwa jądrowego wzbogaconego powyżej 20%, będącego w użytkowaniu operatorów reaktorów pochodzących z dawnego ZSRR. Rząd Polski zawarł stosowną umowę w sprawie wywozu paliwa jądrowego w 2009 r. Operacja wywozu paliwa jądrowego do Federacji Rosyjskiej była sponsorowana przez rząd USA. Wypalone paliwo jądrowe typu WWR-SM zostało wywiezione w 2009 r., natomiast typu EK-10 zostało wywiezione w 2012 r. Koszt wywozu paliwa jądrowego typu EK-10 został pokryty przez rząd Polski. Podobnie koszty związane z pozostawieniem w Federacji Rosyjskiej odpadów z przerobionego paliwa jądrowego będą poniesione przez rząd Polski w przyszłości. Procedury oraz operacje związane z wywozem wypalonego paliwa jądrowego były realizowane w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych.

inż. Tadeusz Matysiak
emerytowany pracownik,
Zakładu Unieszkodliwiania
Opadów Promieniotwórczych,
Świerk

NIE ZAPOMINAJMY O PERSONELU REAKTORA EWA

Do not forget about EWA reactor operators

Jerzy Kozieł

In very short note some remarks about operational staff of the EWA research reactor were formulated. Thanks to high professional qualifications, enthusiasm and good atmosphere prevailing in the operator team, it was possible to meet expectations and challenges, such as increasing of the reactor power.

A oto kilka słów o reaktorze EWA, które uważam za najważniejsze z długiej i bardzo niejednorodnej historii tego reaktora. Niejednorodnej, bo były w niej chwile wzniosłe i takie nie za bardzo. Mam na myśli generalnie znakomity zespół osób eksploatujących i rozwijających wykorzystanie reaktora. Gdy zostałem w tym zespole zatrudniony, na początku 1959 r. był to czas budowy i instalacji niskociśnieniowej pętli wodnej Aleksandrowicza zwanej od nazwiska kierownika reaktora i do jej eksploatacji zostałem przypisany. Pasjonujące zajęcie - wszyscy w Zakładzie tym się interesowali i dopytywali „jak idzie”. Ponieważ miał z tego powstać doktorat szefa, a szef był człowiekiem uroczym staraliśmy się zrobić by wszystko było na najwyższym poziomie. Jerzy Aleksandrowicz był spiritus movens wszelkich inicjatyw podejmowanych w Zakładzie Eksploatacji Reaktora. Wkrótce zapadła decyzja, że trzeba podnieść możliwości eksploatacyjne tego znakomitego urządzenia, czyli zwiększyć moc reaktora. Okazało się, że podwojenie mocy byłoby możliwe przez zastosowanie tzw. profilowanych zwęzek wokół każdego elementu paliwowego typu EK-10. Tak też postąpiono. Zastąpiono oryginalne kasety paliwowe kasetami złożonymi z szesnastu, piętnastu lub czternastu zwęzek, w których umieszczone były pręty paliwowe. Pomysł był trafny i reaktor rozpoczął pracę na mocy 4 MW. Podwoił się użyteczny strumień neutronów ku ogromnemu zadowoleniu użytkowników, w tym producentów izotopów promieniotwórczych.

Mieliśmy wówczas współpracę z Rosjanami z ówczesnego Instytutu Badań Jądrowych w Leningradzie, którzy poradzili nam, aby zmienić paliwo reaktora na sześciokątne rury paliwowe zawierające uran o wzbogaceniu 36% w izotop U-235 (poprzednie paliwo miało wzbogacenie 10%). Tak też się stało i przy zastosowaniu reflektora berylowego podstawowy użytkowy parametr reaktora, czyli jego moc cieplna mogła wzrosnąć początkowo do 8 MW, a następnie do 10 MW. Otrzymaliśmy więc wysokostrumieniowy reaktor badawczy, o strumieniu neutronów termicznych 10^{14} n/(cm²·sek).

Oczywiście pojawiły się pewne nowe problemy wymagające rozwiązania. Zasobniki umieszczane w rdzeniu reaktora bardzo mocno się nagrzewały i trzeba było je chłodzić nie mówiąc już o izotopach napromienianych w reaktorze, które były nieporównywalnie bardziej aktywne od otrzymywanych poprzednio. Wymagało to zbudowania systemu zdalnego wyjmowania z reaktora napromienionych zasobników. Zbudowano więc pocztę pneumatyczną dla ich transportu oraz system przeładunków bardzo wysokoaktywnych materiałów. Nigdy w reaktorze EWA nie zdarzyło się by ktoś z pracowników obsługi lub z użytkowników otrzymał dawkę promieniowania zbliżającą się do wartości granicznej dopuszczalnej dla osób zatrudnionych zawodowo.

Co było źródłem ówczesnych sukcesów eksploatatorów reaktora EWA? Głównym źródłem sukcesów była kadra zarówno inżynierska, jak i techniczna oraz pomocnicza. Za jej dobór odpowiadali inżynierowie, którzy tę kadrę szkolili. Nie było przymusu ani metod nadmiernego nadzoru. Entuzjazm i zadowolenie z pracy i jej efektów były powodem samodyscypliny. Nie bez znaczenia było to, że pracownicy byli zawsze informowani o tym, jaki jest obiór efektów ich pracy przez zwierzchników. Systematycznie odbywały się narady załogi gdzie przedstawiano programy i oceny pracy.

To tyle w ogromnym skrócie, co mnie się nasunęło, a co warto przypomnieć.

mgr inż. Jerzy Kozieł,
były operator reaktora EWA,
a ostatnio Zastępca Dyrektora NCBJ
ds. Bezpieczeństwa Jądrowego
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Otwock-Świerk

RAPORT Z EKSPLOATACJI REAKTORA BADAWCZEGO MARIA W 2014 ROKU*)

Report on the MARIA research reactor operation in the year 2014

Jacek Idzikowski

The MARIA high-flux research reactor operated at the National Centre for Nuclear Research is used to produce various radioisotopes and to run physical experiments. Report describes the technical parameters of the reactor and enumerates different targets used to irradiation and radioisotopes production including molybdenum-99, a radioisotope necessary for production of cancer -treatment medicines. Each week of operation of the reactor means medicines for 100,000 hospital patient. The programme of special conference organized on the occasion of 40-th anniversary of the MARIA reactor first criticality (December 16-th 2014) was presented in the article.

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 cieplnych,
- strumień neutronów termicznych - $4 \cdot 10^{14}$ n/(cm²s),
- moderator - woda (H₂O) i beryl,
- reflektor – grafit,
- element paliwowy:
 - materiał: dwutlenek (UO₂-Al) lub krzemek (U₃Si₂-Al) uranu,
 - wzbogacenie: 36% lub 19,75% w izotop U-235,
 - koszulka: aluminium (Al),
 - kształt: 5 koncentrycznych rur (paliwo francuskie typu MC),
 - długość: 1000 mm.

Reaktor MARIA został uruchomiony w Instytucie Badań Jądrowych w grudniu 1974 r. (doświadczenie krytyczne) i pracował do remontu w 1985 r., a po nim pracuje nieprzerwanie od 1993 r. (drugie doświadczenie krytyczne) najpierw w Instytucie Energii Atomowej, a potem w Narodowym Centrum Badań Jądrowych do chwili obecnej.

W 2014 r. reaktor przepracował łącznie 4282 godzin na mocy cieplnej od 30 kW do 25 MW, co przedstawiono w poszczególnych cyklach pracy na załączonym zestawieniu (rys.1) i porównywalne jest z czasem pracy w poprzednich latach z wyjątkiem 2013 r., kiedy dokonano modernizacji pomp obiegu kanałów paliwowych. Wprowadzona w dniu 8 września 2014 r. konfiguracja rdzenia (KKR-16/2014) zakończyła zapoczątkowany 24 września

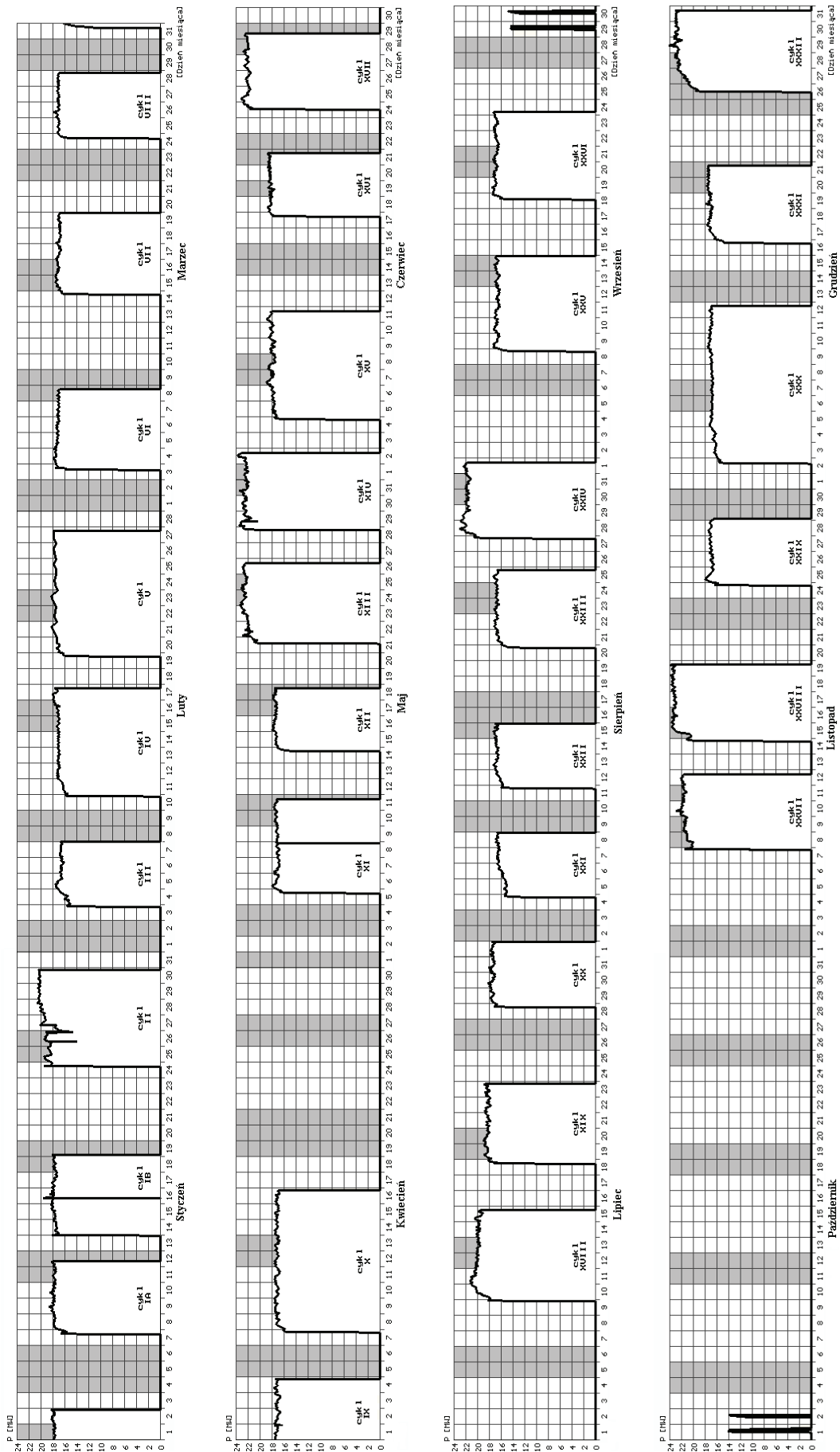
2012 r. dwuletni okres konwersji rdzenia z paliwa rosyjskiego typu MR-6/430/36 na niskowzbogacone paliwo francuskie typu MC-05/485/20.

Eksploatacja reaktora dostosowana była w szczególności do zapotrzebowań na napromienianie:

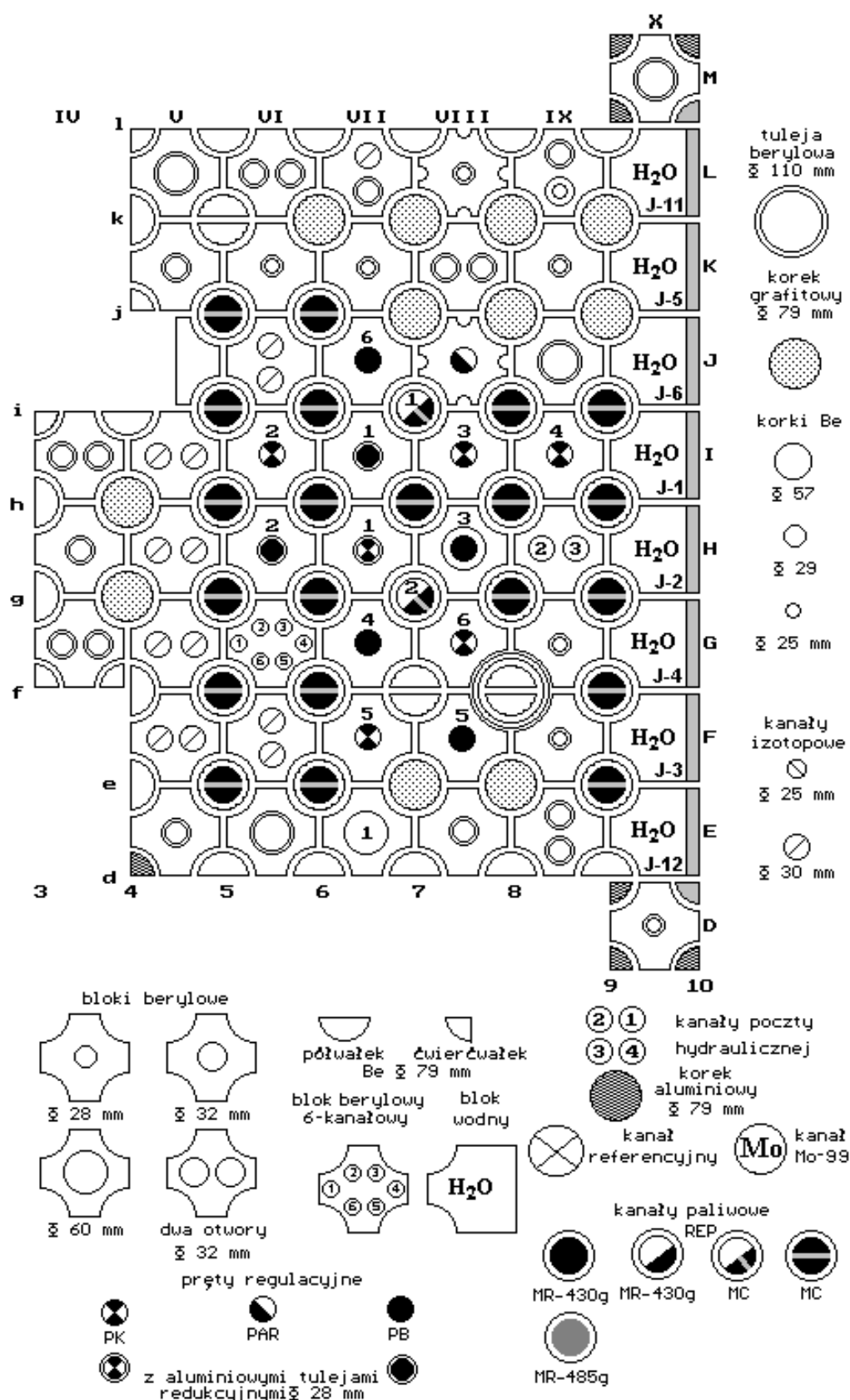
- 2056 zasobników z materiałem tarczowym, takim jak dwutlenek telluru, chlorek potasu, siarka, lutet, kobalt, żelazo, iryd, miedź, iterb, wolfram itd. dla Ośrodka Radioizotopów POLATOM,
- 112 tarcz uranowych (HEU) do produkcji molibdenu (Mo-99) dla firmy Mallinckrodt (Holandia) umieszczonych w tzw. kanałach molibdenowych (i-6 i f-7),
- 172 zleceń na napromieniowanie minerałów dla firmy Topaz Minerals na stanowiskach T1, T1, T3 i T4 zainstalowanych w reflektorze reaktora.

W 2014 r. zakończono testy dwóch rosyjskich prototypowych elementów paliwowych typu MR-6/485/20 osiągając 40 i 60% wypalenia U-235.

W dniu 27 września 2014 r. rozpoczęto pierwszą trwającą 135 godzin testową eksploatację konwertera neutronów termicznych, podczas której napromieniono próbki stali oraz detektory aktywacyjne. Na podstawie pomiarów aktywacyjnych oszacowano strumień neutronów wewnątrz konwertera w trzech grupach energetycznych: neutrony termiczne (widmo Maxwella) wynoszące $15 \cdot 10^9$ n/(cm²s), neutrony rozszczepieniowe (widmo Watta) $1,7 \cdot 10^9$ n/(cm²s) i neutrony o energii 14 MeV $1,1 \cdot 10^9$ n/(cm²s), wszystkie z dokładnością $\pm 2\%$. Otrzymana wartość strumienia neutronów o energii 14 MeV była mniejsza od wartości obliczonej teoretycznie, czego oczekiwano, ponieważ w obliczeniach przyjęto idealne warunki zachodzenia dwuetapowej realizacji konwersji.



Rys. 1. Zestawienie cykli pracy reaktora MARIA w 2014 r.
Fig. 2. Summary of MARIA reactor's operational cycles in 2014. NCNR



Rys. 2. Konfiguracja rdzenia reaktora MARIA we wrześniu 2014 r. (KKR-16/2014) po zakończeniu konwersji rdzenia reaktora na paliwo nisko-wzbogacone typu MC

Fig. 2. The MARIA reactor core configuration of September 2014 (KKR-16/214) at the end of conversion to LEU fuel of MC type

Prace naukowo-badawcze prowadzone z wykorzystaniem wiązek neutronów wyprowadzanych przez kanały poziome realizowane są przez Środowiskowe Laboratorium Neutronografii, a łączny czas otwarcia poszczególnych kanałów był następujący:

- H-3 - 900 godzin,
- H-4 - konserwacja układów mechanicznych spektrometru 0 godzin,
- H-5 - 500 godzin,
- H-6 - 2500 godzin,
- H-7 - 2900 godzin,
- H-8 - 950 godzin.

W 2014 r. odnotowano 4 wyłączenia nieplanowane:

- trzy związane były z układem pomp głównych układu chłodzenia kanałów paliwowych,
- jedno z nieszczelnością układu chłodzenia kanałów paliwowych w obrębie stabilizatora ciśnienia.

W czasie pracy reaktora nie odnotowano istotnych uwolnień substancji promieniotwórczych do otoczenia, a zagrożenie radiologiczne personelu pozostało na bardzo małym poziomie (poniżej 2 mSv) ze względu na dobrą jakość eksploatowanego paliwa.

W 2014 r. emisja gazów szlachetnych (^{41}Ar oraz izotopy ksenonu i kryptonu) do atmosfery wynosiła $9,3 \cdot 10^{12}$ Bq, co stanowi ok. 0,9% przyznanego przez Prezesa PAA w zezwoleniu Nr 1/2009 z dnia 31.03.2009 rocznego limitu uwolnień przy czym maksymalna godzinna emisja wynosiła $4,4 \cdot 10^9$ Bq, co stanowi 2,2% godzinnego limitu uwolnień. Emisja jodów promieniotwórczych (^{131}I , ^{132}I , ^{133}I , ^{134}I , ^{135}I) w tym okresie wynosiła $5,8 \cdot 10^7$ Bq, co stanowi ok. 1,2% rocznego limitu uwolnień, przy czym maksymalna tygodniowa emisja wynosiła $1,0 \cdot 10^7$ Bq, co stanowi 10% tygodniowego limitu uwolnień. Uwolnienie ^{131}I w wynosiło $3,1 \cdot 10^7$ Bq, co stanowi ok. 0,6% rocznego limitu uwolnień, przy czym maksymalne tygodniowe uwolnienie wynosiło $9,1 \cdot 10^6$ Bq, co stanowi ok. 9,1% tygodniowego limitu uwolnień. Uwolnienie krótkożytych izotopów ^{88}Rb i ^{138}Cs wynosiło ok. $2,3 \cdot 10^8$ Bq, przy czym maksymalne tygodniowe uwolnienie wynosiło $1,3 \cdot 10^7$ Bq.

W okresie od 25 września do 7 listopada 2014 r. nastąpiła przerwa w pracy reaktora ze względu na konieczność przeprowadzenia prac remontowych. W tym czasie zmodernizowano układ awaryjnego zasilania reaktora. Dotychczas stosowane przetwornice elektromaszynowe uległy naturalnemu zużyciu. Naprawa bądź wymiana przetwornic na nowe okazała się niemożliwa, stąd podjęta została decyzja o modernizacji wspomnianych układów. Polegała ona na wymianie przetwornic elektromaszynowych na zasilacze bezprzewodowe typu FTM-200. W wyniku modernizacji uzyskano bardziej niezawodny układ zasilania awaryjnego o prawie dwukrotnie wydłużonym czasie działania.

Zgodnie z amerykańskim programem redukcji zagrożenia globalnego (ang. *Global Threat Reduction Initiative*) współpracując z Zakładem Unieszkodliwiania Odpa-

dów Promieniotwórczych (ZUOP) wywieziono z reaktora MARIA w sierpniu 2014 r. do Federacji Rosyjskiej 44 szt. wypalonych elementów paliwowych typu MR.

W dniu 16 grudnia 2014 r. minęła 40-ta rocznica pierwszego doświadczenia krytycznego w reaktorze MARIA i z tej okazji zorganizowano sesję okolicznościową zapraszając byłych pracowników reaktora, na której przedstawiono rolę reaktora MARIA w rozwoju NCBJ (prof. G. Wrochna), historię reaktora MARIA i jego ludzi (G. Krzysztozek) oraz przyszłość reaktora MARIA w oczach młodych (M. Tarchalski, R. Prokopowicz), a spotkanie zakończono indywidualnym wspomnieniem byłego pracownika (J. Tombacher). W dalszej części sesji, już z udziałem gości zagranicznych, stan obecny i przyszłość reaktora MARIA przedstawił G. Krzysztozek, a jego wykorzystanie do produkcji radioizotopów D. Socha. Na koniec zorganizowany został panel pt. „Reaktory badawcze i społeczeństwo”, na którym goście zagraniczni przedstawili następujące referaty:

- Bezpieczeństwo jądrowe oparte na badaniach (A. Borio, MAEA),
- Reaktory jądrowe dla medycyny (R. Brown, Mallinckrodt Medical BV),
- Perspektywa OECD/NEA w odniesieniu do reaktorów badawczych (K. Carlton, OECD/NEA),
- Spojrzenie na reaktory badawcze z pozycji europejskiej (R. Barańczyk, KE),
- Reaktory badawcze z perspektywy Europejskiej Agencji Dostaw (S. Tsilas, Euratom Supply Agency),
- Reaktory badawcze w projektach Euratomu (B. Schmitz, Euratom-Fission),
- Reaktor Jules Horowitz (G. Bignan, CEA/JHR).

Obie części spotkania należy ocenić bardzo pozytywnie, gdyż w pierwszej z nich była możliwość spotkania dawnych pracowników po latach, a podczas drugiej zaznajomienia się z przyszłościową perspektywą rozwoju reaktorów badawczych w Europie.

W ramach upowszechniania wiedzy o atomistyce w 2014 r., reaktor MARIA zwiedziło ok. 5500 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 2014 r. przebiegała bez większych zakłóceń, potwierdzając jego dobrą dyspozycyjność oraz bezpieczną eksploatację.

mgr inż. Jacek Idzikowski,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Otwock - Świerk

NOWE CZĄSTECZKI W POSTACI MIKROSFER $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ OTRZYMYWANYCH W IChTJ ZMODYFIKOWANĄ METODĄ ZOL-ŻEL DO ZWALCZANIA NOWOTWORÓW WĄTROBY

*The new molecules in the form of microspheres
 $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ obtained by modified INCT sol-gel
method for liver cancer treatment*

Wiesława Łada, Danuta Wawszczak

In the Sol-Gel Laboratory (INCT) on the basis many years of experience in the preparation new generation of ceramic materials has been taken study for preparation microspheres Y_2O_3 to treatment hepatic malignancies cancer. Using a combination of patented processes (INCT Process, patent PL-83484 and Complex Sol-Gel Process-CSGP, patent PL-172618) in one method for the production of spherical particles with diameters 10 to 100 μm obtained $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ microspheres (decision to grant a patent by the Polish Patent Office of November 19, 2014 for patent application P-394645 in 2011). Microspheres after fractionating were study to physicochemical properties and were tested stability in the environment physiological saline, serum and blood. In order to obtain the properties of the radiopharmaceutical $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ microspheres were irradiated in the reactor Maria in the reaction $^{89}\text{Y} (n, \gamma) ^{90}\text{Y}$.

W oparciu o wieloletnie doświadczenie w otrzymywaniu materiałów ceramicznych w pracowni Zol-Żel IChTJ podjęto się realizacji pomysłu wytwarzania mikrosfer Y_2O_3 do zwalczania raka wątroby. Korzystając z połączenia opatentowanych procesów otrzymywania materiałów ceramicznych w postaci ziaren sferycznych o różnej średnicy od 10 do 100 μm w jedną metodę (proces IChTJ patent PL- 83484 i Komplexowy Zol-Żel Proces-CSGP, patent PL -172618) i odpowiedni dobór warunków prowadzenia syntezy otrzymano sferyczne ziarna $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ (decyzja o przyznaniu patentu przez Urząd Patentowy z dnia 19 listopada 2014 r. na zgłoszenie patentowe P 394645 z 2011 r.). Mikrosfery po rozfrakcjonowaniu poddawane były badaniom fizykochemicznym i trwałości w różnych środowi-

skach: soli fizjologicznej, surowicy i krwi. W celu uzyskania właściwości radiofarmaceutyku, mikrosfery $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ były naświetlane w reaktorze Maria w reakcji $^{89}\text{Y}(n,\gamma) ^{90}\text{Y}$.

Wątroba to jeden z najważniejszych narządów naszego ciała - główna „fabryka” chemiczna. Nowotwory wątroby - pierwotne lub przerzutowe - są problemem tysięcy Polaków. Jeśli guza (lub guzów) nie daje się usunąć chirurgicznie, pozostaje chemioterapia, która w wielu przypadkach niestety nie jest skuteczna. Chemioterapeutyki są podawane do układu żylnego i w związku z tym ich działanie obejmuje nie tylko wątrobę, lecz również cały organizm, wywołując przy tym różnorodne, źle znoszone przez pacjentów skutki uboczne. Większość nowotworów rozrasta się szybko i dlatego doskonałym pomysłem jest odcięcie

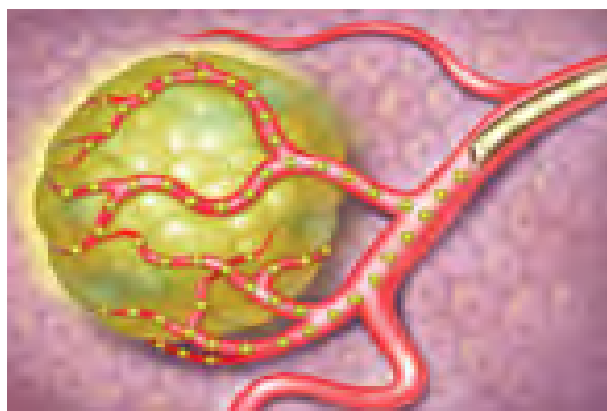
im dostaw „pożywienia” i tlenu - wystarczy w odpowiedni sposób zamknąć dopływ krwi do komórek guza i zastosować embolizację, a w połączeniu z radioizotopem radioembolizację. W Polsce przeprowadza się obecnie nieliczne tego typu zabiegi, do których kupuje się sprowadzane z Australii mikrosfery polimerowe znakowane radioizotopem itru-90 (emiterem promieniowania β) produkcji firmy SIRTex Medical. Są to bardzo kosztowne zabiegi, gdyż koszt jednego wynosi ok. 100 tys. zł, a refundacja uzależniona jest od decyzji NFZ. Dlatego w IChTJ powstał pomysł (2010 r.) wytwarzania mikrosfer rodzimej produkcji, które po aktywacji w reaktorze MARIA w Świerku mogłyby z powodzeniem zastąpić bardzo drogie, jak na polskie warunki, mikrosfery sprowadzane z Australii. Pomysł produkcji rodzimego radiofarmaceutyku powstał po rozmowie z prof. Leszkiem Królickim kierownikiem Zakładu Medycyny Nuklearnej Centralnego Szpitala Klinicznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego po przedstawieniu jak dużym problemem z punktu widzenia medycyny jest postępowanie w przypadku rozsianego procesu nowotworowego w wątrobie. Radioembolizacja jako metoda podawania mikrosfer z krótko żywotnym izotopem jakim jest itr-90 pacjentom w ciągu ostatnich kilkunastu lat okazała się bardzo obiecująca i bezpieczna zarówno dla pacjentów jak i personelu wykonującego zabieg. Co prawda niestety nie we wszystkich przypadkach można będzie się spodziewać całkowitego wyleczenia, ale zabieg taki oszczędza choremu cierpienia, a także może przedłużyć życie.

Realizacji pomysłu wytwarzania mikrosfer w pracowni Zol-Żel IChTJ można było się podjąć w oparciu o wieloletnie doświadczenie zastosowania dwóch opatentowanych w tym zespole metod otrzymywania materiałów ceramicznych między innymi w postaci ziaren sferycznych o różnej średnicy (>10 do $<100\mu\text{m}$). Są to proces IChTJ (INCT Process, patent PL - 83484) i Komplexowy Zol-Żel Proces (CSGP, patent PL-172618). Połączenie obu tych procesów w jedną metodę i odpowiedni dobór warunków prowadzenia syntezy pozwoliło otrzymać sferyczne ziarna $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ - zgłoszenie patentowe P-394645. Wytworzone ziarna w skali laboratoryjnej po przejściu przez wszystkie etapy technologii z konwersją termiczną żeli włącznie już jako końcowy produkt $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ były rozfrakcjonowywane na sitach do odpowiednich frakcji (wielkości ziaren). Mikrosfery o określonych frakcjach poddawane były badaniom fizykochemicznym i trwałości w różnych środowiskach między innymi w surowicy. W celu uzyskania właściwości radiofarmaceutyku itr naturalny ^{89}Y w mikrosferach

musi być poddany aktywacji w reakcji jądrowej $^{89}\text{Y}(n,\gamma)^{90}\text{Y}$. W związku z tym poproszono do współpracy zespół prof. dr hab. Edwarda Illera z Ośrodka POLATOM Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku, gdzie mikrosfery $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ po naświetleniu w reaktorze Maria do $^{90}\text{Y}_2\text{O}_3$ już jako radiofarmaceutyk po dalszych badaniach może być stosowany terapeutycznie chorym na nowotwór wątroby.

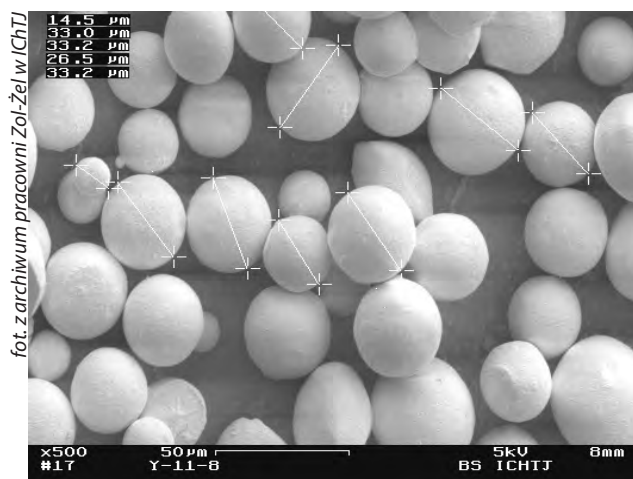
Oczywistym jest, że do zastosowania terapeutycznego mikrosfer jest daleka droga. Obecnie w IChTJ przeprowadza się badania fizykochemiczne i biologiczne. Przebadało zachowanie się mikrosfer w środowisku zbliżonym do występującego w organizmie człowieka oraz na fantomie wątroby. Następnym krokiem będzie przeprowadzenie badań przedklinicznych, a po ich pozytywnym wyniku przeprowadzenie eksperymentów medycznych.

Metoda otrzymywania mikrosfer itrowych była prezentowana na międzynarodowych wystawach wynalazków między innymi w Seulu (Seul International Invention Fair 2012) Tajwanie (Taivan Invention Association 2012), Korei (Korea International Women's Invention Exposition 2012), gdzie uhonorowana została medalami z wyróżnieniem. Ponadto w 2013 r. IChTJ został wyróżniony przez ministra nauki i szkolnictwa wyższego prof. Barbarę Kudrycką dyplomem za „Sposób otrzymywania sferycznych ziaren trójtlenku itru”.



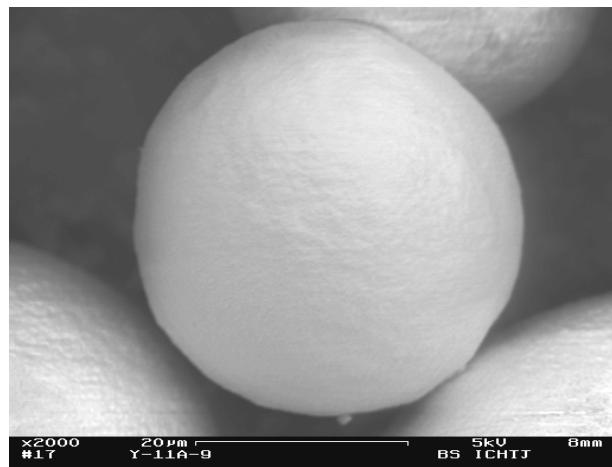
Fot. 1. Radioembolizacja złośliwego guza wątroby przy zastosowaniu mikrosfer z Y-90

Photo 1. Radioembolization of hepatic malignancies cancer using yttrium-90 microspheres



Fot. 2. SEM mikrosfer $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ otrzymywanych zmodyfikowaną ICHTJ metodą żol-żel

Photo 2. SEM of microspheres $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ obtained by modified INCT sol-gel method



Fot. 3. SEM pojedynczej mikrosfery $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ o $\Phi = 20\mu\text{m}$

Photo 3. SEM of $^{89}\text{Y}_2\text{O}_3$ microsphere about $\Phi = 20\mu\text{m}$



Fot. 4. Aparatura do otrzymywania mikrosfer

Photo 4. Apparatus for preparation of microspheres

URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
Departament Badań Patentowych
Al. Niepodległości 188/192
00-950 Warszawa, skr. poczt. 203

Nasz znak: DPP.394645.11.ajur
Wasz znak: BPP/4312/CH5/2011

Warszawa, 19 listopada 2014

DECYZJA

Na podstawie art. 24 i art. 52 ustawy z dnia 30 czerwca 2000r. Prawo własności przemysłowej (Dz.U. z 2013r. poz. 1410) Urząd Patentowy RP po rozpatrzeniu zgłoszenia oznaczonego numerem **P.394645** dokonanego w dniu **2011-04-21** udziela na rzecz:

INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ, Warszawa, Polska

PATENTU

na wynalazek(i) pt.:
Sposób otrzymywania sferycznych ziaren trójtlenku itru

pod warunkiem uiszczenia opłaty w wysokości **480zł**, za I okres ochrony wynalazku(ów) rozpoczynający się w dniu **2011-04-21** i obejmujący 1-3 rok ochrony*.

Podstawa prawna: art. 224 ust. 1 ustawy Prawo własności przemysłowej oraz pkt 1 i ppkt 1 tabeli opłat stanowiącej załącznik nr 1 do rozporządzenia Rady Ministrów z 26 lutego 2008r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie opłat związanych z ochroną wynalazków, wzorów użytkowych, wzorów przemysłowych, znaków towarowych, oznaczeń geograficznych i topografii układów scalonych (Dz. U. z 2001 r. Nr 90, poz. 1000, Dz. U. z 2004 r. Nr 35, poz. 309, Dz. U. z 2008 r. Nr 41, poz. 241).

Urząd Patentowy RP wzywa do wniesienia tej opłaty w ciągu trzech miesięcy od dnia doręczenia decyzji.

W razie nieuiszczenia wskazanej opłaty w wyznaczonym terminie Urząd Patentowy RP, na podstawie art. 52 ust. 2 ustawy Prawo własności przemysłowej stwierdzi wygaśnięcie decyzji o udzieleniu patentu.

Od niniejszej decyzji stronie służy wniosek o ponowne rozpatrzenie sprawy przez Urząd Patentowy RP w terminie dwóch miesięcy od dnia jej doręczenia.

Na podstawie art. 227 ustawy Prawo własności przemysłowej oraz pkt 1 i ppkt 12 powołanej tabeli opłat Urząd Patentowy RP wzywa do wniesienia w terminie trzech miesięcy opłaty w wysokości **100zł** za publikację o udzieleniu patentu.

Otrzymuje(j):
rzec. pat. Iwona Brodowska
LEX-PAT KANCELARIA PRAWNO-
PATENTOWA
ul. Łucka 15/514
00-842 Warszawa

(Signature)
Andrzej Jurkiewicz
Ekspert
/-dokument podpisany elektronicznie/

* Pouczenie
Jeżeli w chwili wydania decyzji rozpoczął się kolejny okres ochrony wynalazku (kolejne lata), a Zgłaszający chce przedłużyć ochronę na te okresy (te lata), powinien łącznie z opłatą za I okres ochrony, wymienioną wyżej, wnieść opłatę za następne okresy - art. 224 ust. 1 ustawy Prawo własności przemysłowej.

1/54

Fot. 5. Decyzją Urzędu Patentowego RP z dnia 19 listopada 2014 udziela się na rzecz IChTJ Patentu na wynalazek „Sposób otrzymywania sferycznych ziaren trójtlenku itru”

Photo. 5. Decision of the Patent Office of the Republic of 19 November 2014 shall be granting for an invention patent for IChTJ „Method for obtaining spherical grains of molybdenum trioxide”

mgr Wiesława Łada,
dr Danuta Wawszczak
Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej,
Instytut Chemii i Technologii Jądrowej,
Warszawa

UNIKATOWE CECHY RADIACYJNEJ KONSERWACJI DUŻYCH ZBIORÓW OBIEKTÓW O ZNACZENIU HISTORYCZNYM

Unique features of radiation conservation of big object collections about historical importance

Wojciech Głuszewski

Radiation conservation of works of art is irreplaceable for large collections of objects. As an example, describes the process of radiation disinfection historical objects found in the pits of death in Charków and Miednoje. Photos presented several items that are now in the Museum of the Polish Army. Starting this year, the Museum of Katyń will have a new office in Warsaw Citadel. International Atomic Energy Agency is currently preparing a monograph on "Ionising radiation for tangible cultural heritage conservation". The publication will also be described examples sterilization of various objects (dark blue coats and police uniforms, fittings from roofs, bangles, police badge numbers of missions and many other personal items) using electron beam.

Wstęp

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej przygotowuje monografię na temat zastosowania technik radiacyjnych do konserwacji obiektów o znaczeniu historycznym (*Ionising radiation for tangible cultural heritage conservation*). Opisane w niej będą najbardziej spektakularne przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego do dezynsekcji, dezynfekcji i konsolidacji przedmiotów istotnych dla dziedzictwa kulturowego. Zaproponowaliśmy, jako polski wkład przykład wykorzystania promieniowania elektronowego do sterylizacji artefaktów wykopanych w Ostaszkowie i Miednoje. Kierowany przez dr. Zbigniewa Zimka Zakład Chemii i Techniki Radiacyjnej (obecnie Centrum Badań i Technologii Radiacyjnych) dokonał wówczas zabiegu wyjaławiania w sposób rutynowy i dlatego nie sporządzono dokumentacji fotograficznej. We współpracy z Muzeum Wojska Polskiego udało mi się jednak opisać tamtą historię. Z naszych badań literaturowych wynika, że jest to pierwszy na świecie przypadek zastosowania szybkich elektronów do konserwacji obiektów historycznych na tak dużą skalę. Dodatkową okazją jest fakt, że od września tego roku Muzeum Katyńskie, w którym eksponowane są wyjaławiane radiacyjnie artefakty będzie działać w nowej siedzibie w Cytadeli Warszawskiej.

Wprowadzenie

Problematyka wykorzystania promieniowania jonizującego do konserwacji obiektów istotnych dla dziedzictwa kulturowego jest nadal aktualna mimo obszernej literatury naukowej na ten temat. Zbadano i opisano radiolizę najważniejszych z tego punktu widzenia materiałów (drewno, skóra, papier, pigmenty, tkaniny, szkło, metal itd.), zebrano informacje na temat rekomendowanych dawek pochłoniętych promieniowania i ewentualnych ograniczeń w stosowaniu obróbki radiacyjnej. Osoby odpowiedzialne za obiekty muzealne po zapoznaniu się z tematem przyznają, że radiacyjne dezynsekcja i dezynfekcja to interesujące alternatywy dla tradycyjnych metod walki z bakteriami, pleśniami i insektami. Pozostaje jednak zwykle małe, „ale”, które powoduje, że bardzo rzadko w naszym kraju wykorzystuje się w konserwacji dzieł sztuki promieniowanie jonizujące. Decydującą jest kwestia niewielkich zmian jakie w materiale może powodować obróbka radiacyjna. Muzealnicy szukają idealnych metod, które pozostawią obiekt w stanie niezmienionym. Można oczywiście zrozumieć taki punkt widzenia. Problem w tym, że również metody chemiczne powodują podobne zmiany. Najczęściej stosowany tlenek etylenu (EtO) jest bardzo reaktywnym związkiem chemicznym i modyfikuje powierzchnię

materiałów. Podkreślam powierzchnię, gdyż w odróżnieniu od promieniowania jonizującego metody chemiczne nie wyjaławiają całej objętości obiektu. Pomijam kwestie szkodliwości metod gazowych dla samych konserwatorów. Tlenek etylenu jest toksyczny i kancerogenny, a z wodą tworzy wodzian, który przechodzi następnie w glikol etylenowy. W obecności związków chloru może powstać niezwykle trująca etylenochlorohydryna. Obydwa wymienione produkty, jako związki stałe nie dają się usunąć razem z tlenkiem etylenu. Prawdziwy problem powstaje, gdy zagrożone są bardzo duże zbiory obiektów o znaczeniu historycznym. Przykładami mogą być kolekcje książek i dokumentów liczące niekiedy kilkadziesiąt tysięcy sztuk lub zbiory muzeów martyrologii. Zdarza się, że duża liczba artefaktów musi być natychmiast poddana wyjałowieniu, aby móc bezpiecznie dokonać dalszych czynności konserwatorskich. W praktyce bardzo trudno w tym celu wykorzystać tradycyjne metody i czas zaczyna decydować o tym, czy uda się uratować zagrożone obiekty. Uszkodzenia wywołane przez insekty lub pleśń w okresie kiedy planujemy zabiegi konserwatorskie są niekiedy nieporównanie większe niż potencjalne zmiany w wyniku radiacyjnej dezynsekcji i dezynfekcji. Bakterie obecne często w artefaktach mogą być niebezpieczne również dla konserwatorów i ewentualnie zwiedzających muzea. Warto więc wyeliminować nawet czysto hipotetyczne zagrożenie np. bakteriami wąglika.

Krótki rys historyczny

Radioliza to ogół procesów chemicznych wywołanych działaniem promieniowania jonizującego na materię. Wyraz ten wprowadziła do nauki Maria Skłodowska-Curie. Uczona zauważyła, że w kontakcie soli radu z wodą powstają produkty gazowe: tlen i wodór i przez analogię do elektrolizy nazwała to zjawisko radiolizą. Termin przyjął się w nauce chociaż współcześnie zmienił znaczenie. Pionierskie prace Skłodowskiej-Curie dały początek radiochemii, zajmującej się chemią radioizotopów i chemią radiacyjną badającej skutki oddziaływania promieniowania jonizującego na materię. Szczególnym przypadkiem jest omawiana tu radioliza obiektów o znaczeniu historycznym.

Warto w tym kontekście przypomnieć, pracę *"Sur l'étude des courbes de probabilité relatives à l'action des rayons X sur les bacilles"*, którą Madam Curie, żona Piotra, jak wówczas mało elegancko pisano, opublikowała w roku 1929 w biuletynie Francuskiej Akademii Nauk. Laureatka dwóch Nagród Nobla przedstawiła w niej po raz pierwszy krzywe tzw. radiacyjnej inaktywacji (zależności przeżywalności bakterii od dawki pochłoniętej promieniowania) [1]. Pomysł zwalczania patogenów za pomocą promieniowania X nie miał wówczas

praktycznego znaczenia. Nie było wystarczająco aktywnych źródeł promieniowania, a sprzęt medyczny tanio i wygodnie wyjaławiano termicznie. Dopiero upowszechnienie się wykonanych z tanich tworzyw polimerowych wyrobów medycznych jednorazowego użytku stworzyło zapotrzebowanie na tzw. zimne metody wyjaławiania. W pewnym sensie wrócono wówczas do koncepcji Marii Skłodowskiej-Curie i na skalę przemysłową zaczęto sterylizować wyroby medyczne wiązką elektronów i promieniowaniem gamma. Paradoksalnie, ze względu na wysoki koszt promieniowania hamowania dopiero w ostatnich latach powstała w Szwajcarii pierwsza na świecie instalacja wykorzystująca do obróbki radiacyjnej wyłącznie promieniowanie rentgenowskie. Dostęp do dużych źródeł promieniowania jonizującego pozwolił w krótkim czasie znaleźć ich inne praktyczne zastosowania np. w konserwacji dzieł sztuki i obiektów archeologicznych. Można ogólnie powiedzieć, że sterylizacja radiacyjna dała początek technikom radiacyjnym, które do dziś są intensywnie rozwijane na całym świecie. Powstają nowe kierunki badawcze, zwłaszcza w chemii radiacyjnej polimerów. Doświadczenia zdobywane w ten sposób wykorzystuje się również w konserwacji obiektów historycznych, gdyż większość artefaktów wykonanych jest z naturalnych polimerów (drewno, papier, tkaniny, skóra) [2]. Ogólne zależności odkryte w badaniach stosunkowo prostych tworzyw sztucznych łatwo przenieść na bardziej skomplikowane związki organiczne (celuloza, lignina, białka, DNA itd.). Warto zauważyć, że coraz częściej historyczne znaczenie mają również wyroby wykonane z tworzyw polimerowych.

Źródła promieniowania jonizującego

Obecnie dzięki postępowi w dziedzinie konstrukcji akceleratorów do obróbki radiacyjnej stosuje się powszechnie wiązki elektronów (EB – ang. elektron beam). Konkuruje one ze źródłami promieniowania gamma, wykorzystującymi radioaktywny izotop kobaltu o liczbie masowej 60 (^{60}Co). Dla formalności należy wyjaśnić, że ^{60}Co jest β promieniotwórczy. Praktyczne znaczenie ma natomiast promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez nietrwały produkt jego rozpadu, wzbudzone jądra ^{60}Ni . Sporadycznie stosuje się również cez 137, który występuje w równowadze promieniotwórczej ze swoim produktem rozpadu, ^{137}Ba . Emitują one promieniowania β o energii 0,512 MeV i γ o energii 0,662 MeV. Ograniczenia w wykorzystaniu ^{137}Cs wynikają z łatwej rozpuszczalności soli tego pierwiastka, co stwarza potencjalne zagrożenie w przypadku zawilgocenia instalacji albo dostania się związków cezu w niepowołane ręce. W wielu krajach stosuje się również twarde promieniowania rentgenowskie generowane w urządzeniach przyspieszających elektrony (akceleratorach). Mimo że, obróbkę radiacyj-

ną traktuje się obecnie jak zabieg rutynowy to jest ona nadal procesem stosunkowo drogim. Jednak efekty uzyskane tą drogą są na tyle unikatowe, że opłaca się budować kosztowne przemysłowe źródła promieniowania jonizującego [3].

Unikatowość obróbki radiacyjnej

Sterylizacja radiacyjna, czyli sterylizacja za pomocą promieniowania jonizującego, jest typową metodą fizyczną. Zarówno wysokoenergetyczny foton, jak i szybki ($2/3$ szybkości światła) elektron generują wokół siebie akty wtórnej jonizacji o silnym działaniu biobójczym na drobnoustroje. Dzięki temu proces sterylizacji radiacyjnej charakteryzuje się wysoką wydajnością i równomiernością rozkładu dawki wystarczającą do inaktywacji drobnoustrojów nie tylko w warstwach powierzchniowych, lecz w całej masie wyrobu. Działanie biobójcze promieniowania jonizującego na komórki drobnoustrojów ma złożony charakter i skutkuje nieodwracalnym uszkodzeniem cząsteczek DNA w jądrze komórki, powoduje także skutkujące śmiercią drobnoustroju uszkodzenie błon komórkowych.

Metoda radiacyjnej sterylizacji jest tzw. „metodą zimną”, co oznacza, że procesowi napromieniowania nie towarzyszy wzrost temperatury wyjaławianego produktu, który mógłby wpływać niekorzystnie na materiał. W zależności od dawki promieniowania i czasu napromieniowania można się liczyć ze wzrostem temperatury w granicach od kilku do kilkunastu stopni. Najczęściej obróbkę radiacyjną prowadzi się w temperaturze pokojowej, ale mogą to być również temperatury ujemne. Przykładem jest wyjałowienie mamuta sprzed 50 tys. lat przeprowadzone w temperaturze -20°C [4].

Zaletą sterylizacji radiacyjnej, o czym już wspominałem jest to, że promieniowanie jonizujące przenikając w głąb wyrobu steryлізуje w takim samym stopniu obiekt w całej jego masie i dodatkowo opakowanie oraz powietrze lub gaz obojętny znajdujący się wewnątrz opakowania. Ta unikalna właściwość promieniowania jonizującego umożliwia sterylizowanie przedmiotów zaspawanych w szczelnych opakowaniach plastikowych umieszczonych w dużych kartonach zbiorczych zawierających dziesiątki, a często i setki opakowań jednostkowych. Kartony dostarczone przez zleceniodawcę pozostają nienaruszone przed, w trakcie i po sterylizacji. Jest to bardzo cenna z praktycznego punktu widzenia cecha metody radiacyjnej, wyróżniająca ją spośród innych znanych sposobów dezynfekcji i dezynsekcji [5]. Artefakty archeologiczne lub obiekty znalezione w miejscach ekshumacji oraz katastrof komunikacyjnych można zamknąć w szczelnych opakowaniach chroniących personel przed zakażeniem i po radiacyjnej sterylizacji przekazać do dalszej konserwacji lub badań. Przy zastosowaniu wiązki elektronów zabiegu

sterylizacji można dokonać praktycznie w ciągu kilkunastu minut. Tym między innymi technika radiacyjna różni się od powierzchniowego wyjaławiania tlenkiem etylenu, które jest długotrwałe i wymaga wielodniowego wietrzenia.



Fot. 1. Rosyjska moneta znaleziona w masowych grobach w Charkowie i Miednoje

Photo. 1. Russian coin found in mass graves in Kharkov and Miednoje

Oryginalną cechą radiacyjnej dezynsekcji jest, że już przy bardzo małych dawkach promieniowania unieszkodliwia jaja owadów, powoduje bezpłodność osobników dorosłych. Można przypuszczać, że inne chemiczne metody dezynsekcji nie dadzą gwarancji uporania się z jajami owadów. Przy większych dawkach możemy uzyskać efekt letalny bezpośrednio po napromieniowaniu.

Obróbka radiacyjna nie wytwarza w napromieniowanym materiale toksycznych pozostałości i tym w zasadniczy sposób różni się od czynników biologicznych, które powodują nie tylko degradację np. celulozy i spowodowane tym uszkodzenia, ale również mogą poważnie zagrozić zdrowiu bibliotekarzy i restauratorów, wywołując alergie oraz choroby układu oddechowego [6].

Konserwacja dużych zbiorów obiektów o znaczeniu historycznym

Unikatową cechą technik radiacyjnych jest możliwość dezynsekcji i dezynfekcji bardzo dużej liczby obiektów w krótkim (ekspresowym) czasie. Stosuje się w tym celu zarówno promieniowanie gamma jak i wiązki elektronów. W pierwszym przypadku czas napromieniowania w zależności od mocy dawki może się zmieniać od kilku do kilkudziesięciu godzin. Przy zastosowaniu akceleratorów elektronów czas przejścia obiektu pod wiązką elektronów jest rzędu kilku sekund. Cały zabieg w zależności od liczby eksponatów zajmuje od kilkunastu minut do kilkunastu go-

dzin dla olbrzymich zbiorów artefaktów. W przypadku wiązek elektronów (EB) ograniczeniem jest stosunkowo mały zasięg promieniowania. Akceleratory elektronów z powodzeniem stosowane są więc przy małej gęstości materiału, względnie niewielkiej grubości obiektu. Korzyścią w stosunku do promieniowania gamma jest mniejsze utlenianie, a co za tym idzie znacznie mniejsza degradacja materiału.

Przykładowo na masową skalę po raz pierwszy promieniowanie gamma zastosowano dla ratowania księgozbioru w Lipsku w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Uzyskano wówczas zadowalające rezultaty dla dawki 8,7 kGy. W naszym kraju radiacyjnej sterylizacji za pomocą promieniowania gamma poddano 60 tys. sztuk obuwia z Państwowego Muzeum na Majdanku.

Wiązkę elektronów po raz pierwszy do sterylizacji dużej liczby artefaktów zastosowano w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie wyjaławiając artefakty dla Muzeum Wojska Polskiego.

Muzeum Katyńskie

Latem 1991 r. przywieziono do kraju po ekshumacjach w Charkowie i Miednoje znaczną liczbę przedmiotów wykopanych z dołów śmierci (granatowe płaszcze i mundury policyjne, okucia od daszków, naramienniki, odznaki policyjne z numerami służbowymi i wiele innych przedmiotów osobistych). 31 sierpnia 1991 r. po uzgodnieniach między przedstawicielami Ministerstwa Obrony Narodowej i Komendantem Głównym Policji Państwowej postanowiono iż, wspomniane przedmioty przeniesione zostaną do Muzeum Wojska Polskiego, gdzie po konserwacji i ewidencji będą przechowywane. Zbiory te miały zostać pokazane na kolejnej wystawie pt. „Dowody zbrodni, Ostaszków – Miednoje, Starobielsk – Charków”, przygotowywanej w niemalże ekspresowym tempie. Otwarcie ekspozycji zaplanowano na 25 listopada 1991 r. W tej sytuacji zaszła konieczność szybkiego wyjałowienia obiektów tak, aby mogły zostać poddane pracom badawczym w Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Komendy Głównej Policji w Warszawie i Instytucie Nauk Policyjnych w Legionowie. Zwrócono się w związku z tym do doc. dr Lecha Walisia, ówczesnego dyrektora Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej (IChTJ) w Warszawie z prośbą o wykonanie zabiegu radiacyjnego wyjałowienia zgromadzonych artefaktów. Instytut po ocenie wielkości obiektów i rodzaju materiałów z których były wykonane zgodził się nieodpłatnie wykorzystać do sterylizacji wiązkę elektronów. Sprawa była na tyle pilna, że postanowiono uruchomić Stację Sterylizacji Radiacyjnej na trzecią zmianę i dokonać napromieniowania w nocy. Artefakty przywieziono w workach i po ułożeniu ich w jednej warstwie w aluminiowych skrzyn-

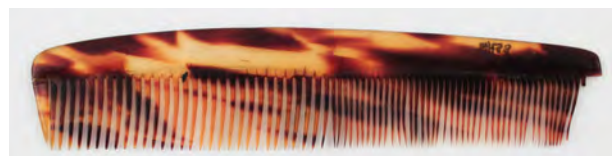
kach przepuszczono pod wiązką elektronów. Zastosowano typową dla sterylizacji radiacyjnej dawkę 25 kGy. Należałoby wyjaśnić, że rutynowo instalacja w IChTJ jest wykorzystywana do wyjaławiania wyrobów medycznych i dlatego zabiegu dokonano po godzinach, zachowując szczególne środki ostrożności co do poziomu higieny. Zadbano, aby nie było kontaktu wyrobów medycznych z artefaktami historycznymi. Po obróbce radiacyjnej zasadniczą część obiektów przewieziono do Muzeum WP, gdzie poddano je niezbędnym zabiegom konserwatorskim. W październiku pozostałe pamiątki przesłane równoległe do Komendy Głównej Policji zostały przejęte przez Muzeum.

Zabieg sterylizacji potraktowano wówczas rutynowo i dlatego nie zachowały się, materiały archiwalne w szczególności zdjęcia. Warto więc z okazji przeniesienia Muzeum Katyńskiego w nowe miejsce przypomnieć o tamtym epizodzie. Na zdjęciach pokazano niektóre artefakty po sterylizacji radiacyjnej i konserwacji wykonane z różnych materiałów.



Fot. 2. Przedmiot drewniany z napisem OSTASZKÓW i datą 14 kwietnia 1941

Photo. 2. Item made of wood with the inscription Ostaszków and date April 14, 1941



Fot. 3. Grzebień poddany radiacyjnej sterylizacji, a następnie restauracji

Photo. 3. Comb subjected to radiation sterilization and restoration



Fot. 4. Naramiennik granatowego munduru policji polskiej

Photo. 4. Epaulet prewar Polish police uniform

fot. Wojciech Głuszewski



Fot. 5. Medalik z łańcuszkiem po konserwacji w Instytucie Nauk Policyjnych w Legionowie

Photo . 5. Medallion with chain after maintenance at the Institute of Police in Legionowo

Radiacyjna dezynfekcja za pomocą wiązki elektronów

Jeszcze raz należy podkreślić, że niewielkie zmiany chemiczne indukowane radiacyjnie są na tyle istotne i specyficzne, że opłaca się budować kosztowne urządzenia obróbki radiacyjnej. Praktyczne znaczenie mają jednak tylko wielkie źródła promieniowania jonizującego, do których zalicza się akceleratory o mocy wiązki powyżej 1 kW. Działają one bardzo podobnie do kineskopu telewizora, z tą tylko różnicą, że energia i moc wiązki elektronów są setki razy większe. Specjalne metody przemieszczania, pozwalają zapewnić niezbędny poziom jednorodności pola napromieniania, co jest warunkiem właściwej obróbki radiacyjnej dużych obiektów. Zaletą instalacji akceleratorowych jest duża intensywność wiązki elektronów umożliwiającą podanie dawki promieniowania w krótkim czasie w temperaturze zbliżonej do temperatury pokojowej. Urządzenie można w każdej chwili wyłączyć, co redukuje koszty eksploatacyjne i upraszcza jego przegląd. Brak emisji promieniowania po wyłączeniu akceleratora powoduje, że są one traktowane z punktu widzenia radiologicznego jako bardziej bezpieczne niż źródła radioaktywne.

Podstawowym źródłem promieniowania jonizującego stosowanym w badaniach był akcelerator elektronów Elektronika LAE/13/9. Wartości liczbowe podawane przy nazwach odpowiadają nominalnym wartościom energii i mocy wiązki.

W wielu publikacjach mylone jest napromieniowanie z promieniotwórczością. Dlatego należy wyraźnie podkreślić, że produkty napromieniowane elektronami o energii poniżej 10,2 MeV nie stają się radioaktywne. Większych energii elektronów, mimo ich potencjalnej atrakcyjności z punktu widzenia zasięgu penetracji w praktyce nie stosuje się właśnie ze względu na możliwość powstawania krótkożytych radioaktywnych nuklidów.

Bardziej nowoczesną, w pełni przemysłową instalacją jest wykorzystywana obecnie do sterylizacji radiacyjnej linia technologiczna wyposażona w akcelerator Elektronika 10/10 (energia elektronów 10 MeV moc wiązki 10 kW).

dr inż. Wojciech Głuszewski,
Zakład Naukowy - Centrum Badań
i Technologii Radiacyjnych,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa

Literatura

- [1] M. Curie: Sur l'étude des courbes de probabilité relatives à la location des radon X sur les bactéries. « Compte rendu » 1929, 198, s. 102.
- [2] W. Głuszewski, G. Przybytniak, Radiacyjna modyfikacja kompozytów polimerowych, *Tworzywa Sztuczne w Przemyśle*, 2015, 2, 38 -40
- [3] Z. P. Zagórski: Sterylizacja Radiacyjna z elementami chemii radiacyjnej i badań radiacyjnych. Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa 2007, s. 272.
- [4] W. Głuszewski, Z. P. Zagórski, Q.K. Tran, L. Cortella: Maria Skłodowska Curie - the precursor of radiation sterilization methods. „Analytical and Bioanalytical Chemistry”, 2011, 400, s. 1577 -1582.
- [5] Z. Zimek: Technika radiacyjna w PTJ, „Postępy Techniki Jądrowej” 2008, Z.4, s. 15-22.
- [6] W. Głuszewski, Radioliza papieru, „Postępy Techniki Jądrowej” 2014, Z.3, s. 23 - 25.

MARIA SKŁODOWSKA-CURIE

*Znane i mało znane fakty z życia Uczzonej,
ciąg dalszy*

*Common known and undiscovered
facts of scientist's life*

Barbara Gwiazdowska, Wojciech Bulski,
Małgorzata Sobieszczak-Marciniak

The article is a continuation of the life story of Maria Skłodowska - Curie. (The first part of the article was published in the last issue of the journal). In the second part of the article the authors describe the life of the double Nobel Prize winner beginning from 1914 year. The process of creation of radiological centers on the French army activity territories during the first world war was characterized. Then the visit in USA and efforts of M. Skłodowska-Curie to establish the Radium Institute in Warsaw were mentioned. The authors underline the perseverance and determination of the Maria Skłodowska-Curie personality. She was active as a scientist and she participated in the many international conferences even her health condition was getting worse.

Przychodzi rok 1914, a z nim wybuch I wojny światowej.

Gdy tylko ofensywa Niemiec zagrażająca Paryżowi zostaje odparta, Maria w miarę istniejących możliwości, organizuje Laboratorium Curie w Instytucie Radowym. Do najważniejszych zadań należy zabezpieczenie aparatury skonstruowanej jeszcze za życia Piotra, przez jego ucznia, amerykańskiego fizyka – Williama Duane'a, służącej do produkcji preparatów radonowych. Z pomocą tej aparatury, wobec wysokiego kosztu radu, a także lawinowo wzrastającego zapotrzebowania na ten pierwiastek, Maria Curie uruchamia na dużą skalę produkcję aplikatorów radonowych. W tym celu z wodnego roztworu chlorku lub bromku radu zbierano wydzielający się radon, zamykano go w specjalnych cienkich rurkach i przekazywano zakładom leczącym. Wobec krótkiego okresu połowicznego rozpadu radonu produkcja jego musiała odbywać się w sposób ciągły, a jego stosowanie w ścisłej współpracy z Laboratorium Curie.

Jaki jest dalszy los tych rurek z radonem? Po wykorzystaniu w klinice wracają do laboratorium Curie, służąc do produkcji polonu. Maria Curie wiele uwagi poświęca sprawie promieniowania polonu. Wyrażając pogląd, że zjawiska promieniotwórczości nie mogą ograniczać się tylko do kilku ciężkich pierwiastków, lecz powinny występować w mniejszym lub większym stopniu wśród wszystkich

pierwiastków chemicznych, prowadzi prace wiążące się bezpośrednio z zagadnieniem trwałości jąder atomowych i doskonali metody otrzymywania silnych źródeł promieniowania α , w tym celu odpady zawierające polon sprowadza z laboratoriów z całego świata. To właśnie te zgromadzone przez nią silne źródła polonowe, które staną się przedmiotem zazdrości mniej przewidujących badaczy, pozwolą Irenie i Fryderykowi Joliot-Curie odkryć sztuczną promieniotwórczość i niestety, prawdopodobnie być przyczyną śmierci Ireny.

Jednakże na razie trwa wojna. Maria nie zamyka się wówczas w ścianach laboratorium. Ta córka polskiego narodu, wychowana w tradycjach powstańczych pisze do Langevina: *Nie mogąc służyć własnej ojczyźnie, będę służyć przybranej*. Podejmuje z własnej inicjatywy i realizuje przedsięwzięcie ogromne, wykorzystując swoją wiedzę, fundusze i ujawniając niezwykle talent organizacyjny i umiejętności techniczne. Tworzy przyfrontową radiologiczną służbę sanitarną, którą kieruje, w której osobiście pracuje, często z narażeniem zdrowia, a nawet życia. W swojej autobiografii Maria napisze: *Na początku wojny Wojskowy Wydział Zdrowia nie posiadał zorganizowanej służby radiologicznej, zaś cywilna była słabo rozwinięta. Instalacje radiologiczne istniały zaledwie w małej liczbie głównych szpitali i tylko w wielkich miastach znajdowało*

się trochę specjalistów. Mimo zakazu wydawania kobietom przepustek do strefy przyfrontowej, Maria Curie wykorzystując swój autorytet, dosłownie, jak wspominali współcześni, wydiera władzom nie tylko przepustkę, ale także rozkaz wyjazdu na front. Decyzję podejmuje sam minister wojny. Przejeżdżając wzdłuż linii frontu, Maria bada możliwości organizowania gabinetów radiologicznych, a stwierdzając, że nie sprostają one potrzebom rannych wymagających natychmiastowej interwencji, postanawia stworzyć również gabinety ruchome, na samochodach, które mogłyby docierać w pobliże frontu. Prowadzi agitację wśród właścicieli i producentów samochodów, wśród konstruktorów aparatów rentgenowskich, wytwórców materiałów fotochemicznych. Zdobywa niezbędny sprzęt iprawo jazdy.

Czytamy w jej autobiografii: *Moje wysiłki doprowadziły do powstania ok. 200. nowych lub znacznie udoskonalonych ośrodków radiologicznych na terenie działań armii francuskiej i belgijskiej, a także w częściach kraju nie okupowanych przez wojska. Ponadto we własnym laboratorium zmontowałam i przekazałam armii 20 wozów radiologicznych (tzw. małe Curie). Samochody zostały mi ofiarowane przez osoby prywatne, niektóre nawet z wyposażeniem.*

Jednym z samochodów oddanych do jej dyspozycji, jeździ osobiście, bada rannych, szkoli obsługę. Do działalności tej angażuje córkę, 16-letnią wówczas Irenę. Czytamy we wspomnieniach dr Bronisława Sabata (polskiego radiologa, ucznia Marii i Piotra Curie): *współczucie z boleścią rannych i chorych kazało Jej pełnić usługi rentgenologa, do których miała kwalifikacje, mimo że nie była lekarzem.* Te kwalifikacje zdobywa ucząc się anatomii i radiologii u wybitnego radiologa Henri Becquerel'a. W zorganizowanych przez nią ośrodkach radiologicznych tylko w latach 1917-1918 wykonano ok. miliona stu tysięcy zdjęć rentgenowskich. Maria rozciąga swoją działalność również na część Belgii, niezajętą przez Niemców. Zachował się odręczny raport Marii o 26 przypadkach badań rentgenowskich, przeprowadzonych przez nią i Irenę we wrześniu 1915 r. w belgijskim szpitalu wojskowym w Hoogstade. Z tego okresu datuje się jej przyjaźń z późniejszą królową belgijską - Elżbietą i jej mężem, późniejszym królem Belgii - Albertem, pracującymi w tym szpitalu jako wolontariusze. W roku 1955 królowa Elżbieta, wówczas już królowa matka, odwiedzi Instytut Onkologii w Warszawie i będzie wspominać tę przyjaźń.

Dużym problemem całego przedsięwzięcia okazało się znalezienie odpowiednich osób do obsługi aparatury rentgenowskiej. Związane to było między innymi z potencjalnym niebezpieczeństwem, jakie niesła prowizoryczna, otwarta instalacja elektryczna. Maria Curie pokonuje i tę przeszkodę. Angażuje nauczycieli (nawet akademickich), studentów czasowo wolnych od służby wojskowej, a w roku 1916 organizuje kursy dla kobiet i wraz z córką Ireną przyucza je do zawodu technika rentgenowskiego. Kursy te przekształca później w kursy dla lekarzy radiologów i jeszcze przez dwa lata po zakończeniu wojny uczy młodych rentgenologów. Na pod-

stawie zdobytych doświadczeń wyda książkę o wojennej radiologii. Ten czteroletni okres osobistego uczestnictwa w ratowaniu życia ludzkiego zaowocuje głębokim zrozumieniem potrzeb medycyny i idei interdyscyplinarnej współpracy.

Związek zawiązany przez Marię Curie z radiologią w czasie wojny przetrwa przez całe jej życie. Jej uczniowie wyrażali opinię, że to Marii Curie zawdzięcza francuska medycyna upowszechnienie zastosowania promieni rentgenowskich do celów diagnostyki lekarskiej. Maria Curie jest zapraszana na międzynarodowe kongresy radiologów (1925-Londyn; 1928-Sztokholm; 1933-Paryż, jako honorowa prezeska). Dr Sabat, w 1933 r. przewodniczący delegacji polskiej, wspomina: *Uroczystość ta była zarazem wzruszającym hołdem radiologów całego świata dla naszej genialnej uczzonej, dzięki której imię Polski w mowie wygłoszonej przez prezesa Kongresu było chlubnie wymieniane. Uczestniczący w uroczystości Polacy mieli szczęście słyszeć, jak prezes Zjazdu, podkreśliwszy niespożyte zasługi p. Skłodowskiej-Curie, wobec przedstawicieli całego świata wymieniał Polskę, Niemcy i Francję jako trzy narody, które w pierwszym rzędzie mają tytuł do sławy w dziedzinie radiologii.*

Niestety, następnego kongresu (1934 – Zurich) uczona już nie doczeka.

Nadchodzi koniec wojny. Sytuacja się normalizuje. Można uruchamiać i rozwijać Laboratorium. Na przeszkodzie stają jednak ciągle trudności finansowe. Z pomocą przychodzi przypadek. Jest rok 1920. Maria, zawsze niechętna dziennikarzom i nieudzielająca wywiadów, robi wyjątek dla amerykańskiej dziennikarki Marii Mattingly Meloney, zwanej przez bliskich Missy. Maria Meloney jest zaskoczona skromnością wyposażenia Laboratorium, zwłaszcza w porównaniu z laboratoriami amerykańskimi. Posiada ono niecały gram radu, który Maria osobiście oczyściła z rudy. Jest również zauroczona osobowością jego odkrywcy. Postanawia jej pomóc. Porusza w Stanach Zjednoczonych organizacje kobiece, nagłaśnia osiągnięcia Marii, skuteczność stosowania radu w leczeniu raka i potrzeby Laboratorium.



Fot. 1. Maria Skłodowska-Curie w USA w 1921 r. razem z córkami i panią Mattingly Meloney

Photo 1. Maria Skłodowska-Curie in the United States in together with daughters and Mrs Mattingly Meloney

W 1921 r. Maria Curie jedzie do Ameryki z serią odczytów.



Fot. 2. Wśród wielu tytułów honorowych kilkanaście ma ścisły związek z medycyną, m. in.: w 1918 r. Maria Curie otrzymuje tytuł *dr honoris causa* Polskiego Towarzystwa Medycznego i Dentystrycznego w Cleveland (Ohio)

Photo 2. Diploma of Polish Medical and Dental Association of America for Maria Skłodowska-Curie

Wraca z tytułami *dr honoris causa*, wyposażeniem, pieniędzmi, a przede wszystkim z 1. gramem radu (wartości wówczas ok. 100 tys. dolarów) podarowanym jej przez amerykańskie kobiety, a przekazanym osobiście przez prezydenta Stanów Zjednoczonych - Warrena Hardinga. Prasa rozpisuje się na temat dokonań Marii Skłodowskiej-Curie. Francuska Akademia Medyczna przyjmuje Marię w poczet swoich członków. Władze francuskie zaczynają również dostrzegać potrzeby Laboratorium Curie. Rozwija działalność fundacja Curie - Carnegie.

W połowie lat dwudziestych Instytut Radowy w Paryżu staje się według opinii współczesnych jednym z największych ośrodków nauki na świecie. Do najbliższych współpracowników Marii należy córka Irena. Wśród pracowników naukowych poważną część stanowią cudzoziemcy, w tym Polacy: Alicja Dorabalska (chemiczka), Henryk Jędrzejowski (fizyk), Cezary Pawłowski (fizyk), Jerzy Starkiewicz (fizyk), Ignacy Złotowski (chemik).



Fot. 3. Dr Cezary Pawłowski

Photo 3. Dr Cezary Pawłowski

Prace badawcze rozwijają się bardzo dynamicznie. (wyczerpujący przegląd działalności badawczej Laboratorium Curie przedstawił Cezary Pawłowski w pracy „Zdobycze naukowe Marii Skłodowskiej-Curie i nadane przez nią kierunki prac badawczych w Paryskim Instytucie Radowym”). Na pewno pierwszoplanowymi są badania promieniowania α i opracowanie metod otrzymywania silnych źródeł polonu. Doprowadzają one, jak już wcześniej wspomnieliśmy, do wykrycia sztucznej promieniotwórczości jeszcze za życia Marii i nagrody Nobla dla Ireny i Fryderyka Joliot-Curie w rok po jej śmierci.

Dużą wagę przywiązuje Maria do doskonalenia metod pomiarowych. W roku 1925 organizuje specjalny Oddział Pomiarowy, w którym można oznaczać aktywność wszelkich ciał promieniotwórczych, i o którym napisze: *Oddaje on wielkie usługi przemysłowi substancji radioaktywnych, szczególnie zaś lekarzom, dla których jest rzeczą pierwszorzędnej wagi znać dokładnie energię promieniowania preparatów, a to tym bardziej, że chodzi tu o terapię, która może być niebezpieczna, jeżeli jest traktowana lekkomyślnie*. W dziale tym zatrudnia pracowników o najwyższych kwalifikacjach, nad większością prac czuwa osobiście. Tu powstają nowe metody i przyrządy pomiarowe, przygotowuje się ekspertyzy, opracowuje tabele stałych fizycznych.

We współpracy z Laboratorium Pasteura, Laboratorium Curie prowadzi szereg prac nad zachowaniem się radu w organizmie żywym, lub w materiałach imitujących ciało, ale niestety nie ma bezpośredniego wpływu na sposób leczenia chorych. Wprawdzie przy Laboratorium Pasteura utworzono przychodnię dla chorych leczonych ambulatoryjnie i wydzielono na rzecz leczenia radem kilkanaście łóżek w dwóch szpitalach paryskich, lecz brak bezpośredniego kontaktu uniemożliwia skuteczny wpływ na postępowanie lekarskie. Czytamy w artykule Marii: *Dalszy rozwój Instytutu jest ściśle związany z koniecznością posiadania własnego szpitala oraz organizacja ta nie jest jeszcze dziś wystarczająca, bo przedstawia poważne braki, z których najbardziej odczuć się dają: brak własnego szpitala przy laboratorium Pasteura...* Trudno o większą orędowniczkę potrzeb medycyny niż ta uczona-fizyk, ale przy tym pierwsza kobieta (i pierwszy fizyk) przyjęta do grona członków Akademii Medycznej. Warto tu wspomnieć, że w styczniu 1911 r. nie przyjęto uczonej do Francuskiej Akademii Nauk.

Taką wzorową placówkę, w pełni, kompleksowo realizującą program prac naukowych i leczenia chorych, będzie chciała stworzyć w Warszawie.

Maria przez całe życie utrzymuje ścisłe więzi z Polską. Są to między innymi wakacje w Zakopanem, najpierw z Piotrem, potem z córkami.



Fot. 4. Maria z córkami po śmierci Piotra Curie

Photo 4. Maria with daughters, Eve and Irene after Pierre Curie's die

Często odwiedza ją rodzina z Polski. Córki mają polskie wychowawczynie, znają język polski. Natychmiast po odkryciu radu uczona przesyła do redakcji miesięcznika „Światło” notatkę na ten temat w języku polskim oraz w roku 1900 pisze referat na Zjazd Lekarzy i Przyrodników Polskich odbywający się w Krakowie. Przedstawi go prof. August Witkowski, który zaledwie kilka lat wcześniej zakomunikował jej odmowę przyjęcia do pracy. Jak wspomniano, Maria organizuje i cały czas wspiera Pracownię Radiologiczną. W niepodległej już Polsce jest profesorem honoris causa polskich uczelni, członkiem wielu polskich towarzystw naukowych. Przegląd korespondencji pozwala stwierdzić jak żywe były jej kontakty z wyższymi uczelniami w Polsce i ich czołowymi przedstawicielami, głównie fizykami i chemikami. Recenzuje prace przeznaczone do druku, rekomenduje je, jeśli sytuacja tego wymaga. Szkoli w swoim paryskim laboratorium polskich chemików i fizyków, przesyła wskazówki dotyczące stosowania radu, prac pomiarowych, badań naukowych i organizacji życia naukowego w Polsce – zwłaszcza, gdy w 1922 r. zostaje wiceprzewodniczącą Międzynarodowej Komisji Współpracy Intelktualnej przy Lidze Narodów.

Po wojnie kontakty krystalizują się wokół zamysłu budowy Instytutu Radowego w Polsce. Tak jak wszystkie swoje marzenia, tak i to zaczyna Maria wytrwale i konsekwentnie realizować. Na jej życzenie i pod jej honorowym przewodnictwem powstaje w roku 1921 jednostka prawna - Towarzystwo Instytutu Radowego, które zajmuje się realizacją projektu.

W grudniu 1923 r., z okazji 25-lecia odkrycia radu, Polski Komitet do Zwalczania Raka zwraca się poprzez prasę do społeczeństwa polskiego z apelem o zebranie funduszy na polski „Dar narodowy dla Marii Skłodowskiej-Curie”. Darem tym jak napisano w odezwie winien stać się Instytut Radowy imienia Marii Skłodowskiej-Curie. W skład Komitetu Daru Narodowego, który powstaje w styczniu 1924 r. wchodzi czołowe osobistości ze świata politycznego, kulturalnego

i naukowego kraju. Prezesem Komitetu zostaje ówczesny prezydent Rzeczypospolitej, Stanisław Wojciechowski.

Apel znajduje żywy oddźwięk w społeczeństwie. Założenia do projektu opracowuje Maria przy współudziale prof. Claude’a Régauda. Napływające składki i dotacje rządowe już wkrótce pozwalają na rozpoczęcie wstępnych prac budowlanych przy ulicy Wawelskiej, na parceli przekazanej przez Uniwersytet Warszawski.

Uroczystość wmurowania kamienia węgielnego pod projekt przygotowany przez architektów: Tadeusza Zielińskiego¹ i Zygmunta Wóycickiego odbywa się 7 czerwca 1925 r. Na uroczystość przyjeżdża Maria Skłodowska-Curie. Kontaktuje się z polskimi naukowcami, rozważa kandydatury przyszłych kierowników tej placówki. Nad całością wszystkich spraw czuwa, niezwykle energiczna dr Bronisława Dłuska. Po śmierci dzieci i w roku 1930 męża, Instytut Radowy w Warszawie jest dla niej celem i treścią życia – jest to przecież spełnienie życzenia jej najdroższej siostry i w pewnym sensie pomnik stawiany tej siostrze w Polsce. Jak trudne w realizacji było to przedsięwzięcie, w dotkniętym kryzysem i zubożałym po wojnie i okresach zaborów kraju, mogą świadczyć słowa Marii: *Zdaje mi się Brońciu, że zbudowanie Instytutu większą będzie z twojej strony sztuką, aniżeli z mojej odkrycie radu.*

Instytut zaprojektowano z rozmachem, pozwalającym na jego wieloletnie funkcjonowanie i możliwości dalszej rozbudowy. Miał się on wstępnie składać z 4 pawilonów: budynku klinicznego, mieszczącego przychodnię, gabinety specjalistyczne i oddziały szpitalne; pawilonu rentgenoterapii, fundowanego wraz z wyposażeniem przez Narodowy Bank Polski; budynku badawczego, mieszczącego na wzór paryski pracownię biologiczną i fizyczną oraz pawilonu preparatyki źródeł radioaktywnych, połączonego z działem fizyki podziemnym tunelem, umożliwiającym automatyczny transport tych źródeł.



Fot. 5. Sala operacyjna w instytucie Radowym w Warszawie

Photo 5. The operating room at the Institute of Radium in Warsaw

Projekt jest imponujący i w skali założeń i w szczególności koncepcji. Ale klinika będzie potrzebować radu. Z pomocą znów przychodzi Missy. Uruchamia następną kampanię w Stanach Zjednoczonych. W roku 1929 Maria otrzymuje z rąk prezydenta Herberta Hoovera fundusze zebrane przez kobiety amerykańskie i stowarzyszenia polonijne na zakup drugiego grama radu. Tym razem dla Polski.

Zrozumiałe, że taka inwestycja jak Instytut Radowy budzi wielkie zainteresowanie różnych środowisk i osób, które wiążą z ewentualną pracą w tym Instytucie swoje plany i kariery. Maria osobiście czuwa nad znalezieniem i wykształceniem przyszłych kierowników podstawowych działów Instytutu. Już od 1925 r. nawiązuje liczne kontakty z polskimi naukowcami i decyduje o ścisłej współpracy z czołowym polskim fizykiem - prof. Stefanem Pieńkowskim (rektorem Uniwersytetu Warszawskiego w latach 1925-1926 i 1933-1936). Kierownikiem Działu Klinicznego i późniejszym dyrektorem Instytutu zostaje, z rekomendacji rodziny Dłuskich, dr Franciszek Łukaszczyk, przeszkolony w Laboratorium Pasteura przez prof. Régauda.



Fot. 6. Prof. Franciszek Łukaszczyk
Photo 6. Prof. Franciszek Łukaszczyk

Jeśli chodzi o przyszłe kierownictwo Działu Fizyki wybór pada na dr Cezarego Pawłowskiego, doświadczonego już wówczas fizyka, adiunkta prof. Pieńkowskiego. Zostaje on w roku 1927 skierowany do Marii Curie i przez 4 lata pracuje pod jej kierunkiem, uczestnicząc również w planach budowy, wyposażenia i organizacji przyszłego Działu Fizyki. Plany te ustala Maria Curie osobiście, planuje bowiem regularne przyjazdy do warszawskiej placówki. O znajomości przez nią zagadnień promieniotęczy świadczy uwzględnienie, w planach budowy Instytutu, pawilonu rentgenoterapii i gruntowne przygotowanie C. Pawłowskiego oraz wyposażenie Działu Fizyki w odpowiedni sprzęt do skutecznego i bezpiecznego stosowania tej trudnej techniki.



Fot. 7. Otwarcie Instytutu Radowego w Warszawie, Maria Curie z prezydentem Ignacym Mościckim, 1932 r.

Photo 7. Opening ceremony of Institute of Radium in Warsaw, with the participation of President of Poland, prof. Ignacy Mościcki and Maria Skłodowska-Curie, 1932

W dniu 29 maja 1932 r., ogłoszonym jako Dzień Nauki Polskiej, odbywa się uroczyste otwarcie budynku klinicznego Instytutu. Podczas tej uroczystości Maria Skłodowska oficjalnie przekazuje Instytutowi ponad 1 gram radu zakupiony przez nią za fundusze zebrane przez kobiety amerykańskie i stowarzyszenia polonijne. Niestety uruchomienia Działu Fizyki nie doczeka. Będzie mogła tylko, jak pisze jej córka z okien swego mieszkania patrzeć na gmach pawilonu naukowego jeszcze nie całkiem wykończony. Radość otwarcia części klinicznej przesłania troska o los pracowni naukowych. W Instytucie Paryskim dominuje działalność badawcza - zaistniało niebezpieczeństwo, że tu mogłoby stać się odwrotnie. Zaniepokojeniu daje wyraz we fragmencie wygłoszonego przemówienia: *terapia powinna być w łączności nieustannej z pracą naukową, bez której, postępów czynić nie może. Przytem poszukiwanie czystej wiedzy jest jedną z istotnych potrzeb ludzkości. Tak więc, mam nadzieję, że puszczenie w ruch pracowni naukowych przewidzianych dla Instytutu nastąpi wkrótce po otwarciu sekcji lekarskiej.*

W owym czasie koncepcja stworzenia instytutu, w którym miano prowadzić badania naukowe w dziedzinach pozornie odległych od medycyny i równocześnie realizować współpracę z klinikami, koncepcja równorzędnego statusu działu klinicznego i działów badawczych była tak nowatorska i unikalna, że obawy Marii Curie o los jej dzieła nie były bezpodstawne. Z korespondencji i relacji jej uczniów wiemy jak wytrwale i nieugięcie walczyła, aby doraźne codzienne potrzeby nie zdominowały nauki.



Fot. 8. Strona tytułowa pracy doktorskiej Marii Skłodowskiej-Curie
Photo 8. The front page of PhD dissertation of Maria Skłodowska-Curie (in Polish)

Wytrwałość i nieugiętość to cechy jej charakteru.

Objawiają się one nie tylko w sferze intelektualnej, ale również w ustawicznym zmaganiu ze słabością fizyczną. Tę pozornie słabą, kruchą kobietę cechuje wielkie zamiłowanie do uprawiania sportu. Do ostatnich lat życia świetnie pływa, jeździ na łyżwach, uprawia górską turystykę, jest zwinna i gibka. A przecież wskutek działania wysokich dawek promieniowania już jako młoda kobieta zaczyna tracić zdrowie. Ma poparzone palce, dziwne zmiany w płucach, przechodzi ciężkie operacje, poważnie uszkodzonych nerek w roku 1911 i wielokrotne operacje katarakty. Może być także dziedzicznie obciążona gruźlicą. Chore nerki nie wstrzymują ją od ciężkich wysiłków w czasie wojny. Ukrywa przed otoczeniem proces utraty wzroku. Po każdej operacji podejmuje wysiłek pokonania trudności związanych z nieostрым i podwójnym widzeniem oraz z zaburzeniami równowagi. Odbywa dwie wyczerpujące podróże do Stanów Zjednoczonych celem zdobycia funduszy na zakup radu. Uczestniczy w konferencjach naukowych, jeździ z wykładami. Działa w Komisji Międzynarodowej Współpracy Intelektualnej Ligi Narodów. Nie przerywa wykładów na Sorbonie, kieruje Laboratorium Curie i oczywiście cały czas pracuje w laboratorium i czuwa nad pracą swoich uczniów. W okresie od 1919 do 1934 r. ogłaszają oni ok. pięciuset prac naukowych. Osobista pozycja Marii wyraża się w tym czasie kilkudziesięcioma samodzielnymi publikacjami. Do tego znajduje jeszcze czas i siły aby wspierać swoje córki i interesować się ich życiem.



Fot. 9. Jedno z ostatnich zdjęć Marii

Photo 9. One of the last pictures of Maria Skłodowska-Curie

Taki tryb życia prowadzi Maria do ostatnich niemal chwil. Lekceważy rzekomą gripę, chodzi do laboratorium, pracuje nad książką (drugą już książką o promieniotwórczości), która ukaże się już po jej śmierci. Na początku maja 1934 r. stan jej zdrowia ulega nagłemu pogorszeniu. Uczona posłusznie poddaje się badaniom lekarskim. Wyniki nie przynoszą jasnej diagnozy. Godzi się na wyjazd do alpejskiego sanatorium w Sacellemoz. Towarzyszy jej córka, Ewa, która będzie

przy niej do końca. Umiera 4 lipca 1934 r. na skutek, jak podała oficjalny komunikat, anemii złośliwej anaplastycznej o przebiegu gwałtownym, gorączkowym. Spoczęła w rodzinnym grobie Curie, w Sceaux pod Paryżem. W ceremonii pogrzebu wzięła udział tylko najbliższa rodzina.

5 września 1935 r. odsłonięto w Warszawie piękny pomnik uczonej dłuta Ludwika Kraskowskiej-Nitschowej, w parku przed Instytutem Radowym, przy ul. Wawelskiej 15. Widywano tam po II wojnie światowej Kazimierza Żorawskiego, który mieszkał w przydzielonym mu małym mieszkanku w pobliskim Domu Akademickim przy placu Narutowicza i odtwarzał swój olbrzymi dorobek naukowy, spalony w czasie Powstania Warszawskiego.

W kwietniu 1995 r. prochy Marii Skłodowskiej-Curie i Piotra Curie przeniesiono do paryskiego Panteonu, miejsca, w który spoczywają ludzie zasłużeni dla Francji. Nasza rodaczka jest jedyną kobietą złożoną w Panteonie w geście dostrzeżenia jej własnych zasług naukowych i jedyną osobą uhonorowaną w ten sposób, która nie urodziła się we Francji.

Barbara Gwiazdowska była od roku 1949. studentką, a potem asystentką profesora Cezarego Pawłowskiego. Niektóre fakty i opinie oparła na Jego wspomnieniach.

*Śp. prof. dr hab. Barbara Gwiazdowska,
dr hab. Wojciech Bulski,
Zakład Fizyki Medycznej,
Centrum Onkologii, Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie,
Warszawa*

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

Literatura

- [1] Adloft JP, Mac Cordic HJ. The Dawn of Radiochemistry. W: One Hundred Years after the Discovery of Radioactivity. R. Oldenbourg Verlag, Muenchen 1996;
- [2] Brian D. Rodzina Curie. Wydawnictwo Amber, Warszawa 2006;
- [3] Brucer M. William Duane and the radium cow: An American contribution to an emerging atomic age. Medical Physics 1993; 20 (6): 1601 – 1610;
- [4] Chróścicki JA, Rotterdam A. Atlas architektury Warszawy. Warszawa 1997; s.29;
- [5] Chrzanowski A. Dar narodowy dla Pani Marii Skłodowskiej-Curie. Nowotwory 1979; 29 (3): 93 – 97;
- [6] Curie E. Maria Curie. Ed.Galster, Lauter, Rutkowski, Warszawa 1946;

- [7] Dorabalska A. Wpływ nauki o promieniotwórczości na rozwój chemii. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 219-252.
- [8] Hevesy GC. Maria Curie and her Contemporaries. The Journal of Nuclear Medicine 1961; 25 (1): 117 – 131;
- [9] Hoffmann K. Wina i odpowiedzialność. Otto Hahn. Konflikty uczonego. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997.
- [10] Hurwic J. Maria Skłodowska-Curie i promieniotwórczość. Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej - Żak, Warszawa 1993;
- [11] Jaworski JS, Bachanek S. Polskimi śladami Marii Skłodowskiej-Curie. Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie, Polskie Towarzystwo Chemiczne, Warszawa 2006.
- [12] Joliot-Curie F. Wywiad dla Expressu Porannego z dnia 7.10.1936 r.
- [13] Kabzińska K. Malewicz MH, Piskurewicz J, Różewicz J. Korespondencja polska Marii Skłodowskiej-Curie 1881-1934. Wyd. Instytut Historii Nauki PAN, Polskie Towarzystwo Chemiczne, Warszawa 1994;
- [14] Komitet Daru Narodowego dla Marii Skłodowskiej-Curie. Maria Skłodowska-Curie i historia odkrycia radu. Wyd. Dar Książnicy - Atlasu, Lwów 1925;
- [15] Kotkowski K. Maria Curie-Skłodowska, wspomnienie pośmiertne. Wydawnictwo Towarzystwa Przyrodniczego im. St. Staszica, Łódź 1934;
- [16] Laskowski J. Prof. dr med. Franciszek Łukaszczyk (1897-1956). Nowotwory 1956; 6 (3):135-138;
- [17] Łukaszczyk F. Rad w leczeniu nowotworów złośliwych. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 253-262.
- [18] Mould RF. Radium History Mosaic. Nowotwory Journal of Oncology, Warszawa 2007;
- [19] Pawłowski C. Zdobyte naukowe Marii Skłodowskiej-Curie i nadane przez nią kierunki prac badawczych w Paryskim Instytucie Radowym. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 105-186;
- [20] Pawłowski C. Maria Skłodowska-Curie (7.11.1867-4.7.1934). Postępy Fizyki 1967; 18 (4):337 – 362;
- [21] Pawłowski C. Wspomnienia niepublikowane (1953). Zbiory archiwalne Zakładu Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie;
- [22] Pippard JJ. Thompson and the Cavendish Laboratory. ICRU News December 1996; (2):5;
- [23] Piskurewicz J. Red. Korespondencja Marii Skłodowskiej-Curie z uczonymi z Europy Środkowej i Wschodniej 1904-1934. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1998;
- [24] Quinn S. Marie Curie: a life. Simon and Schuster, New York 1995;
- [25] Rada Towarzystwa Instytutu Radowego. Protokół z dn. 17.12.1933.
- [26] Rudowski W. Zarys historii Instytutu Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie. Nowotwory 1963; 13 (1):101-104;
- [27] Sabat B. Na kanwie moich wspomnień o Marii z Skłodowskich i Piotrze Curie. Służba Zdrowia nr 16, Warszawa 1950.
- [28] Skłodowska-Curie M: Przemówienie (z okazji poświęcenia Instytutu Radowego). Gazeta Polska nr 148 z 30.5.1932 r.
- [29] Skłodowska-Curie M.: Promieniotwórczość. PWN, Warszawa 1953.
- [30] Skłodowska-Curie M. Główne tory współczesnych badań nad promieniotwórczością. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 7-28.
- [31] Skłodowska-Curie M. Organizacja i działalność Instytutu Radowego w Paryżu. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 29-48.
- [32] Skłodowska-Curie M. Stan obecny chemii polonu. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 49-58.
- [33] Skłodowska-Curie M. Autobiografia. Wspomnienia o Piotrze Curie. Dom Wydawniczo-Promocyjny GAL. Warszawa 2004;
- [34] Sołtan A. Ewolucja poglądów na trwałość atomu od czasu odkrycia promieniotwórczości do chwili obecnej. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 211-218;
- [35] Suszczyński S. K. Żorawski. <http://www.impan.gov.pl/Great/Zorawski>;
- [36] Szczeniowski S. Zastosowanie promieniotwórczości w nauce i technice. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 187-210.
- [37] Towpiak E, Mould RF. Eds. Maria Skłodowska-Curie. Memorial Issue of the Polish Oncological Journal – Nowotwory. Warsaw 1998;
- [38] Wertenstein L. Marja Skłodowska-Curie, Warszawskie Czasopismo Lekarskie 1924; (1):1 – 15.
- [39] Zbiory archiwalne Zakładu Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie.
- [40] Zeman A, Benes P. St. Joachimsthal Mines and their Importance in the Early History of Radioactivity. W: One Hundred Years after the Discovery of Radioactivity. R. Oldenbourg Verlag, Muenchen 1996.
- [41] Złotowski I. Wielkie dzieło Marii Skłodowskiej-Curie. W: Wkład Marii Skłodowskiej-Curie do nauki. Red. Hurwic J. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1954; 59-104

Przypisy

1. Prof. Tadeusz Zieliński jeden z czołowych polskich architektów zmarł 21.IX.1925 r.

PROBLEMY OCZYSZCZANIA WODY JAKO ELEMENT USUWANIA SKUTKÓW AWARII W ELEKTROWNI JĄDROWEJ FUKUSHIMA

Water purification as part of Fukushima power plant breakdown associated nuclear waste removal process

Krzysztof Rzymkowski

The article discusses the problems related to nuclear pollution purification with respect to liquid waste and water, especially water used for cooling damaged reactors and natural watercourses in the area.

W opracowaniu przedstawiono problemy związane z usuwaniem skażeń radioaktywnych z wody używanej do chłodzenia uszkodzonych reaktorów spotęgowane wpływem naturalnych cieków wodnych na terenie elektrowni.

Zanieczyszczenia

Zanieczyszczenia wody powstające w wyniku działalności człowieka są problemem ogólnoswiatowym dotyczącym wszystkich zbiorników wodnych – zarówno mórz, jak i wód śródlądowych. Źródłem zanieczyszczeń są systemy komunalne, rolnicze i przemysłowe.

Zanieczyszczenia mają rozmaitą postać fizyczną i chemiczną. Niektóre z nich np. komunalne lub niektóre rolnicze, związane są przede wszystkim z zagrożeniem bakteriologicznym. Ulegają one naturalnej filtracji i rozkładowi przez środowisko naturalne i nie wpływają znacząco na jego stan. Najgroźniejsze dla środowiska oraz zdrowia człowieka są zanieczyszczenia przemysłowe zawierające między innymi metale ciężkie oraz szkodliwe, trudno rozkładające się substancje organiczne i mineralne, w tym związki nierozpuszczalne. Niestety pomimo zabezpieczeń mogą one przedostać się do wód powierzchniowych.

Choć kwestia zanieczyszczeń radioaktywnych budzi być może najwięcej emocji, należy uzmysłowić sobie, że przy normalnej pracy prawidłowo zaprojektowanych, wykonanych, oraz prowadzonych obiektów jądrowych kwestia tych zanieczyszczeń jest praktycznie pomijalna. Z reguły występują w niewielkich ilościach i małej koncentracji /aktywności, choć istotnie mogą być przenoszone przez

cieki wodne. Zwykle jednak duże obiekty jądrowe (zakłady wzbogacania lub przerobu paliwa, elektrownie jądrowe) pracują w szczelnym wodnym obiegu zamkniętym. Założenie takiego obiegu polega na tym, że woda używana do celów technologicznych nie jest odprowadzana do środowiska, lecz powtórnie wykorzystywana w procesie technologicznym.

Elektrownia Jądrowa Fukushima podobnie, jak wszystkie pracujące i projektowane japońskie elektrownie jądrowe jest wybudowana bezpośrednio nad brzegiem Oceanu Spokojnego. Taka lokalizacja posiada szereg zalet, przede wszystkim umożliwia wykorzystanie wody morskiej jako wody chłodzącej, co przy ograniczonej ilości słodkowodnych zbiorników wodnych w głębi lądu jest najlepszym i ekonomicznie uzasadnionym rozwiązaniem. Wszystkie japońskie elektrownie jądrowe posiadają własne porty, ułatwiające transport świeżego, jak i wypalonego paliwa bezpośrednio z/do elektrowni lub z innych zakładów przemysłowych (zakładów produkcji paliwa, zakładów przerobu) odciążając lądowe drogi komunikacyjne. Istotną wadą takiego usytuowania elektrowni jądrowej jest trudna do przewidzenia (jak to było podczas ostatniego trzęsienia ziemi, które nawiedziło Japonię) wysokość ewentualnej fali tsunami. Elektrownia jądrowa Fukushima

Daiichi jest położona na wysokości ok. 5 m nad lustrem wody w fazie przypływu i miała opierać się fali tsunami o wysokości do 5 m. Elektrownia Fukushima Daiichi położona w odległości ok. 12 km na południe od Fukushimy Daiichi przy podobnej zabudowie i usytuowaniu nie uległa tak silnym zniszczeniom wywołanym falą tsunami ze względu na bardziej nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne.

W trakcie ostatniej awarii właśnie wdzierająca się woda była przyczyną unieruchomienia systemów chłodzenia reaktorów, w tym awaryjnego systemu chłodzenia, co pociągnęło za sobą dalsze skutki. Do tych należało przede wszystkim przegrzanie i jak się później okazało nadtopienie rdzeni reaktorów. Dodatkowe zniszczenia powstały w wyniku eksplozji H_2 wytworzonego w wyniku reakcji z wodą koszulek cyrkonowych w wysokiej temperaturze.

Podstawowym problemem było więc odtworzenie, choćby prowizorycznie, warunków chłodzenia we wszystkich zbiornikach, w których zmagazynowane było paliwo jądrowe. Konieczne było przede wszystkim zapewnienie chłodzenia reaktorów i basenów, w których przechowywane było wypalone paliwo. Świeże (nieużywane) paliwo nie wymaga specjalnego chłodzenia i jest zwykle przechowywane w suchych magazynach, jego zabezpieczenie stanowiło więc odrębny i znacznie mniejszy problem.

W elektrowni jądrowej Fukushima stosowany był system chłodzenia w obiegu otwartym. **Chłodzenie w obiegu otwartym** polega na jednokrotnym przepływie wody (pobieranej z rzeki, jeziora, sztucznego zbiornika wodnego, lub morza) chłodzącej przez chłodnice. W celu uzyskania dobrej wydajności chłodzenia w tym systemie konieczne jest przepompowywanie przez układ wymienników ciepła ogromnych ilości wody. W tym miejscu należy podkreślić, że woda ta nie ulega skażeniu substancjami promieniotwórczymi, gdyż nie miała kontaktu z elementami radioaktywnymi. Do chłodzenia, w elektrowni Fukushima, w tym systemie w obiegu wtórnym wykorzystywano wodę morską. Analogiczne systemy są stosowane we wszystkich elektrowniach jądrowych w Japonii.

Usuwanie skutków awarii

Zasadniczym celem usuwania skutków awarii było osiągnięcie tzw. stanu zimnego wyłączenia reaktora, tzn. stanu, w którym temperatura rdzenia spadnie poniżej 100 °C. Stan taki osiągnięto we wrześniu 2011 r. Pełna stabilizacja temperatury reaktorów i basenów wypalonego paliwa została osiągnięta w styczniu 2012 r. Kluczowym elementem systemów chłodzenia pozostaje oczywiście woda słodka.

W najtrudniejszym, początkowym okresie, uszkodzenie systemu awaryjnego chłodzenia oraz możliwość wystąpienia stanu krytycznego wymusiły konieczność użycia do bezpośredniego chłodzenia reaktorów wody morskiej z dodatkiem kwasu borowego umożliwiającego absorpcję neutronów. Jednocześnie obudowy reaktorów były schładzane przy użyciu sprzętu straży pożarnej. W tej fazie konieczne było również uzupełnienie wody w basenach wypalonego paliwa, ponieważ jej poziom uległ znacznemu obniżeniu wskutek przecieków i parowania. Ponieważ dostęp do budynków reaktorów 3 i 4 był utrudniony i spodziewano się kolejnych eksplozji lub pożarów, wodę dostarczano za pomocą helikopterów i armatek wodnych straży pożarnej, co mieliśmy okazję śledzić na ekranach telewizorów.

Użycie do chłodzenia wody morskiej było w początkowej fazie konieczne, jednakże jej użycie spowodowało np. w reaktorze Nr 1 osadzenie się 26 ton soli. Sól osadzając się na ściankach rur systemu chłodzenia zmniejszała wydajność przepływu, a tym samym chłodzenia, oraz była przyczyną przyspieszonej korozji koszulek cyrkonowych prętów paliwowych w reaktorze. Dlatego też konieczne było jak najszybsze wprowadzenie do obiegu wody słodkiej, której zapasy w elektrowni były ograniczone. Po ok. 12 dniach od początku awarii zaczęto chłodzić reaktory wodą słodką, dostarczaną początkowo barkami marynarki wojennej Stanów Zjednoczonych.

Proces chłodzenia wymagał i nadal wymaga ciągłej dostawy słodkiej wody, która w tej okolicy jest trudno dostępna. Właśnie z uwagi na tę ograniczoną dostępność podlega ona procesowi uzdatniania i ponownego wykorzystywania.

Skażenie cieków wodnych i obecne zabezpieczenia

Początkowo woda obmywająca elementy skażone nie była oczyszczana i zbierała się w dolnych częściach budynków, przesączając się do morza. Od początku prowadzenia akcji usuwania skutków awarii przewidywano też konieczność usunięcia skażonej wysokoaktywnymi zanieczyszczeniami wody (ok. 110 ton) zalegającej w budynkach reaktorów, turbinach, oraz tunelach, pochodzącej z przecieków systemów chłodzenia, a następnie zmagazynowaniem jej w zbiornikach, by nie przedostała się do środowiska. Skonstruowano specjalne systemy oczyszczania tych zasobów. Wydajność ich była jednak zbyt niska, by można było uniknąć tymczasowego magazynowania.

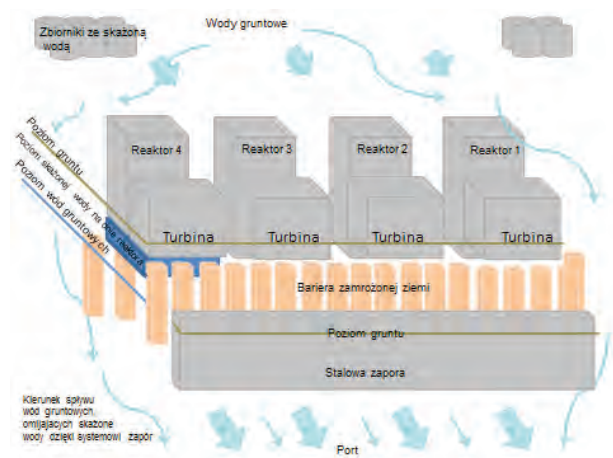
Dodatkowym problemem, który szczególnie wyraźnie wystąpił w okresie pory deszczowej, było podniesienie

nie poziomu wód gruntowych. Problem wynikał z niedostosowania wydajności systemów melioracyjnych (rowy i podziemne kanały) na terenie elektrowni jądrowej do objętości zużywanej wody. W efekcie woda przenikała do podziemnych części budynków reaktorów i turbin, wpływając do portu. Dziennie przez obszar elektrowni przepływa pod ziemią ok. 400 m³ wody, która ulega zmieszaniu z wodą skażoną zalegającą w instalacjach elektrowni. Z tego wynika konieczność oczyszczania również tej dodatkowej objętości. Tymczasem dziennie oczyszczano zaledwie ok. 100 m³.

Zasadniczym celem opracowanego planu postępowania awaryjnego było możliwie szybkie usunięcie źródeł skażeń i odizolowanie ich od kontaktu z wodami gruntowymi, jak również zabezpieczenie przechowywanych ciekłych odpadów radioaktywnych przed przeciekami. W pierwszym etapie realizacji planu postanowiono:

- usunąć silnie skażoną wodę z systemu melioracyjnego elektrowni jądrowej,
- likwidować powstające przecieki, oraz usprawnić metody ich wykrywania, oraz
- zbudować system kanalizacyjny umożliwiający omijanie przez wody gruntowe terenu skażeń.

W drugim etapie przewidziano budowę szczelnych barier ochronnych otaczających skażony teren oraz stopniowe przepompowywanie i uzdatnianie wody na tym, szczelnie odgrodzonym, obszarze. Termin realizacji drugiego etapu zaplanowano na dwa lata.



Rys. 1. Wody gruntowe oraz projektowane bariery zaporowe (opracowanie własne K. Rzymkowski i J. Rzymkowska)

Fig. 1. Ground water and designed prohibitive barriers

Uznano, iż system melioracyjny elektrowni jądrowej Fukushima został *de facto* zniszczony w czasie trzęsienia ziemi oraz przez falę tsunami. Plany jego odbudowy w zmodernizo-

wanej wersji powstały w październiku 2011 r. Odbudowa ruszyła w kwietniu 2012 r., a zakończono ją w roku 2014. Podstawą nowego systemu jest nowe nadbrzeże o długości ok. 8 km zbudowane ze stalowo – betonowej, nieprzepuszczalnej ściany, sięgającej 30m poniżej lustra wody. Ma to na celu przede wszystkim zatrzymanie wód gruntowych przepływających przez wysoko skażone budynki reaktorów i turbin oraz najbliższe otoczenie (mających styczność z wodami skażonymi). Ściana może zatrzymywać ok. 500 – 700 m³ wody/dobę o małym stężeniu zanieczyszczeń radioaktywnych. Po oczyszczeniu woda będzie odprowadzana do morza. Nowy system melioracyjny ma obniżyć poziom wód gruntowych na terenie elektrowni, w szczególności w pobliżu reaktorów, gdzie jak do tej pory poziom ten przewyższał poziom wysoko skażonej wody w budynkach reaktorów i turbin aż o 4m.

Dodatkowo zaplanowano odseparowanie skażonego obszaru od wód gruntowych. Początkowe plany obejmowały budowę tzw. „ściany lodowej” wokół budynków reaktorów, czyli zamrożeniu gruntu wokół reaktorów do poziomu 30 m w głąb. Metoda zamrażania gleby w celu odseparowania się od wód gruntowych jest już znana i aktualnie wykorzystywana w górnictwie. Łączna długość ściany miałaby wynosić 1500 m. Założenie przewidywało powstanie 1550 „studzien”, w których miały być zamontowane systemy mrozące glebę do -30C°. Roczne zapotrzebowanie energii konieczne do utrzymania ściany odpowiadałoby zapotrzebowaniu 13 000 gospodarstw domowych. Budowę miano ukończyć w kwietniu 2015 r., jednakże po przeprowadzeniu testów na skonstruowanym do kwietnia 2014 r. 100 metrowym odcinku ostatecznie odstąpiono od tego projektu i postanowiono zbudować ścianę betonową. Ściana ma być wykorzystywana do 2020 r.

Jak wspomniano wyżej, systemy oczyszczania wymagają czasowego magazynowania skażonej wody przed jej oczyszczeniem i zwróceniem do systemów chłodzenia. Wymaga to użycia ogromnej ilości zbiorników o wysokiej pojemności. Obecnie w elektrowni jądrowej używane są trzy generacje zbiorników, przy czym dokonuje się stopniowej wymiany zbiorników tymczasowych na docelowe. Niestety często zdarzają się przecieki skażonej wody do wód gruntowych, co wymaga stałego monitorowania szczelności zbiorników. W celu uniknięcia przecieku skażonej wody do morza, zbiorniki usytuowane są powyżej elektrowni.



Fot. 1 Rozmieszczenie zbiorników ze skażoną wodą (TEPCO, Reuters)
Photo. 1. Arrangement of the tanks with contaminated water

Oczyszczanie wody

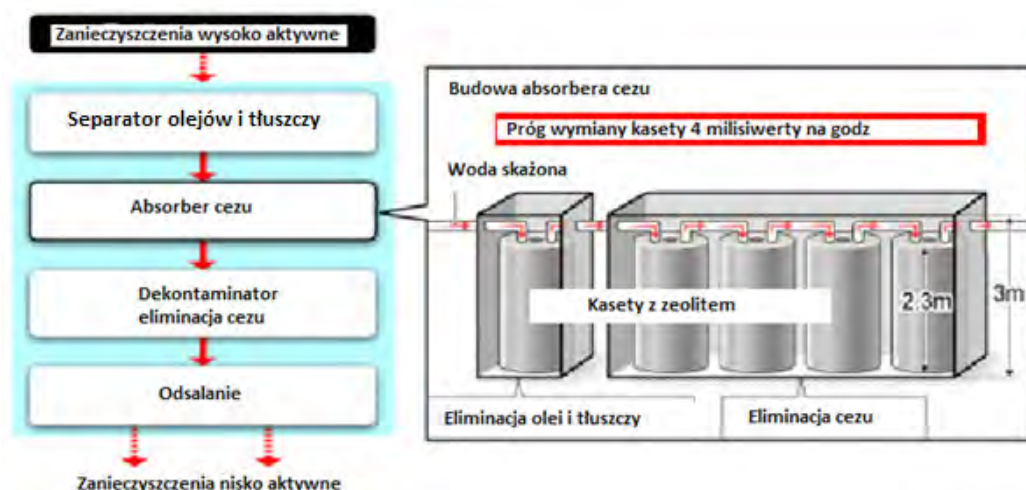
Obecnie nowoczesne metody oczyszczania odpadów ciekłych, są oparte o wyrafinowane procesy chemiczne, z wykorzystaniem wielu związków i procesów chemicznych, połączonych w systemach katalizatorów. Są to złożone i wielostopniowe systemy, o wysokiej wydajności stosowanych procesów. Do najczęściej stosowanych metod oczyszczania (separacji i zagęszczania substancji toksycznych i radioaktywnych) odpadów ciekłych w obiektach przemysłu jądowego należą między innymi:

- **ekstrakcja**, polegająca na wyodrębnieniu poszczególnych pierwiastków (składników) z ich mieszanin, najczęściej drogą dyfuzji do cieczy lepiej rozpuszczających te związki chemiczne.
- **wytrącanie**, polegające na wytworzeniu nierozpuszczalnych osadów w procesie reakcji chemicznych. Proces wytrącania jest zazwyczaj wielostopniowy i dopasowywany do rodzaju zanieczyszczeń.
- **wymiana jonowa** polega na wymianie ruchliwych jonów jednej substancji na inne jony tego samego znaku, pochodzących z substancji filtrowanej. Proces zachodzi w wymienniku jonowym (jonicie) na powierzchni porowatej substancji lub żelu, których cząsteczki chemiczne ulegają dysocjacji elektrolitycznej pod wpływem rozpuszczalnika, którym może być,

np. woda. Jonitami mogą być substancje organiczne i nieorganiczne. Wymiana jonowa jest stosowana bardzo szeroko ze względu na jej możliwości selektywnej separacji pierwiastków i względnie niskie koszty. Systemy wymiany jonowej są często wspomagane przez systemy filtrów membranowych, tworząc bardziej rozbudowane instalacje oczyszczające wykorzystujące zjawisko tzw. **odwróconej osmozy**. Jest to proces polegający na oddzieleniu, cząsteczek wody od rozpuszczonych w niej substancji. Membrana przepuszczająca cząsteczki wody może być jednocześnie jonitem. Niezwykle mała porowatość membran pozwala na bardzo skuteczne oczyszczanie.



Rys. 2. Zbiorniki ścieków radioaktywnych (Fot. Ho/Reuters oraz referat A.Toby Seminarium Tepco Warszawa 19 Marzec 2014)
Photo. 2. Radioactive waste tanks



Rys. 2. System oczyszczania wody zastosowany w elektrowni jądrowej Fukushima (Toshiba, AREVA, KURION)

Fig. 2. Water purification system used in the Fukushima power plant

Zbiorniki pośrednie zastępujące tymczasowe. Do końca 2015 r. zostaną wymienione wszystkie zbiorniki. Prace są prowadzone równolegle przez szereg firm w kilku lokalizacjach na terenie elektrowni jądrowej.

19 kwietnia 2011 r. podjęto decyzję o budowie systemu oczyszczania i magazynowania skażonej wody. Budowy takiego systemu o wielkiej wydajności, wykorzystującego najczęściej stosowane metody oczyszczania, podjęło się kilka firm:

- Toshiba - oferująca filtry do usuwania olejów i tłuszczów,
- AREVA, której system filtracyjny zawierający związki chemiczne usuwające cez, oferowany przez AREVA -Veolia Water, posiada wydajność 50 000 litrów/h
- KURION, firma specjalizująca się od awarii w Three Miles Island w oczyszczaniu ścieków zawierających cez, stront, technet, a nawet pluton i ameryk, oferująca aparaturę do filtracji jonowej jonitów nieorganicznych (jonity organiczne są wrażliwe na sól i nie przewiduje się ich wykorzystania w elektrowni jądrowej Fukushima). System filtracyjny KURION zastosowany w elektrowni jądrowej Fukushima składa się z czterech niezależnych linii, z których każda zawiera 6 wymiennych modułów (wymennych kaset) do usuwania zanieczyszczeń olejowych, usuwania technetu i czterech do usuwania cezu i jodu. Zaletą konstrukcji kasetowej jest możliwość wymiany całej kasety w chwili, gdy poziom promieniowania odfiltrowanych odpadów przekroczy określony próg.

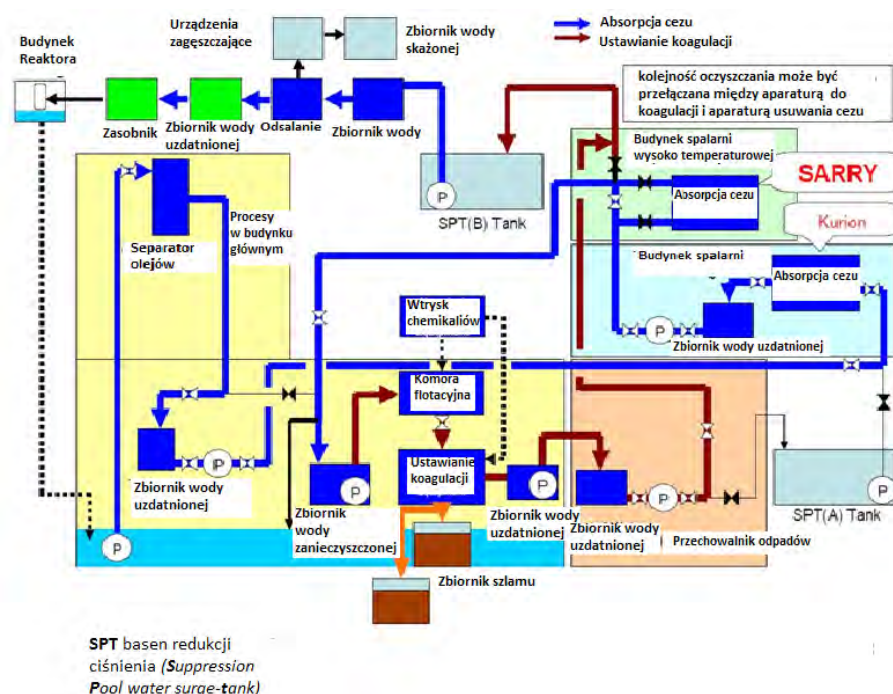


Fot. 1. Zbiornik dekontaminacyjny. Kanał wlotowy (Nuclear Engineering International www.neimagazine.com)

Photo 1. Decontamination tank. Inlet channel

Uruchomienie całości systemu sterowanego komputerowo napotykało na wiele trudności związanych przede wszystkim ze szczelnością połączeń. Początkowo system pracował nieregularnie i z długimi przerwami. Ostatecznie uzyskana wydajność oczyszczania wody wynosiła średnio 800 ton dziennie przy stopniu redukcji zawartości cezu $DF=70\,000$.

W lipcu 2011 r. firma Toshiba zaoferowała nowy system oczyszczania pod nazwą SARRY (*Simplified Active Water Retrieve and Recovery System*), proponując jego uruchomienie równoległe do już zainstalowanego systemu. Propozycja została zaakceptowana i pierwszy system został zainstalowany we wrześniu 2012 r. Osiągnięty obecnie współczynnik dekontaminacji dla cezu wynosi $DF=50\,000$. Planowane jest uruchomienie jeszcze dwóch takich urządzeń.



Rys. 3. System oczyszczania skażonej radioaktywnie wody opracowany przez Toshiba (Ex-skfblogsspot.com)

Figure 3. Contaminated water purification system developed by Toshiba

Prace nad usuwaniem skutków awarii trwają nieprzerwanie, mimo trudności wynikających z konieczności ochrony pracowników przed promieniowaniem. Stale monitorowany jest poziom promieniowania i w przypadku jego wzrostu prace są przerywane z uwagi na bezpieczeństwo załogi.

Jednocześnie prowadzone są prace przygotowawcze do demontażu uszkodzonych reaktorów (głównym problemem jest usunięcie rdzeni). Stopniowo usuwane jest paliwo z basenów wypalonego paliwa, znajdujących się przy każdym reaktorze. Wypalone paliwo z basenu bloku nr 4 zostało w całości usunięte w 2014 r. Całkowita likwidacja konstrukcji reaktorów przewidywana jest za 30 – 40 lat.

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

Literatura:

- [1] B. Dobrzańska, G. Dobrzański, D. Kielczewski, Ochrona środowiska przyrodniczego PWN Warszawa, 2009
- [2] David Lochbaum, Got Water Union Concerned Scientists, Citizens and Scientists for Environmental Solutions, Washington Oct 2007
- [3] Ex-skf.blogspot.com
- [4] Grażyna Zakrzewska-Trznadel, Procesy membranowe w technologiach jądrowych Raporty IChTJ Seria A nr. 1/2006
- [5] Grzegorz Jezierski, Energetyka Jądrowa wczoraj i dziś WNT 2005
- [6] IAEA Safety Guides Classification of radioactive Waste RADWASS Programme 1994
- [7] IAEA –TECDOC- 1336, Combined methods for radioactive waste treatment, 2003
- [8] K. Rzymkowski, Fukushima Jeden Ekoatom Kwiecień –Maj Warszawa 2011 1/1
- [9] K. Rzymkowski, Postępowanie z odpadami ciekłymi w elektrowniach jądrowych PTJ 3/2011 Warszawa
- [10] K. Rzymkowski, Refleksje po Tsunami Ekoatom Lipiec –Sierpień Warszawa 2011 2/1
- [11] K. Rzymkowski, Usuwanie skutków katastrofy ekologicznej wywołanej falą tsunami Ekoatom Luty-Marzec Warszawa 2012 4/1
- [12] K. Rzymkowski, Energetyka Jądrowa Japonii PTJ 4/2008 Romuald Szymkiewicz, Dariusz Gąsiorowski, Podstawy hydrologii dynamicznej WNT Warszawa, 2010
- [13] R.O. Abgel Rachman, H.A. Ibrahim, Yung-Tse Hung, Liquid radioactive Wastes Treatments: A Review, Water 2011 www.mdpi.com/journal/water
- [14] V. M. Efremenko, Radioactive Waste Management at Nuclear Power Plants, IAEA Bulletin 4/1989
- [15] World Nuclear Association 2007 Nuclear Power In Japan
- [16] www.Ex-skfblogsspot.com
- [17] www.guardian.co.uk
- [18] www.IAEA.org 2011.03.29
- [19] www.neimagazine.com
- [20] www.tepco.co.jp 2011.03.26
- [21] Biuletyn Kansei Nuclear Power, p. 989
- [22] Biuletyn Kansei Nuclear Power, p. 990
- [23] Biuletyn Ohi Power Station 2003
- [24] Biuletyn Kashiwazaki Kariwa 2003
- [25] Foldery: Tokyo Electric Power Company, Tokyo 1-3 Uchisawaicho 1-Chome Chyoda-kuFukushima Daichi Power Station, 22 Kitarhara Ottozawa Ohkuma-machi Futaba-gunFukushima-ken
- [26] Raport IAEA 2008
- [27] Materiały Seminarium TEPCO 19 Marzec 2014, Warszawa

REAKTORY JĄDROWE: PRZEGLĄD PROCESU LICENCJONOWANIA WE FRANCJI

Nuclear reactors: overview of the licensing process in France

Michael Varescon

The licensing process has a huge influence on: the project technical schedule, the contracting and the operator decision processes. Its implementation with all stakeholders involved is crucial for the operator as well as for the success of the nuclear programme. The licensing process is long. Therefore, the future operator must anticipate as earlier as possible the requirements of the Nuclear Safety Authority (NSA) in order to avoid any delay in the project schedule. The paper describes the initial and subsequently main steps of the licensing process in France. The role of public debates and Nuclear Safety Authority opinions was underlined. In conclusion of the article was stated among others: during project implementation, regular exchanges between the operator and the NSA are very helpful to identify potential licensing issues in a timely manner and understand the licensing/regulatory system and requirements, as well as any license conditions.

Proces licencjonowania jest zasadniczym elementem każdego projektu jądrowego. Ma ogromny wpływ na przebieg przygotowania projektu technicznego, kontraktowanie wykonawców i na proces podejmowania decyzji przez operatora elektrowni. Znajomość elementów procesu licencjonowania - wraz z harmonogramem jego realizacji jest jednym z istotnych czynników warunkujących osiągnięcie sukcesu realizacji programu jądrowego (włączając w to kwestie finansowe).

Francuskie postanowienia prawne w zakresie licencjonowania nowego reaktora jądrowego zostały ostatnio uaktualnione. Są one oparte o wytyczne Unii Europejskiej (Dyrektywa 2014/87/Euratom z 8 lipca 2014 r. z uwzględnieniem dyrektywy 2009/71/Euratom ustanawiającej unijne zasady bezpieczeństwa instalacji jądrowych) i poziomy referencyjne Zachodnio-Europejskiego Stowarzyszenia Urzędów Dozoru jądrowego (WENRA). Interpretacja tych zasad przez francuski urząd dozoru jądrowego (ang. *Nuclear Safety Authority*) dalej określane skrótowo NSA nie jest jeszcze zakończona.

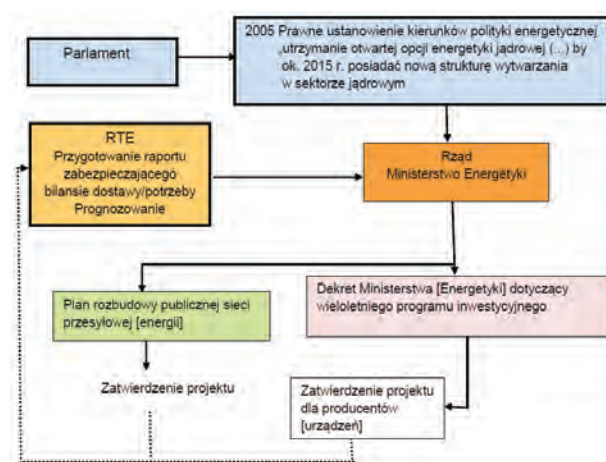
Proces licencjonowania trwa dość długo. Zatem przyszły operator elektrowni jądrowej musi przewidywać, możliwie jak najwcześniej - jakie mogą być wymagania dozoru jądrowego (NSA), aby uniknąć ewentualnych opóźnień w realizacji projektu.

ETAPY POCZĄTKOWE

Polityka energetyczna: polityka energetyczna w dziedzinie jądrowej jest częścią polityki energetycznej

i elementem długoczasowego procesu inwestycyjnego w zakresie energii elektrycznej

Budowa reaktora jądrowego jest decyzją polityczną i ekonomiczną podejmowaną przez rząd francuski. Minister ds. Energii ogłasza plan inwestycyjny na najbliższe lata, który określa cele/przydziały w zakresie możliwości wytwórczych w odniesieniu do każdego pierwotnego źródła energii. Plan ten przedstawiany jest parlamentowi w formie określonego raportu.



(skrót RTE oznacza we Francji operatora systemu przesyłu energii)

Rys. 1. Etapy początkowe: polityka energetyczna i program jądrowy

Figure 1. Initial steps: Energy policy and nuclear programme

Debata publiczna

Przed wystąpieniem o zatwierdzenie budowy reaktora jądrowego odbywa się publiczna debata (okres jej trwania wynosi przeciętnie 18 miesięcy¹). Przed przedstawieniem wniosku o zezwolenie na budowę instalacji jądrowej właściciel projektu musi przedstawić go do debaty publicznej komitetowi narodowemu (Narodowa Komisja ds. Debat Publicznych, fr. Commission Nationale du Debat Public (dalej jako skrót CNDP) w postaci raportu opisującego uzasadnienie, cele i główne cechy projektu. Raport ten jest podstawą debaty publicznej.

CNDP ustala i określa formę i harmonogram debaty publicznej (otwarte spotkania, strony internetowe, broszury, ...), która nie może być dłuższa niż 4 miesiące. W ciągu trzech miesięcy od wydania protokołu z odbytych spotkań i opinii na temat całej debaty przez Prezesa CNDP, właściciel projektu musi zdecydować czy projekt może być realizowany i pod jakimi warunkami.

PROCES LICENCJONOWANIA

Opcje bezpieczeństwa: procedura dobrowolna
(średni czas trwania pomiędzy 20 i 24 miesiące).

By łatwiej dokonać oceny technicznej projektu, jego właściciel może przed rozpoczęciem procesu licencjonowania zapytać NSA o opinię na temat całości lub części opcji bezpieczeństwa jakie zamierza zastosować w tej instalacji. Takie postępowanie nie jest obowiązkowe.

Celem tej procedury jest określenie zasadniczych opcji bezpieczeństwa i uzgodnienie tych opcji z NSA.

Opinia NSA może zawierać wymagania przeprowadzenia dodatkowych badań i podania kolejnych uzasadnień jeśli to jest potrzebne dla uzyskania zezwolenia. Opcje bezpieczeństwa ocenione przez NSA są dołączane do wniosku o zezwolenie.

Dokładne zrozumienie przez operatora wymagań stawianych przez NSA jest bardzo pożądane, gdyż ten wstępny dialog z NSA i organizacją wsparcia technicznego (TSO) pozwoli na uniknięcie wszelkich nieporozumień lub błędnych interpretacji jakie sformułowano określonych w wymaganiach.

Wniosek o wydanie zezwolenia
(maksymalny czas rozpatrywania 3 lata)

Raport: Właściciel projektu musi dostarczyć wniosek o wydanie zezwolenia do właściwego ministra i do ASN. Wniosek musi zawierać rysunki instalacji, wstępny raport bezpieczeństwa (ang. *Preliminary Safety Analysis Report*), studium oceny ryzyka i ocenę wpływu na środowisko. Właściciel projektu musi również dostarczyć zaświadczenie o swoim technicznym i finansowym przygotowaniu do realizacji instalacji jądrowej.

Tabela 1
Table 1

Zawartość raportu wysyłanego do:	ASN	PI
Nazwa operatora, siedziba i spis osób upoważnionych do składania podpisów	☑	☑
Określenie instalacji, charakterystyka techniczna, zasady pracy, zakres prowadzonych działań (operacji), fazy produkcyjne	☑	☑
Mapy	☑	☑
Ocena oddziaływania na środowisko (EIA)	☑	☑
Wstępny raport bezpieczeństwa (RPrS - PSAR)	☑	
Studium oceny ryzyka (+ opis nietechniczny)	☑	☑
Plan likwidacji z określeniem poszczególnych etapów wraz z przywróceniem (odtworzeniem) pierwotnego stanu i monitorowaniem miejsca lokalizacji	☑	☑
Raport i ocenę debaty publicznej i prowadzonego dialogu	☑	☑
Osobny raport o elementach tajnych (niejawnych)	☑	
Lista tekstów dotyczących wątpliwości/zapytań publicznych		☑
Opinia ASN dotycząca zagrożenia radiologicznego DOS		☑
Opinia ministra środowiska dotycząca EIA		☑

PI - publiczne przesłuchanie

Na podstawie doświadczeń francuskich, sprawą ważną jest umiejętność przewidywania pytań pochodzących od NSA i przygotowanie do przedstawienia odpowiedzi na nie w możliwie krótkim czasie:

Jest to niewątpliwie korzystne dla operatora oraz dla dostawców technologii i urzędów.

Przygotowanie dokumentacji licencjonowania jest czynnością bardzo ważną, która nie powinna być lekceważona, niedoceniona ani zbyt nisko oceniana.

Złożenie wniosku o wydanie zezwolenia rozpoczyna serię konsultacji ze społeczeństwem, ekspertami technicznymi jak również przedstawicielami różnych władz i urzędów.

Lokalne konsultacje społeczne: debaty publiczne

Po dostarczeniu raportów przez ministrów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo jądrowe do przedstawicieli administracji działających lokalnie w miejscu gdzie będzie budowana instalacja jądrowa (prefektów – lokalnych przedstawicieli francuskiego rządu) ci ostatni przekazują wniosek o zezwolenie do publicznej dyskusji.

Dyskusja/debata publiczna ma miejsce w każdym mieście w odległości nie mniejszej niż 5 kilometrów od przyszłej lokalizacji instalacji jądrowej. Spotkania publiczne mają na celu poinformowanie mieszkańców o planowanej inwestycji jądrowej i zebranie ich komentarzy oraz kontrpropozycji, by je następnie przekazać właściwym adresatom.

Na każdym obszarze gdzie ma miejsce debata publiczna, prefekt przeprowadza także konsultacje z wybranymi reprezentantami mieszkańców, lokalną administracją i Lokalną Komisją Informacyjną (CLI), która jest odpowiedzialna za przekazywanie informacji i dialog w zakresie bezpieczeństwa jądowego wśród wybranych lokalnie przedstawicieli: mieszkańców, stowarzyszeń ochrony środowiska, przedsiębiorców i związków zawodowych.

Konsultacja z ekspertami technicznymi: ocena techniczna

Podczas ocen technicznych raportu, NSA wspólnie z francuską, narodową publiczną służbą ekspertów w zakresie ryzyka jądowego i radiologicznego (fr. Institut de Radioprotection et de Surete Nucleaire - IRSN - która również przedstawia swą opinię - sprawdzają czy podczas fazy projektowania przewidziano i wzięto pod uwagę wszystkie środki i zabezpieczenia wymagane dla fazy budowy i eksploatacji oraz likwidacji i czy zabezpieczają lub minimalizują one ryzyka i niedogodności związane z budową instalacji jądowej w odniesieniu do bezpieczeństwa, zdrowia i ochrony środowiska.

Wymagane jest by operator utrzymywał stały kontakt z NSA aby uzyskać dokumentację we właściwym czasie.

Wydanie zezwolenia

(Decrete d'autorisation de creation – DAC)

Zezwolenie na budowę instalacji jądowej jest wydawane w formie dekretu podpisanego przez Premiera (prezesa Rady Ministrów). Dokument DAC określa typ i cechy charakterystyczne reaktora jądowego jak również specyficzne zasady odnoszące się do operatora. Określa on również czas oddania do eksploatacji reaktora jądowego oraz opisuje zasadnicze (fundamentalne) elementy wymagane by zabezpieczać zdrowie publiczne i bezpieczeństwo. Na koniec, określa on częstotliwości prowadzenia powtórnych ocen bezpieczeństwa w przypadku jeśli różnią się one od przyjętych w *Periodic Safety Review* okresów 10-letnich. W zezwoleniu nie podawany jest czas eksploatacji obiektu.

Wymagania techniczne określone przez ASN

W celu implementacji/wdrożenia DAC, ASN zdefiniowała wymagania techniczne w odniesieniu do projektowania, budowy i eksploatacji reaktora jądowego, niezbędne dla ochrony zdrowia publicznego i bezpieczeństwa. ASN ustanowiła w szczególności ograniczenia dotyczące limitów emisji (substancji promieniotwórczych – przyp. tłum) przez instalację, które muszą być zaaprobowane przez ministra odpowiedzialnego za bezpieczeństwo jądowe.

BUDOWA REAKTORA JĄDOWEGO I JEJ MONITOROWANIE PRZEZ NSA

NSA monitoruje spełnianie ogólnych zasad i specjalnych zaleceń w odniesieniu do bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej oraz wyprodukowanych urządzeń ciśnieniowych, które będą wykorzystane w budowanej elektrowni jądowej.

Celem takiego nadzoru jest upewnienie się, że operator spełnia w całości swą pierwotną odpowiedzialność i gwarantuje:

- zgodność szczegółów projektowych z wymaganiami bezpieczeństwa
- właściwość/słuszność podejmowanych działań, aby uzyskać ogólne spełnienie wymagań jakości
- ustalony i ograniczony wpływ instalacji jądowej na bezpieczeństwo jej sąsiedztwa i środowiska.

DOSTARCZENIE PALIWA DO OBIEKTU

Dostarczenie paliwa do obiektu wymaga uzyskania dwóch zezwoleń w odniesieniu do:

- bezpieczeństwa jądowego (średni czas: 6 do 12 miesięcy); ASN wydaje certyfikat (partial commissioning certificate) pozwalający na wwóz paliwa do obszaru budowy instalacji
- ochrony/zabezpieczenia materiałów jądowych (średnio: 12 miesięcy)

Właściwy minister wydaje zezwolenie dotyczące zabezpieczenia materiałów jądowych. Zezwolenie to jest oparte na dostarczonemu przez operatora raporcie opisującym podjęte środki zabezpieczające materiał jądowy przed zgubieniem, kradzieżą lub niewłaściwym użyciem.

URUCHOMIENIE: POZWOLENIE NA PIERWSZY ZAŁADUNEK PALIWA

Przynajmniej dwanaście miesięcy przed przewidywaną datą pierwszego załadunku paliwa do rdzenia, operator musi dostarczyć ASN wniosek o uruchomienie reaktora razem z dokumentacją zawierającą w szczególności raport bezpieczeństwa wraz z uaktualnionym wstępnym raportem bezpieczeństwa, ogólne zasady eksploatacji, wewnętrzny plan postępowania w sytuacjach awaryjnych, uaktualniony plan likwidacji i uaktualniony raport oddziaływania na środowisko.

Decyzja zezwalająca na uruchomienie ustala terminy w których wymagane jest przez operatora dostarczenie do NSA raportu na temat tzw. „końcowego uruchomienia” zawierającego:

- zbiorczy raport podsumowujący przeprowadzone testy uruchomieniowe,
- podsumowanie uzyskanego doświadczenia eksploatacyjnego (operacyjnego).



Może ona również zdefiniować kroki pośrednie w operacji uruchamiania czyniąc realizację tych kroków zależną od dostarczenia informacji do NSA przez operatora lub ich akceptacji.

Licencjobiorca instalacji jądrowej musi przeprowadzać okresowe przeglądy bezpieczeństwa tej instalacji biorąc pod uwagę najlepsze praktyki międzynarodowe. Każdy przegląd bezpieczeństwa musi wykazać stan instalacji zgodny z odpowiednimi zasadami stosującymi się do niej i musi pozwalać na uaktualnienie oceny ryzyka lub niedociągnięć instalacji. Uaktualnienie to musi uwzględniać między innymi - ocenę stanu instalacji, doświadczenie uzyskane w dotychczasowej eksploatacji i zasady stosujące się do podobnych instalacji.

Po analizie raportu NSA może wydać nowe zalecenia techniczne. Jeśli okaże się, że instalacja jądrowa stwarza poważne ryzyko w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony

KONKLUZJA

- na etapie występowania z wnioskiem o zezwolenie na budowę w sytuacji zamrożenia projektowania wystąpienie o zezwolenie na uruchomienie może być uaktualnieniem dokumentacji dostarczonej na poprzednim etapie;
- w czasie realizacji projektu, regularna wymiana informacji pomiędzy operatorem, a NSA jest bardzo pomocna w identyfikacji potencjalnych problemów dotyczących licencjonowania w sposób nie zabierający dużo czasu na analizę poszczególnych dokumentów oraz w zrozumieniu systemu licencjonowania, stawianych wymagań jak również sposobów spełniania różnych warunków licencji.

*tłumaczył dr Andrzej Mikulski,
Państwowa Agencja Atomistyki,
Warszawa*



25 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA NUKLEONICZNEGO

Tradycją jest, że rocznice powstania Polskiego Towarzystwa Nukleonicznego świętujemy przez dwa kolejne lata. Trudno bowiem zdecydować, czy ważniejszy jest rok rejestracji towarzystwa, czy też data zawiązania komitetu założycielskiego. Podsumowując ćwierćwiecze działalności organizacji wykorzystałem sprawozdania, które napisałem z okazji poprzednich jubileuszy uzupełniając je o opis kolejnych 10 lat. Starłem się wymienić najważniejsze wydarzenia co nie było łatwe ze względu na bardzo znaczny wzrost aktywności środowiska nukleonicznego w ostatniej dekadzie.

Przypomnę, że koncepcja powołania PTN zrodziła się już wiosną 1990 r. w czasie, gdy trwały bardzo burzliwe dyskusje na temat celowości budowy Elektrowni Jądrowej Żarnowiec. Prof. Julian Liniecki z Zakładu Medycyny Nuklearnej Akademii Medycznej w Łodzi, w trakcie jednej z debat słusznie wówczas zauważył, że środowisko naukowe działające na rzecz polskiej energetyki jądrowej jest, w odróżnieniu od jej przeciwników, słabo zorganizowane. W efekcie argumenty (bardzo często zresztą nieprawdziwe) głośno protestujących „obrońców środowiska” kształtowały poglądy społeczeństwa i wpływały na decyzje czujących na opinię publiczną polityków. W tej sytuacji powstał pomysł wykorzystania doświadczeń i przykładu innych krajów odnoszących sukcesy w upowszechnianiu wiedzy na temat techniki jądrowej i bez większych trudności rozwijających energetykę jądrową. 13 lutego 1990 r. Krzysztof Andrzejewski wystosował list do sekretarza generalnego European Nuclear Society (ENS) z siedzibą w Genewie z prośbą o informacje na temat możliwości współpracy z tą organizacją (zrzeszającą kilkadziesiąt naukowych towarzystw nukleonicznych z całego świata). Następnie po przeprowadzeniu wstępnych konsultacji w kwietniu zwrócił się do prof. Romana Żelaznego, ówczesnego Prezesa PAA z propozycją przystąpienia Polski do ENS. Warunkiem było jednak stworzenie w kraju organizacji działającej poza strukturami rządowymi i popierającej rozwój nauk i technik jądrowych. W lipcu Janusz Adamski (Politechnika Warszawska) opracował „Deklarację woli stworzenia Towarzystwa Nukleonicznego” i rozpoczął stosowną akcję informacyjną. Powstała grupa inicjatywna złożona z naukowców i energetyków w składzie: Janusz Adamski, Jerzy Aleksandrowicz, Krzysztof Andrzejewski, Jacek Bauriski, Adam Hryczuk, Jerzy Kozieł, Maria Roguska, Ernest Staroń. Zebranie założycielskie odbyło się w Instytucie Techniki Ciepłej (ITC) Politechniki Warszawskiej w dwóch terminach: 14 lutego i 16 marca 1991 r. W trakcie spotkań przegłosowano nazwę towarzystwa i przyjęto opracowany przez M. Roguską i J. Bauriskiego statut. W dniu 9 maja 1991 r. w VII Oddziale Cywilnym Sądu Wojewódzkiego dla miasta stołecznego Warszawy, w obecności kilkunastu

członków założycieli dokonano rejestracji towarzystwa. Zdecydowano, że sekretariat PTN będzie miał siedzibę w Zakładzie Elektrowni i Reaktorów Jądrowych Politechniki Warszawskiej.

W dniu 26 czerwca 1991 r. w ITC Politechniki Warszawskiej odbył się I Walny Zjazd PTN, zwołany przez 145 członków założycieli. Wytyczono kierunki działania organizacji, wybrano Zarząd, Komisję Rewizyjną i Sąd Koleżeński. Pierwszym prezesem został prof. Jerzy Minczewski, a wiceprezesami prof. Julian Liniecki i prof. Andrzej Hryniewicz. Funkcję sekretarza generalnego objął Janusz Adamski, a skarbnika mgr Jacek Bauriski. W skład pierwszego Zarządu weszli: Krzysztof Andrzejewski, Adam Fic, Bogumił Hinz, Jacek Marecki, Andrzej Nawrocki, Edward Obryk, Włodzimierz Pilihowicz, Marek Rabiński, Jan Składzień, Zbigniew Zagórski. Wybrano Komisję Rewizyjną w składzie: Jerzy Aleksandrowicz, Adam Piatkowski i Maria Roguska oraz Sąd Koleżeński, do którego weszli: Jerzy Kozieł, Jerzy Niewodniczański i Henryk Torbicki. Organizatorzy Zjazdu zarejestrowali obrady na taśmie filmowej. Z okazji 15-lecia PTN powstała wersja elektroniczna filmu.

4 lipca 1991 r. Krzysztof Andrzejewski dokonał w Brukseli w trakcie obrad Komitetu Zarządzającego European Nuclear Society zgłoszenia i rejestracji PTN do ENS. Na tej podstawie w lecie 1991 r. PTN zostało zarejestrowane w Komitecie Badań Naukowych jako towarzystwo naukowo-techniczne o zasięgu międzynarodowym. Rozpoczęto współpracę z redakcjami Nuclear Europe Worldscan i Nuclear Engineering and Design (Andrzej Strupczewski został powołany na członka Editorial Board tego czasopisma w dziedzinie termohydrauliki i bezpieczeństwa). W 1992 r. Marek Rabiński wydał pierwszy numer Biuletynu PTN, który wkrótce stał się periodykiem informacyjnym Zarządu Głównego.

2 grudnia 1992 r. odbył się II Walny Zjazd PTN, który poprzedziło spotkanie naukowe poświęcone 80-tej rocznicy założenia przez Marię Skłodowską-Curie pracowni radiologicznej WTN, oraz 50-tej rocznicy uruchomienia przez Enricko Fermiego pierwszego na świecie reaktora. W trakcie obrad Zjazdu zdecydowano, że PTN włączy się w wydawanie kwartalników: „Postępy Techniki Jądrowej” i „Nukleonika”. Postanowiono powołać nowe Komitety Redakcyjne, zmienić szatę i technologię druku. Redaktorem Naczelnym Nukleoniki został prof. Andrzej G. Chmielewski, a członkami Komitetu Redakcyjnego: K. Andrzejewski, B. Dziunikowski, S. Latek, J. Michalik, T. Mioduski, I. Szumiel i P. Urbański. Redaktorem Naczelnym „Postępów Techniki Jądrowej” został Stanisław Latek a członkami Komitetu Redakcyjnego: T. Jankowska, M. Kowalska, A. Kowalski, A. Mikulski, M. Rabiński i E. Rurarz. W czerwcu powstała Sekcja Zastosowań Technik Jądrowych z siedzibą w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie.

W styczniu 1995 r. utworzono Komitet Publikacji i Informacji z M. Rabińskim jako przewodniczącym, a w kwietniu rozpoczęła działalność Sekcja Energetyki Jądrowej, której przewodniczącym został Rajmund Janczak. Dzięki Tadeuszowi Wójcikowi nawiązano w tym czasie ścisłą współpracę ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich i wspólnie

zorganizowano międzynarodową konferencję „Elektrownie jądrowe nowej generacji”. W roku 1996 zaczęto regularnie wydawać Biuletyn PTN, który wraz z polską wersją językową biuletynu Nucleus, publikowanego przez ENS rozsyłano do przedstawicieli Sejmu, Senatu, kierownictwa społeczno-gospodarczego kraju, PAN i przedstawicieli mediów. Przewodniczącym kolegium redakcyjnego został Wiktor Smulek, a członkami: Rajmund Janczak, Edward Siwicki, Zdzisław Stęgowski i Piotr Urbański.

W 1997 r. przetłumaczono na język polski i wydano w postaci raportu opracowanie „Wizja drugiego 50-lecia energetyki jądrowej”, przygotowane przez Radę Międzynarodowych Towarzystw Nukleonicznych. W 1998 r. zainicjowano przyznawanie nagród towarzystwa za wyróżniające się prace magisterskie z dziedziny atomistyki. Pierwsze nagrody otrzymali mgr Ewelina Możyszek z Politechniki Łódzkiej i mgr Witold Homa z Politechniki Warszawskiej. Polskie Towarzystwo Nukleoniczne wystąpiło z inicjatywą ustawienia w gmachu Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu popiersi Piotra Curie i Marii ze Skłodowskich. Prezes PAA Jerzy Niewodniczański podjął się doprowadzić do uzgodnienia tej idei z władzami francuskimi. Opracowano w języku polskim i angielskim stronę PTN w Internecie. Wydano również dwa inne raporty PTN: Juliana Linieckiego, Edwarda Józefowicza i Dariusza Grabowskiego „Skutki awarii czarnobylskiej w Polsce” oraz Andrzeja Strupczewskiego „Analiza korzyści i zagrożeń związanych z różnymi źródłami energii elektrycznej”.

W roku 2000 z inicjatywy PTN w ośrodku PAN w „Mądralinie” odbyła się konferencja „Polska nauka i technika dla nukleoniki jutra”, na której przeanalizowano i podsumowano, niekorzystne dla energetyki jądrowej decyzje rządu. Efektem tego spotkania był specjalny raport wydany przez IEA. Sympozjum zainicjowało cykl konferencji pod nazwą Mądralin.

W roku 2004 wspólnie z Akademią Medyczną w Warszawie i Uniwersytetem Warszawskim zorganizowano konferencję „Tomografia pozytonowa”, na której oficjalnie ogłoszono projekt budowy ośrodka do produkcji radioizotopów dla warszawskiego PET-a.

Jeszcze raz należy podkreślić, że popularyzacja zagadnień z zakresu atomistyki była od samego początku jednym z zasadniczych celów Polskiego Towarzystwa Nukleonicznego. W roku 2006 r. odbyła się uroczysta konferencja naukowa z okazji 50-lecia „Nukleoniki”. Jednym z celów seminarium było przypomnienie na przykładzie publikowanych w Nukleonice artykułów historii naukowych osiągnięć polskiej atomistyki w ostatnim półwieczu.

PTN było inicjatorem umieszczenia w 2006 r. w siedzibie Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu rzeźby Marii Skłodowskiej-Curie. Popiersie wykonane przez znaną polską rzeźbiarkę Ludwikę Nitschową jest wspólnym darem Polski i Francji dla MAEA. Dar przekazany został z okazji pięćdziesiątej regularnej sesji Konferencji Generalnej MAEA, która otworzyła uroczystości pięćdziesiątej rocznicy powstania Agencji. Celem ofiarodawców było podkreślenie wkładu wybitnej polskiej i francuskiej

uczonej w pokojowe wykorzystanie wiedzy na temat atomu - idei, która przyświeca Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej od początków jej istnienia. Rzeźba została ustawiona przy wejściu do sali obrad Rady Gubernatorów MAEA.

Ważnym wydarzeniem była zorganizowana w dniach 15-17 września 2008 r. w Białowieży międzynarodowa konferencja „Recent development and applications of nuclear technologies”. W jej przeprowadzeniu zaangażowane były: Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (ICHTJ) w Warszawie, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej (AGH) w Krakowie, Polska Grupa Energetyczna S.A (PGE S.A.), Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (IAEA), Państwowa Agencja Atomistyki (PAA), Rada ds. Atomistyki oraz Polska Platforma Technologii Nuklearnych (PPTN). Spotkanie to kontynuowało organizowane dotąd, co trzy lata krajowe sympozja naukowe z cyklu „Zastosowania technik jądrowych w przemyśle, medycynie, ochronie środowiska i rolnictwie”.

Towarzystwo brało aktywny udział w corocznych Piknikach Naukowych Radia BIS, Nocach Muzeów i Festiwalach Nauki. Prowadzono współpracę z Polskim Towarzystwem Badań Radiacyjnych, Polskim Towarzystwem Higienicznym, Polskim Towarzystwem Chemicznym, Stowarzyszeniem Inspektorów Ochrony Radiologicznej, Stowarzyszeniem Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie i Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie. PTN zaangażował się na rzecz ustanowienia roku 2011 w naszym kraju Rokiem Marii Skłodowskiej-Curie.

Lata bezpośrednio przed awarią reaktorów w elektrowni jądrowej w Fukushima uważane były za okres tzw. renesansu energetyki jądrowej. Minister gospodarki Niemiec będąc z wizytą w Polsce ogłosił, że najstarsze elektrownie jądrowe w jego kraju są w znakomitym stanie i będą dopuszczone do produkcji przez kolejne 10 lat. Podkreślał korzyści finansowe związane z eksploatacją już zamortyzowanych instalacji. Sytuacja zmieniła się po trzęsieniu ziemi i tsunami w Japonii, których konsekwencją były awarie najstarszych reaktorów jądrowych w Fukushima. Kraje które wcześniej planowały rozwój energetyki jądrowej (Niemcy, Szwajcaria) z dnia na dzień decyzją polityczną zrezygnowały z opcji atomowej. Odżyły obawy przed zagrożeniem „katastrofą nuklearną”. Członkowie PTN znowu mieli okazję do informowania społeczeństwa o rzeczywistych przyczynach i skutkach katastrofy. Dużą pomocą służyła nam European Nuclear Society. ENS zorganizowała w Warszawie konferencję PIME 2012 poświęconą problematyce komunikacji społecznej. Do udziału w spotkaniu zaproszono specjalistów z zakresu energetyki jądrowej z całego świata. Wśród nich byli przedstawiciele wszystkich liczących się producentów reaktorów jądrowych. Zwrócono uwagę, na bardzo różne reakcje polityków oraz mediów na wydarzenia w Fukushima. Aktywnie w organizację tego spotkania zaangażowało się Forum Młodych PTN.

Członkowie PTN uczestniczyli również w przygotowaniach projektu energetyki jądrowej w naszym kraju. Zorganizowano kolejną konferencję „Nauka i technika wobec

wyzwania budowy elektrowni jądrowej". Partnerem wydawnictwa, nad którym honorowy patronat objęło Ministerstwo Gospodarki była Polska Grupa Energetyczna Energia Jądrowa S.A. Symboliczna nazwa „Mądralin 2013” nawiązywała do dwóch poprzednich spotkań organizowanych przez PTN w Domu Pracy Twórczej PAN w Mądralinie k/Warszawy. Przygotowując konferencję podkreślano, że ważnym zagadnieniem jest wykorzystanie możliwości polskiej kadry naukowej w ocenie oferowanych technologii reaktorowych, wspieraniu polskich przedsiębiorstw uczestniczących aktualnie w budowie elektrowni jądrowych za granicą, a w dalszej kolejności w przygotowaniu kadr do bezpiecznej i efektywnej ekonomicznie eksploatacji tej elektrowni.

Nasza wyłącznie społeczna dotąd działalność otrzymała wsparcie ze strony portali internetowych poświęconych tematyce energetyki jądrowej prowadzonych między innymi przez Ministerstwo Gospodarki, PGE Energia Jądrowa, SEREN, Arewę. Przy takiej konkurencji Biuletyn Nukleoniczny ograniczył się do prezentacji stanowiska PTN w kwestiach programu energetyki jądrowej w Polsce oraz komentowania wydarzeń organizowanych przez towarzystwo.

W roku 2012 kwartalnik Postępy Techniki Jądrowej (PTJ) zmienił wydawcę, gdyż PAA skupiła się na funkcjach dozoru jądrowego. Poprzedziła to akcja PTN na rzecz utrzymania periodyku. Ostatecznie po raz kolejny w 20-letniej historii nowej edycji PTJ został on uratowany przez Instytut Chemii i Techniki Jądrowej.

Polskie Towarzystwo Nukleoniczne kontynuowało organizację konkursów na najlepsze prace dyplomowe z obszaru nukleoniki. W ostatnich dwóch latach finansowo i merytorycznie konkurs wsparła PGE EJ 1 Sp. z o.o. Nagrody były przyznawane w czterech kategoriach: energetyka jądrowa, zastosowania medyczne technik nuklearnych, technologie radiacyjne, inne prace tematyką nawiązujące do problematyki korzyści i zagrożeń związanych z wykorzystaniem technik jądrowych.

PTN podpisało memoranda o współpracy z French Nuclear Energy Society (SFEN) oraz z Ukraińskim Towarzystwem Nukleonicznym. Wcześniej podobne umowy podpisano z belgijskim, kanadyjskim i amerykańskim towarzystwami. 5 czerwca 2011 r. zapoczątkowało swoją działalność WIN-Polska, a oficjalnie stowarzyszenie kobiet popierających pokojowe wykorzystanie energii i technik jądrowych zawiązało się dzień później. Skrót „WIN Polska”, jaki organizacja przyjęła jest odpowiednikiem europejskiej organizacji Women in Nuclear (WIN), z której doświadczeń korzysta polska organizacja. Członkinie i członkowie założyciele postanowili, że tymczasowo dopóki stowarzyszenie nie okrzepnie i nie nabierze form prawnych będzie działać przy Polskim Towarzystwie Nukleonicznym. Warto również przypomnieć, że Senat RP zaprosił PTN do przygotowania informacji na temat energetyki jądrowej dla parlamentarzystów. Efektem tej współpracy był raport PTN zatytułowany „Energetyka jądrowa – perspektywy rozwoju w Polsce” wydany następnie przez PGE w nakładzie 1100 sztuk. W wersji elektronicznej został on rozesłany do szerokiego gremium osób zainteresowanych tematyką nuklearną.

Podsumowując przegląd najważniejszych dokonań Towarzystwa można chyba powiedzieć, że dobrze wykorzystało ono okres 25 lat dla promocji wiedzy o energii jądrowej. Rola PTN w realizacji ambitnych planów naszego kraju w dziedzinie energetyki jądrowej jest nie do przecenienia. Interdyscyplinarna reprezentacja PTN daje gwarancję, że opinia naszego Towarzystwa będzie nadal obiektywna i niezwykle istotna dla społeczeństwa, a w szczególności dla instytucji państwowych i przyczyni się do realizacji polskiego programu energetyki jądrowej. Do 25-lecia powstania PTN będzie nawiązywać planowana na jesień konferencja „Mądralin 2015”.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



OBIETNICA PANDORY

Przypomnijmy: kim była Pandora ?

Zgodnie z „Wikipedią”:

„Pandora – w mitologii greckiej to pierwsza kobieta na Ziemi, którą Zeus zesłał jako karę dla ludzi za to, że Prometheus wykrał bogom ogień z Olimpu. Na rozkaz Zeusa Hefajstos ulepił z gliny i wody pierwszą kobietę, którą charyty i hory (boginie piękna, wdzięku i ładu) pięknie przyodziały. Atena nauczyła ją prac domowych, Afrodyta obdarowała urodą, a Hermes podzielił się z nią swoimi cechami charakteru: kłamstwem, fałszem, pochlebstwem i zaprowadził do Epimeteusza, który pojął ją za żonę wbrew ostrzeżeniom swojego brata, Prometeusza.

W posagu Pandora otrzymała szczelnie zamkniętą glinianą beczkę (w literaturze europejskiej na ogół zwaną niepoprawnie puszką Pandory), którą Epimeteusz i Pandora z ciekawości otworzyli. Znajdowały się w niej wszelkie nieszczęścia, które rozeszły się na cały świat. Na dnie beczki była jednak, zgodnie z wolą Zeusa, nadzieja.

Są także inne wersje mitu.

Wersja Jana Parandowskiego podaje, że Pandora nakłoniła swego męża Epimeteusza do otworzenia beczki, którą otrzymała jako swoje wiano. Otworzenie prezentu spowodowało, że „wyleciały na świat wszystkie smutki, troski, nędze i choroby i jak kruki obsiadły biedną ludzkość”.

Puszka Pandory to symbol nieszczęść, czegoś, co wywołuje mnóstwo nieprzewidzianych trudności, źródło niekończących się smutków i kłopotów”.

Obietnica Pandory to tytuł głośnego filmu w reżyserii nominowanego do Oscara dokumentalisty Roberta Stone’a. Pandora’s Promise to opowieść o procesie kształtowania się przekonań, która wprowadza widzów w trwającą obecnie debatę społeczną na temat znaczenia energii jądrowej. Począwszy od 19 lutego 2015 r. w kinach studyjnych w wybranych miastach w Polsce odbyły się pokazy otwarte filmu. Projekcje były elementem programu edu-

kacyjno-informacyjnego „Świadomie o Atomie”, prowadzonego przez PGE EJ 1 – spółkę odpowiedzialną za budowę pierwszej w Polsce elektrowni jądrowej.

Jak piszą organizatorzy pokazów „przyjęty entuzjastycznie na festiwalu Sundance i na innych najważniejszych przeglądach kina niezależnego film Roberta Stone’a stał się impulsem do dyskusji na temat wpływu elektrowni jądrowych na środowisko naturalne. Reżyser przygląda się osobistym historiom znanych ekologów, którzy radykalnie zmienili swoje stanowisko wobec energetyki jądrowej i walczą obecnie o jej rozwój. Stone zabiera widza w podróż, śledząc proces przemiany głównych bohaterów i analizując fakty oraz mity związane z tym sposobem pozyskiwania energii elektrycznej”.

Sam Robert Stone powiedział dwa lata temu następujące słowa (cytat za portalem [www. Swiadomieoatomie.pl](http://www.Swiadomieoatomie.pl)): „Nie było mi łatwo przyznać, że intensywny rozwój technologii jądrowych jest obecnie naszą największą szansą na to, aby zapobiec środowiskowej katastrofie. Jednocześnie rosnące przekonanie, że tak właśnie jest sprawiło, że zacząłem stawiać sobie pytania o podstawowe założenia nowoczesnej ekologii. (...) Wydaje mi się, że prawie religijne przywiązanie ruchów lewicowych i ekologów do pewnych niepodważalnych przekonań, miało równie duży wpływ na nasze przedłużające się przywiązanie do paliw kopalnianych, jak i przerażająca swoboda, z jaką konserwatyści podchodzą do zmian klimatycznych. Obie strony, przekonane o swoich racjach i okopane na sztywnych pozycjach tkwią w ideologicznym sporze, który w przyszłości może mieć fatalne skutki dla nas wszystkich. Dlatego też musimy zmierzyć się z faktami”.

I jeszcze jeden cytat: „OBIETNICA PANDORY to bez wątpienia jeden z najbardziej osobistych i ważnych filmów w mojej karierze. Dzięki niemu dowiedziałem się, że miałem całkowicie błędne przekonania dotyczące energetyki, zaś wszystko to, co myślałem o energii jądrowej i związanych z nią wydarzeniach historycznych odbiegało od prawdy”.

W wystąpieniu po projekcji swojego filmu w kinie MURANÓW w dniu 19 lutego br. Robert Stone wypowiadał się podobnie. To co dla mnie osobiście było uderzające to podkreślenie przez twórcę filmu znaczenia nadziei pokładanej w rozwoju energetyki jądrowej. To jest właśnie owa nadzieja złożona na dnie puszek Pandory i która napawa optymizmem, bo dzięki niej jest szansa na przezwyciężenie wszelkich nieszczęść, które trapią nasz świat.

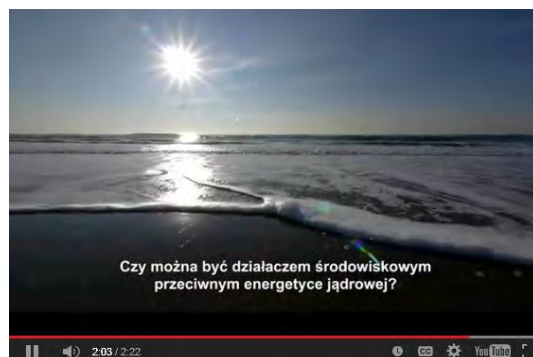
Obecny na sali działacz Partii Zielonych Dariusz Szwed polemizował z tezami filmu i z samym Robertem Stone’em argumentując, że „energetyka jądrowa jest niekorzystna przede wszystkim z powodów ekonomicznych”.

Inni uczestniczący w debacie eksperci zwracali uwagę na szkodliwą wręcz rolę mediów w informowaniu społeczeństwa o energetyce jądrowej. Media, bowiem ekspozują każdy najmniejszy nawet incydent, który zdarza się w elektrowni jądrowej – także w jej części konwencjonalnej – niepotrzebnie je wyolbrzymiając, a przez to wzbudzając obawy społeczne przed stosowaniem technologii jądrowych.

Jeszcze krótko o samym filmie od autora niniejszej noty. Jak już wspomniano powyżej bohaterowie filmu to przeważnie byli działacze ruchu ekologicznego (Stewart Brand, Mark Lynas, Michael Shellenberger, Gweneth Cravens, Richard Rhodes) oraz inżynierowie i fizycy (Leonard „Len” Koch, Charles Till) przekonują widzów, że jedynym sposobem zażegnania zagrożeń wynikających z narastającego kryzysu energetycznego i zmian klimatu jest rozwój energetyki jądrowej.

Jest to obecnie szczególnie ważne, ponieważ skojarzenia z bronią masowego rażenia oraz tragedia w elektrowni jądrowej w Fukushima sprawiły, że dla wielu ludzi pojęcie energetyki jądrowej stało się synonimem lęku i globalnego zagrożenia. Ważne, moim zdaniem, jest również to, że zanim widz usłyszy te pozytywne opinie o energetyce jądrowej w filmie stawiane są, lub przypominane tezy całkowicie przeciwne, takie jak: możemy znacząco obniżyć zapotrzebowanie na energię dzięki większej efektywności energetycznej, odnawialne źródła energii będą w przyszłości zasilają całą planetę, energia jądrowa to pewna śmierć.

Ciekawy jest właśnie ów proces pozbywania się uprzedzeń, wychodzenia poza sztywną i konserwatywną wersję ekologii, owa ewolucja – jak mówi Stone – „od stanowczego stanowiska antynuklearnego, aż do gorliwej postawy pro-nuklearnej”.



z archiwum Kina MURANÓW

Można mieć nadzieję, że projekcja filmu Obietnica Pandory będzie znaczącym elementem kampanii informacyjno-edukacyjnej prowadzonej w Polsce w związku z planowaną realizacją Polskiego Programu Energetyki Jądrowej – i co więcej – przekona wielu Polaków do tej właśnie jądrowej opcji energetycznej.

Stanisław Latek,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



NOWA STRATEGIA KGHM

Zarząd KGHM Polska Miedź S.A. (wcześniej: Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi) zorganizował konferencję prasową, na której przedstawiono strategię na lata 2015–2020 z perspektywą do roku 2040. Strategicznym priorytetem będzie osiągnięcie produkcji na poziomie 1 mln ton miedzi ekwiwalentnej i zajęcie miejsca wśród siedmiu największych spółek górniczych na świecie. W tym celu zrealizowany będzie największy program inwestycyjny w projekty górnicze miedzi w historii KGHM i największa kampania eksploracyjna w historii Polski. Pozwoli to uzyskać dostęp do jednych z największych złóż miedzi na świecie, a towarzyszyć temu będzie wzmocnienie kompetencji górniczych i geologicznych na wszystkich szczeblach zarządzania oraz produkcji. Jednym z zasadniczych filarów strategii jest zapewnienie stabilnej produkcji poprzez wzrost mocy wytwórczych, możliwej do osiągnięcia dzięki implementacji nowoczesnych rozwiązań technologicznych, optymalizacji procesów produkcyjnych oraz organicznemu rozwojowi. Priorytetem będzie doskonalenie procesów produkcyjnych i organizacji pracy, centralizacja kluczowych procesów produkcyjnych oraz automatyzacja produkcji. Około roku 2020 dzięki między innymi zastosowaniu nuklearnych technik analitycznych wdrożone będą na skalę przemysłową nowe metody udostępniania oraz eksploatacji złóż. Około roku 2030 wprowadzone zostanie centralne sterowanie kluczowymi procesami górniczymi, a w roku 2040 możliwy będzie rozwój pierwszej na świecie kopalni opartej o sieci neuronowe. Prezes KGHM Herbert Wirth, chciałby doprowadzić do pełnej automatyzacji produkcji w miejscach niosących największe zagrożenie, a więc na przodkach. To marzenie ma się spełnić w perspektywie kilkunastu lat. W KGHM już są prowadzone prace zmierzające do realizacji tych planów (samouczące się programy komputerowe), które umożliwią sterowanie kombajnami eksploatującymi cienkie złoża, a w dodatku potrafiącymi segregować rudę zależnie od skały, w jakiej się znajduje: piaskowiec, dolomit, czy łupek. Taki kombajn, przy wykorzystaniu wiązki neutronów będzie potrafił rozpoznać mineralizację złoża do głębokości 30 cm i w zależności od przebiegu złoża prowadzić samodzielnie jego eksploatację. Warto przypomnieć, że KGHM Polska Miedź, ENEA, oraz TAURON Polska Energia odkupią od PGE Polskiej Grupy Energetycznej po 10% (łącznie 30%) udziałów w spółce PGE EJ 1, odpowiedzialnej za przygotowanie i wybudowanie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej o mocy ok. 3000 MW.

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



GALA BCC

24 stycznia br. w Teatrze Wielkim - Operze Narodowej odbyła się 22. Gala Liderów Polskiego Biznesu. W trakcie uroczystości wręczono Diamenty, Nominacje i Złote Statuetki najlepszym polskim przedsiębiorcom. Wśród nominowanych był między innymi: Ośrodek Badawczo-Produkcyjny Politechniki Łódzkiej ICHEM Sp. z o.o. oraz Grupa TREFL S.A. Ta ostatnia posiada pierwszoligowy klub sportowy PGE Atom Trefl Sopot, który od kilku lat promuje energetykę jądrową. Diament do złotej Statuetki odebrał również Główny Instytut Górnictwa w Katowicach. Jednym z zakresów działalności badawczej instytutu jest radioaktywność i promieniowanie jonizujące. W szczególności prowadzone są prace nad:

- promieniotwórczym skażeniem środowiska,
- ochroną radiologiczną w środowisku pracy,
- radioekologią,
- metrologią w badaniach promieniotwórczości i promieniowania jonizującego – radiometria,
- dozymetrią radiacyjną,
- promieniotwórczością wód pitnych, środowiskowych i odpadów ciekłych,
- metodami ograniczania skażeń promieniotwórczych – technologie oczyszczania wód z radu,
- zagrożeniami związanymi z występowaniem podwyższonej naturalnej promieniotwórczości,
- izotopami radonu i produktami jego rozpadu w budynkach mieszkalnych i w środowisku pracy.

Od 1992 r. Business Centre Club przyznaje Nagrody Specjalne – Złote Statuetki wybitnym osobistościom spoza środowiska biznesu za przyczynianie się do rozwoju przedsiębiorczości i gospodarki rynkowej w Polsce. Tegorocznym laureatem tej prestiżowej nagrody został prezydent RP Bronisław Komorowski.

Nagroda została przyznana za aktywne działania na rzecz rozwoju i stabilności naszego kraju oraz politykę porozumienia i zrozumienia, sprzyjającą rozwojowi polskiej gospodarki i polskich przedsiębiorstw.

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



OBCHODY JUBILEUSZU SŁUŻB SANITARNYCH I WYRÓŻNIENIE DLA IChTJ

Sprawne służby sanitarne to atrybut niepodległego Państwa, to gwarancja bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli, to dorobek wielu pokoleń pracowników Państwowej Inspekcji Sanitarnej – powiedział Marek Posobkiewicz, p.o. Głównego Inspektora Sanitarnego podczas uroczystego

spotkania z okazji 95-lecia służb sanitarnych w Polsce, 60-lecia Państwowej Inspekcji Sanitarnej i 25-lecia odzyskania suwerenności kraju. Służby te zatrudniają w całym kraju 13 000 pracowników i odgrywają decydującą rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa sanitarnego kraju. Dzięki nim żywność jest bezpieczna, a szerokie akcje szczepień zapobiegają epidemiom chorób w kraju. W działania te ma znaczący wkład również IChTJ, w strukturach którego działa stacja sterylizacji radiacyjnej materiałów medycznych oraz stacja higienizacji płodów rolnych. Przy Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej funkcjonuje Krajowe Laboratorium Referencyjne, działające na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 19 czerwca 2012 r. pod auspicjami Głównego Inspektora Sanitarnego. Status ten posiada Samodzielne Laboratorium Identyfikacji Napromieniowania Żywności IChTJ akredytowane przez PCA, Nr AB 262. Laboratorium posiada akredytację od roku 1999. Decydującą rolę w uzyskaniu tej nominacji odegrał kierownik, dr Wacław Stachowicz, a w jego utworzeniu w latach 90-tych dużą rolę odegrali pracownicy Instytutu, mgr Kazimiera Malec – Czechowska oraz profesorowie A. M. Dancewicz oraz Z. Szot. W uznaniu zasług Instytutu, dyrektor prof. Andrzej G. Chmielewski, który był jednym z inicjatorów utworzenia takiego akredytowanego laboratorium, został odznaczony przez ministra zdrowia, jako jeden spośród 20 wyróżnionych, odznaką honorową „Za zasługi dla ochrony zdrowia”. IChTJ był jedynym instytutem technicznym wymienionym przez ministra, kiedy mówił o zasługach nauki dla bezpieczeństwa sanitarnego kraju (pełna lista wyróżnionych w załączeniu).



z archiwum IChTJ

Fot. 1. Za zasługi dla służby zdrowia

W. Stachowicz, K. Malec-Czechowska, M. Dancewicz, Z. Szot, A. G. Chmielewski, Accredited laboratory for detection of irradiated foods in Poland, *Radiation Physics and Chemistry* 63 (2002) 427–429 <http://wenku.baidu.com/view/029ea772f46527d3240ce07f.html>

Więcej na stronie: <http://www.gis.gov.pl/?go=news>

Andrzej G. Chmielewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa

Odznaczenia Honorowe "Za Zasługi Dla Ochrony Zdrowia" GIS + os.współpracujące					
Lp.	Pan/Pani	tytuł naukowy	Imiona	Nazwisko	Stanowisko/funkcja
1.	Pan		Jan	Chaś	Pracownik GIS
2.	Pani	lek.	Małgorzata	Czerniawska- Ankiersztajn	Konsultant wojewódzki w dziedzinie epidemiologii
3.	Pan	lek. med.	Włodzimierz Adam	Ehrenkreutz	Pracownik GIS
4.	Pan	prof. dr hab. inż.	Andrzej	Grzegorz Chmielewski	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej Dyrektor
5.	Pani		Katarzyna	Kitajewska	Pracownik GIS
6.	Pani		Aneta Jolanta	Klimberg	Skarbnik Polskiego Towarzystwa Higienicznego
7.	Pan		Romuald	Klimm	Rzecznik do spraw sanitarnohigienicznych
8.	Pan		Stanisław Sylwester	Kominek	Wieloletni członek Komisji Kwalifikacyjnej do oceny kandydatów na rzeczoznawców ds. sanitarnohigienicznych
9.	Pani	dr	Bożena	Krogulska	Kierownik Zakładu Higieny Środowiska NIZP-PZH
10.	Pan	prof. dr hab.	Krzysztof	Krygier	Kierownik Zakładu SGGW
11.	Pan		Jerzy	Marcinkowski	Prezes Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Higienicznego
12.	Pan	dr	Jacek	Postupolski	NIZP PZH
13.	Pani		Alicja	Rychlewska	Pracownik GIS
14.	Pani	dr	Halina	Ścieżyńska	Wieloletni członek Komisji Kwalifikacyjnej do oceny kandydatów na rzeczoznawców ds. sanitarnohigienicznych
15.	Pan		Piotr Zbigniew	Tyszko	Członek prezydium zarządu głównego Polskiego Towarzystwa Higienicznego
16.	Pani	dr	Ewa	Ulatowska-Szostak	Członek Komisji Rewizyjnej Oddziału Poznańskiego PTH
17.	Pani		Bogna Maria	Wichrowska	Pracownik GIS
18.	Pan		Zenon	Woźniak	Wieloletni członek Komisji Kwalifikacyjnej do oceny kandydatów na rzeczoznawców ds. sanitarnohigienicznych
19.	Pan	dr hab. inż.	Wiktor Marek	Zawieska	z-ca dyr. Ds. Techniki i Wdrożeń Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy w W-wie
20.	Pan	dr hab.	Czesław	Żaba	Kierownik Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej w Poznaniu, Członek Komisji rewizyjnej oddziału Poznańskiego PTH



ICHJT JAKO JEDYNY INSTYTUT UZYSKAŁ PROJEKT W AKCJI 2 ERASMUS+

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej jako jedyny instytut, spośród IB i PAN - owskich, uzyskał projekt w akcji 2 – partnerstwa strategiczne na rzecz szkolnictwa wyższego (<http://erasmusplus.org.pl>). Jest to duży sukces jako, że finansowanie uzyskało ok.10 projektów spośród 34 złożonych wniosków. Projekt "Wspólny innowacyjny program szkolenia/nauczania mający na celu rozwój i transfer wiedzy na temat zastosowania promieniowania jonizującego w przetwórstwie materiałów" (Joint innovative training and teaching/learning program in enhancing development and transfer knowledge of application of ionizing radiation in materials processing) ma na celu zniwelowanie różnic w jakości kształcenia pomiędzy różnymi regionami państw Unii Europejskiej. 7 partnerów z 6 różnych krajów Unii (Polska, Francja, Włochy, Litwa, Rumunia, Turcja) jest zaangażowanych w realizację projektu. Celem tego projektu są: zwiększenie poziomu edukacji w dziedzinach chemii i inżynierii materiałowej w sektorze szkolnictwa wyższego poprzez cykl intensywnych wykładów światowej sławy naukowców w każdej z dziedzin; zwiększenie kompetencji studentów na rynku pracy poprzez wizyty i szkolenia w obiektach przemysłowych wykorzystujących promieniowanie jonizujące w przetwórstwie materiałów; wzmocnienie współpracy międzynarodowej; poprawa poziomu kształcenia oraz prowadzonych prac badawczych na uniwersytetach / jednostkach badawczych w celu podniesienia ich renomy w świecie poprzez współpracę i rozpowszechnianie wiedzy w Internecie, jak również w trakcie warsztatów i seminariów.

Opis działań: W ramach projektu zostanie opracowany nowy moduł kursu „APPLICATIONS OF IONIZING RADIATION IN MATERIALS PROCESSING” dedykowany dla studentów w formie dwóch intensywnych programów nauczania, który odbędzie się we Włoszech, Polsce, Francji i na Litwie. Obejmie on podstawowe informacje dotyczące promieniowania jonizującego (EB i źródła gamma), dozymetrii, najnowocześniejszego wykorzystywania technologii radiacyjnych w odniesieniu do polimerów, półprzewodników i nanotechnologii. Kurs obejmie 90 godzin wykładów i 12 godzin praktyki (w laboratorium lub w obiektach wykorzystujących promieniowanie jonizujące) w jednym intensywnym programie nauczania. Kolejny intensywny kurs będzie dotyczył dozymetrii promieniowania jonizującego i instrumentalnych technik analizy napromieniowanych materiałów polimerowych, dodatkowo w planie jest 6 godzin wizyt naukowych w obiektach przemysłowych, w tym ćwiczenia z dozymetrii. Rozliczanie kursów będzie w systemie ECTS. Studenci otrzymają certyfikaty potwierdzające zdobyte umiejętności. W kurs

będzie zaangażowanych 18 profesorów, 10 doświadczonych naukowców, 10 młodych naukowców, 85 studentów, 10 techników. Całkowita mobilność w ramach projektu to 164 wyjazdy. Planuje się napisanie i opublikowanie podręcznika pt: „APPLICATIONS OF IONIZING RADIATION IN MATERIALS PROCESSING” (w wersji drukowanej, również dostępnej w formacie e-book), w języku angielskim, jako dorobku intelektualnego. W ramach projektu odbędą się różnego typu seminaria i warsztaty mające na celu rozpowszechnianie modułu kursu i podręcznika.

Oczekiwane rezultaty: opracowany nowy moduł kursu: „Wykorzystanie promieniowania jonizującego w przetwórstwie materiałów” i podręcznik mogą zostać włączone w przyszłości do regularnego programu nauczania i szkoleń w formie e-learningu. Wiedza zdobyta podczas realizacji projektu pomoże w przyszłości uczestnikom (głównie uczącym się) podnieść ich kwalifikacje w zakresie stosowania technologii radiacyjnych w produkcji i modyfikacji materiałów o pożądanych właściwościach.

Partnerzy: UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PALERMO [UNIPA] (Włochy); KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS (Litwa); CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE [CNR] (Włochy); HACETTEPE UNIVERSITY (Turcja); INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARA PETRU PONI (Rumunia); UNIVERSITE DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE [URCA] (Francja).

Koordynator : Dr hab. Yongxia Sun, Prof. ICHJT, tel: +48 22 5041368; fax: +48 22 8111917; e-mail: y.sun@ichtj.waw.pl

*Andrzej G. Chmielewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*



HISTORIA, FIZYKA, LUDZIE

Pod koniec roku 2014 na rynku księgarskim ukazała się książka pt. „Fizycy wspominają” wydana przez wydawnictwo Polskiej Akademii Umiejętności - PAU. Jest to zbiór 22 rozmów i 3 wspomnień wybitnych fizyków polskich opublikowanych w latach 1982-2012 w „Postęпах Fizyki” – czasopiśmie Polskiego Towarzystwa Fizycznego oraz w „Kwartalniku Historii Nauki i Techniki”. Przedmowę do książki napisał prof. Adam Sobiczewski – wieloletni redaktor naczelny „Postępów Fizyki”, inicjator publikacji rozmów. On wskazywał zarówno zasłużonego fizyka, jak i osobę prowadzącą wywiad, która decydowała o organizacji rozmowy i doborze ewentualnych dodatkowych uczestników, zwykle najbliższych współpracowników (niejednokrotnie następców) wybranego seniora. Spośród trzech autobiograficznych wspomnień tylko jedno nie było drukowane w PF. Poszczególne teksty, rozproszone w dawnych tomach niskonakładowych czasopism stanowiły migawki z życia fizyków. Zebrane w jedną całość dają barwny i szeroki obraz historii fizyki polskiej w powiązaniu z fizyką światową.

Pomysłodawcą i redaktorem książkowej edycji rozmów był dr Andrzej Michał Kobos. Rozmowy i wspomnienia są przedstawione w porządku alfabetycznym nazwisk bohaterów. Ze względu na trudności z przedrukowaniem redakcja zrezygnowała z zamieszczenia zdjęć ilustrujących oryginalne wersje wywiadów. Ograniczyła się do jednej, ale oryginalnej fotografii z okresu największej aktywności naukowej bohatera.

Przypisy w liczbie ponad 1400 opracował wiceprezes PAU prof. Andrzej Kajetan Wróblewski. Dotyczą głównie ludzi wymienianych w rozmowie: współpracowników lub uczniów profesorów. Wielu z nich dopracowało się znaczących osiągnięć (nie tylko w fizyce), których z różnych przyczyn nie można było ująć w rozmowie. Wielu popadło w zapomnienie. Fizycy z ośrodków zagranicznych, laureaci nagrody Nobla oczywiście znajdują swoje miejsce w przypisach łącznie z informacją o najważniejszych dokonaniach. Są też wyjaśnienia i sprostowania pomyłek spowodowanych zawodzącą czasem pamięcią seniorów. Przypisy zostały tak zredagowane, żeby czytelnik czytający wyrywkowo poszczególne rozmowy mógł łatwo dotrzeć do każdego odnośnika. Na końcu książki zamieszczono skorowidz osób, co także ułatwia znalezienie ich w tekście.

Należy podkreślić, że książka jest wydana z ogromną starannością edytorską: piękną czcionką, na dobrym papierze, oprawiona w twardą okładkę: na stronie frontowej - fotografia pracowni prof. Stefana Pieńkowskiego z lat 1930, a na końcowej - rekomendacja prezesa PAU prof. Andrzeja Białasa. Koszty wydania tego tomu pokryła Fundacja na rzecz Nauki Polskiej.

Wybitni fizycy wspominają losy: swoje, fizyki, Polski. Obrazy przenikają się i przeplatają tworząc ponad stuletnią historię. Początek XX wieku (trzej najstarsi rozmówcy urodzili się pod koniec XIX wieku) to w Polsce czas nadrabiania zaległości po rozbiorach. W Warszawie istniały wtedy szkoły, ale oczywiście z obowiązkowym językiem rosyjskim. „Po 1905 r., po rewolucji nastąpił ze strony Polaków bojkot tych szkół oraz Uniwersytetu i Politechniki w Warszawie. Wtedy też wielu słuchaczy wyjechało za granicę, zwłaszcza do Galicji, do Krakowa i dalej do Paryża, do Brukseli. W 1915 r. Niemcy otworzyli Uniwersytet i Politechnikę w Warszawie już jako uczelnie polskie. Wprawdzie budynki ocalały, ale były puste. Ledwie wyposażona pracownia fizyczna, słabe pokazy. Tak było do końca pierwszej wojny światowej. Uczelnie bardzo ściśle współpracowały, zajęcia w zakresie fizyki odbywały się wspólnie, wykładowcy byli kształceni w Krakowie.” (Sz. Szczeniowski). Dwudziestolecie międzywojenne to okres bardzo dynamicznego rozwoju fizyki polskiej: poza Warszawą działał Uniwersytet Jagielloński, Uniwersytet Stefana Batorego w Wilnie, Politechnika i Uniwersytet Lwowski. Profesor Stefan Pieńkowski stworzył „warszawską szkołę fizyki doświadczalnej”, a kierowany przez niego ośrodek przy ul. Hożej już w latach trzydziestych stał się jednym z czołowych ośrodków fizycznych na świecie. W 1936 r. odbył się tam I Międzynarodowy Kongres Luminescencji, na który przybyła cała „śmietanka” światowych fizyków! Pieńkowski wychował liczną grupę wybitnych doktorów. Po obronie wysyłał ich na stypendia zagraniczne, by zdobyli tam wiedzę po powrocie wykorzystali do rozwoju badań w Polsce.

Druga wojna światowa była druzgocącym ciosem dla wszystkich Polaków. Niezależnie od wieku w jakim ich wojna zastała wszyscy w niej uczestniczyli. Kampania wrześniowa, tajne nauczanie, aresztowania, obozy, ruch oporu, Armia Krajowa, powstania – były również udziałem fizyków. Niemcy zniszczyli całą bazę materialną, wywieźli wszystko: książki, cenne przyrządy, sprzęt. Zaraz po zakończeniu wojny przystąpiono do odbudowy kraju. Rok akademicki 1945/46 rozpoczął się w tradycyjnym terminie. W Warszawie i Krakowie podjęto badania w zakresie fizyki jądrowej. Już w 1947 r. zorganizowano w Krakowie I Międzynarodową Konferencję Promieni Kosmicznych. Wzięli w niej udział tacy luminarze fizyki światowej jak: Cecil Powell, Pierre Auger, Walter Heitler, Louis Leprince-Ringuet, John Wheeler, Lajos Janossy, Gilberto Bernardini. Powell referował odkrycie mezonu π . W latach 50-tych Polska, jako jeden z krajów założycielskich, weszła w skład Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w Dubnej. W ZSRR zakupiono reaktor EWA dla Instytutu Badań Jądrowych, a dla Instytutu Fizyki Jądrowej cyklotron U120. Obok wcześniej uprawianej spektroskopii pojawiła się fizyka jądrowa, fizyka ciała stałego, fizyka laserowa. Całe spektrum tematów, można by rzec od kwarków do gwiazd. W latach 90-tych staliśmy się członkiem CERN, a później wielu międzynarodowych kolaboracji.

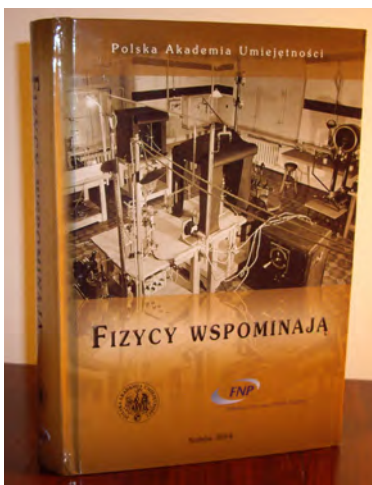
Polskie konflikty społeczne, niesławny okres stalinowski, akty terroru wobec dążących do nowego porządku w kraju, brutalny antysemityzm to wszystko nie przyćmiło przeogromnego zapału do odbudowy kraju i nauki. Działalność naukowa fizyków nie przeszkodziła im uczestniczyć bardzo aktywnie w przemianach ustrojowych. Wchodzili w nowe struktury władzy, by zapewnić jak najlepsze warunki rozwoju nauki i normalnego życia w Polsce.

Książka „Fizycy wspominają” daje odpowiedź na pytanie: jak to się stało, że w zaniedbanym przez 200 lat zaborów, a potem zdruzgotanym przez wojnę i zniewolonym przez lata komunizmu kraju rozwinęła się fizyka – nauka wymagająca olbrzymich nakładów ludzkich, intelektualnych (warsztat matematyczny, znajomość języków, umiejętności manualne), ale i materialnych: finansowych i aparaturowych. Jak profesorom udało się przekonać władze i zdobyć pieniądze na budowę pomieszczeń i aparatury. Przecież były to szalone projekty w rozumieniu szarego obywatela. W krótkim stosunkowo czasie powstałe po wojnie ośrodki polskie zyskały uznanie na świecie, dzięki prowadzonym badaniom w najbardziej gorących tematach, a polscy fizycy zasłużyli na szacunek i uznanie.

Ważnym wątkiem książki jest proces budzenia się zainteresowania fizyką młodych ludzi, którzy po latach zrobili kariery uczonych i mistrzów wielu pokoleń. Profesor Arkadiusz Piekara wyznaje: „Ja sobie nie wybierałem kierunku studiów, ja się z nim urodziłem. Jak sięgnę pamięcią do dzieciństwa, to jeszcze nie wiedziałem wtedy o istnieniu fizyki, ale to czym pragnąłem być – to fizykiem, chociaż nie wiedziałem o istnieniu takiej nauki. Sądziłem, że to czym chciałem być uprawiają inżynierowie. W 1920 r. stałem na warcie z karabinem w ręku na dworcu Towarowym w Warszawie. Jakieś 400 m ode mnie stał mój towarzysz – inżynier elektryk. Chciałem się od niego dowiedzieć czegoś o wyładowaniu elektrycznym, które mnie

pasjonowało. Gdy zacząłem z nim rozmowę okazało się, że to on się ode mnie dowiadywał, a nie ja od niego, i o jonach mówił „te pańskie jony”. Zrozumiałem, że skoro jony są moje, a nie jego, to muszę być nie inżynierem, lecz fizykiem.”

Prof. Zdzisław Wilhelmi wspomina, że „jego droga do fizyki zaczęła się bardzo wcześnie, ale nie z pobudek „intelektualnych” tylko „estetycznych”. Zaczęła się od zachwyty dziecka nad pewnymi zagadkowymi zjawiskami natury. Pamiętam, a miałem wtedy trzy albo cztery lata, że na podwórku domu, w którym mieszkaliśmy w Łomży, stała duża czarna od starości beczka na deszczówkę. Kiedy wspięto się na palce, można było zajrzeć do jej mrocznego wnętrza. Woda pachniała stęchłą, a na jej powierzchni rozpościerała się warstewka oliwy grająca barwami tęczy. To było cudowne zjawisko! Puknięcie palcem w ścianę beczki wprowadzało niepokój do tego obrazu, drzenie przebiegało przez tęczę, jej barwy mieszały się i łagodnie rozpląwały, a po chwili znów unosiła się ona na czarnej wodzie, jak skrzydło bajecznej ważki. To chyba właśnie ta tęcza zafascynowała chłopca swym tajemniczym pięknem i uwiodła go dla fizyki.”



Fot. 1. Okładka książki pt. *Fizycy wspominają*

Tak wczesne i skryzalizowane zainteresowania nie zdarzały się często. Większość wybitnych fizyków zmagano się z koniecznością wyboru nie tylko pomiędzy filozofią, matematyką, astronomią, czy chemią, ale także literaturą, muzyką, czy malarstwem. Na ich fascynację wpływało niekiedy środowisko rodzinne, czytające książki popularne. Rolę nie do przecenienia oczywiście odgrywali mistrzowie i nauczyciele młodych adeptów. Niejednokrotnie decydowały względy materialne. Jakie argumenty przeważały u konkretnych osób dowiadujemy się z książki „Fizycy wspominają”. Można też wyczytać, jakimi ścieżkami później kierowała się ich myśl naukowa: jak rozwijali coraz to nową tematykę badawczą lub dlaczego trwali przy jednym zagadnieniu drążąc je przez całe życie.

Przychodzi na myśl jeszcze kolejne pytanie: czy warto było? Czy uprawianie fizyki nie ograniczyło wrażliwych, ciekawych świata młodzieńców zamykając ich horyzonty do coraz głębszych badań materii? Na te pytania także znajdziemy odpowiedź w omawianej książce. Powstanie mechaniki kwantowej i teorii względności na początku XX wieku wywołało

wielką rewolucję w rozumieniu fizyki klasycznej. Opracowany w latach 70-tych Model Standardowy obecnie zaczyna się kruszyć: nowe fakty doświadczalne stawiają nowe problemy i obserwowanie ich nadal podsyca ciekawość fizyków. Nasi seniorzy chcieliby się doczekać ich rozwiązania. Nie doszukamy się żadnych goryczy w ich wypowiedziach, a wręcz przeciwnie satysfakcję i dumę z osiągniętych wyników, z utworzenia nowoczesnych ośrodków fizyki, z liczby i geniuszu wypromowanych uczniów. Znajdziemy też zachwyt otaczającym światem, afirmację życia i to zarówno dzięki fascynującej budowie Wszechświata, jak i bardzo szerokim kontaktom z ludźmi o wybitnych osobowościach. Fizycy zwykle pracują w wielu ośrodkach na różnych kontynentach, więc bardzo dużo podróżują, spotykają ludzi różnych ras, kultur i religii. Nie są zaściankowi ani ksenofobiczni. W ocenie społeczeństwa są coraz lepiej postrzegani dzięki liczny i różnorodnym projektom aplikacyjnym.

Rozmowy z fizykami	
Ignacy Adamczewski	11
Kazimierz Grotowski	25
Andrzej Hryniewicz	61
Józef Hurwic	89
Roman S. Ingarden	109
Wilhelmina Iwanowska	145
Aleksander Jabłoński	183
Franciszek Kaczmarek	189
Władysław Kapuściński	201
Alexander Lempicki	213
Jan Lopuszański	249
Marian Mięśowicz	287
Stanisław Mrozowski	309
Arkadiusz Piekara	339
Tadeusz Skaliński	383
Leonard Sosnowski	411
Adam Strzałkowski	435
Szczepan Szczeniowski	467
Włodzimierz Ścisłowski	485
Andrzej Trautman	489
Jan Wesolowski	525
Zdzisław Wilhelmi	533
Wspomnienia	
Zygmunt M. Galasiewicz	571
Jerzy Pniewski	591
Jan Rzewuski	67
Przypisy	71
Skorowidz osób	81

Fot. 2. Lista fizyków, z którymi odbyły się publikowane w tomie rozmowy

Mogłoby się wydawać, że książka „Fizycy wspominają” jest adresowana wyłącznie do osób zainteresowanych fizyką. W rzeczywistości jest to dokument o losach żywych ludzi ujmujący świeżością i autentycznością, bo tu nikt nie pozuje na bohatera; przedmiotem wspomnień jest nauka. Niektórzy seniorzy przykładają może zbyt dużą wagę do szczegółów. Jednak większość przepiękną polszczyzną przykuwa uwagę czytelnika, wielu wykazuje się dużą dozą autoironii i znakomitym poczuciem humoru. Zabawne scenki, anegdoty wierszyki kapitalnie ubarwiają to ogromne dzieło liczące ponad 800 stron.

Małgorzata Nowina Konopka,
Instytut Fizyki Jądrowej,
Kraków

fot. Małgorzata Nowina Konopka



EXPO SWEET 2015

Dzięki uprzejmości organizatorów otrzymałem zaproszenie na siódme targi przemysłu cukierniczego i lodziarskiego Expo Sweet, które odbyły się w hali targowej MTPolska przy ul. Marsa 56 w Warszawie. Radiacyjna konserwacja oraz identyfikacja napromieniowania żywności, ziół i przypraw ziołowych ma charakter niszowy w obszernej tematyce branży cukierniczej. Tym niemniej zagadnienie wykorzystania promieniowania jonizującego do higienizacji np. ziaren kakao, suszonych daktyli, fig, niektórych orzechów jest aktualne i to zarówno od strony zwalczania patogenów jak i przepisów prawnych dotyczących obróbki radiacyjnej żywności. Warto zawsze przypominać o podstawowej różnicy między napromieniowaniem a promieniotwórczością. Pisaliśmy o tym wielokrotnie tak, więc nasz kwartalnik można polecać jako źródło podstawowej wiedzy na temat zastosowania technik radiacyjnych w produkcji żywności. Na targach występują głównie specjaliści od marketingu tym niemniej jest zawsze okazja porozmawiać ze specjalistami, od jakości produktów żywnościowych oraz problematyki materiałów opakowaniowych [1]. W efekcie otrzymałem zaproszenie do wygłoszenia wykładu „Opakowania napromieniowane czy promieniotwórcze” w trakcie Międzynarodowych Targów Opakowań Packaging Innovations 2015 – największej tego typu imprezie w Europie Środkowo-Wschodniej. Wracając do targów Expo Sweet nie sposób nie wspomnieć o wrażeniach estetycznych i smakowych. Wielu polskich cukierników to prawdziwi artyści w swoich dziedzinach zdobywający nagrody na konkursach międzynarodowych. Można jedynie żałować, że z przyczyn obiektywnych nie sposób spróbować wszystkich rodzajów lodów prezentowanych na targach.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa

Literatura:

- [1] W. Głuszewski, K. Cieśla, Z. Zimek, H. Kubera: Peculiar features of radiation treatment of the packaging materials, Towaroznawcze problemy jakości, 2014, 41, 4, 11 – 17



Fot. 1. Czekoladowe pisanki zaprojektowane przez znane osoby do życia publicznego, a następnie wykonane przez polskich cukierników



Fot. 2. Pisanka projektu gen. Mirosława Hermaszewskiego



Fot. 3. Pisanka autorstwa Anny Komorowskiej, małżonki prezydenta RP

fot. Wojciech Głuszewski



POLAND 'PROBABLY BIGGEST POTENTIAL MARKET', 'SAYS WESTINGHOUSE VICE-PRESIDENT'

Westinghouse: Nuclear energy has a great future in Poland



Fot. 1. Mike Kirst [Fot. Georgi Gotev]

Dwa znane portale: NucNet.org oraz euractiv.com opublikowały w dniu 18 marca br. materiały, których tytuły podano powyżej.

NucNet w swojej krótkiej notatce cytuje wypowiedź Mike'a Kirsta, wiceprezesa Westinghouse Electric Company (WEC) – wielkiego amerykańskiego przedsiębiorstwa specjalizującego się w produkcji urządzeń wykorzystujących energię jądrową, ich bieżącej obsłudze, serwisie oraz kontroli, a także w projektowaniu siłowni jądrowych. Mike Kirst, który odpowiada za strategię i relacje swojej firmy z Europą, Bliskim Wschodem i Afryką powiedział, że choć Polska nie ma obecnie żadnej elektrowni jądrowej, to w sytuacji kiedy 90% energii elektrycznej czerpie z węgla, przy coraz bardziej rygorystycznych wymaganiach/ograniczeniach dotyczących emisji CO₂, zmuszona będzie do znalezienia sposobu na zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego w przyszłości.

Według M. Kirsta Polska poważnie rozważa opcję jądrową. Przewiduje się budowę 11 reaktorów energetycznych do roku 2030. Jednak – powiedział M. Kirst – nawet jeśli plany te nie zostaną zrealizowane w pełnej skali i w proponowanym terminie, to i tak Polska będzie prawdopodobnie największym rynkiem „jądrowym”.

NucNet odsyła swoich Czytelników do pełnego zapisu rozmowy z M. Kirstem, którą przeprowadził wydawca portalu EURACTIV Georgi Gotev. (Adres : http://www.euractiv.com/sections/energy/westinghouse-nuclear-energy-has-great-future-poland-312988?_tmc=2idCPa4h54S9K96R458xidU6cNhEkDvYkyze-Tj-kc).

Dla naszych Czytelników interesujące mogą okazać się inne - nie tylko te dotyczące Polski - fragmenty tego obser-

nego wywiadu. W rozmowie poruszono sytuację energetyczną - w kontekście energetyki jądrowej - w Bułgarii, na Ukrainie, w Czechach, Wielkiej Brytanii.

W konkluzji rozmowy M. Kirst stwierdza: „Jeśli mowa o nowych reaktorach to, poza UK i Francją, większość krajów zachodnioeuropejskich nie zajmuje się tym problemem. To jest powodem, że Westinghouse staje się prominentną firmą we Wschodniej Europie.



UDZIAŁ ENERGII JĄDROWEJ W PRODUKCJI ELEKTRYCZNOŚCI NA UKRAINIE NAJWYŻSZY W OSTATNIM DZIESIĘCIOLECIU (Ukraine Reports Highest Share Of Nuclear In Electricity Production In 10 Years)

13 lutego 2015 r. (NucNet): Elektrownie jądrowe Ukrainy wyprodukowały w ubiegłym roku 48,6% energii elektrycznej w tym kraju. Jak podkreśla operator ukraińskich EJ, kompania ENERGOATOM, jest to najwyższy wskaźnik w ostatnim dziesięcioleciu.

ENERGOATOM twierdzi, że w roku 2014 wyprodukowano 2,800 gigawatogodzin elektryczności więcej niż w roku 2013, głównie dlatego, że w roku 2014 skrócono okresy czasowych wyłączeń ukraińskich elektrowni jądrowych, podczas których prowadzone były planowane prace konserwacyjne. Owa redukcja czasu przestojów/wyłączeń była rezultatem lepszej koordynacji i organizacji pracy personelu w czasie weekendów.

Wartość elektryczności wyprodukowanej w roku 2014 wynosiła 27,8 mld hrywien (ok. 1,28mld US\$), to jest o ok. 35% więcej niż w roku 2013.

Według oceny ENERGOATOM-u rynek elektryczności na Ukrainie znajduje się w krytycznej sytuacji, co spowodowało konieczność zaciągnięcia przez tę firmę pożyczki w wysokości 556 mln US\$, aby zapewnić realizację celów produkcyjnych i inwestycyjnych. W podanej wysokości pożyczek mieści się pożyczka w wysokości 3 mln euro udzielona przez European Bank for Reconstruction and Development, przeznaczona na poprawę stanu bezpieczeństwa elektrowni jądrowych.

Poważnym problemem jest dewaluacja waluty ukraińskiej, hrywny. ENERGOATOM rozważa podniesienie wysokości taryf/cen elektryczności, co ma nastąpić w kwietniu, lub maju.

Największym osiągnięciem ENERGOATOMU w ubiegłym roku była dywersyfikacja dostaw paliwa poprzez podpisanie kontraktów z Westinghouse Electric Company, a także postęp prac przy budowie centralnego przechowywania wypalonego paliwa jądrowego typu WWER w Czarnobylu.



PRACE W CZARNOBYLU: ISTOTNY NIEDOBÓR FINANSOWY UTRZYMUJE SIĘ NADAL 'Substantial Funding Gap' Remains For Chernobyl Work, Says EBRD

17 Marca br. (NucNet): Utrzymuje się „a substantial funding gap” w wysokości 100 mln euro (106 mln US\$) dla projektu, którego celem jest przekształcenie terenu elektrowni jądrowej w Czarnobylu w miejsce całkowicie bezpieczne - oświadczył przedstawiciel Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju (EBRD), który administruje funduszem likwidacji (decommissioning) Czarnobyla.

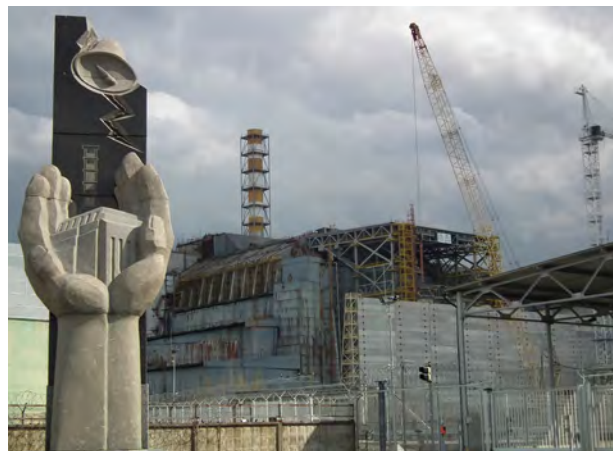


Fot. 1. Widok na sarkofag

Kraje członkowskie EBRD przeznaczyły na finansowanie projektu czarnobylskiego 350 mln euro z rezerw Banku spodziewając się wkładu sumy 165 mln euro od grupy G7/EC.

Całkowity koszt realizacji zadania pod nazwą Shelter Implementation Plan, który określał mapę drogową prac likwidacyjnych i oczyszczających w Czarnobylu ocenia się na 2,15 mld euro, z czego na budowę nowej, bezpiecznej osłony -1,5 mld euro. Brakujące do pokrycia wspomnianego „finansial gap” 100 mln euro prawdopodobnie pokryje grupa państw G7. Nowa bezpieczna osłona jest głównym elementem Shelter Implementation Plan. Wkrótce nastąpi odbiór dwóch głównych elementów struktury połączonych ze sobą oraz systemu wentylacyjnego, którego zadaniem jest przeciwdziałanie procesowi korozji przez cały okres użytkowania osłony. Nowa konstrukcja zbudowana została obok starego istniejącego sarkofagu. W roku 2017 będzie przesunięta w taki sposób, aby przykryć sarkofag umożliwiając w ten sposób prowadzenie dalszych prac likwidacyjnych i ochronę środowiska. Projekt, zdaniem EBRD, znajduje się w końcowej fazie realizacji. Wymiary nowej osłony: wysokość - 110 m, długość - 165 m, rozpiętość łuków - 257 metrów. Przewidywany czas życia konstrukcji -100 lat. Praca wokół zniszczonego bloku

nr. 4 nie jest jedynym zadaniem realizowanym w Czarnobylu. Trzy pozostałe bloki, które pracowały po roku 1986 także powinny być decommissioned, a wypalone paliwo i odpady promieniotwórcze powinny być właściwie zabezpieczone. W tym celu społeczność międzynarodowa finansuje tymczasowe składowisko, w wysokości 300 mln euro oraz instalację do unieszkodliwiania odpadów płynnych. Składowisko tymczasowe jest w końcowej fazie budowy. Będzie się tam - po przetworzeniu - składować ok. 20 000 kaset paliwowych (umieszczonych w metalowych pojemnikach, które następnie złożone będą w betonowych modułach).



Fot.2. Dotychczasowy Sarkofag nad 4 blokiem



Fot. 3. Budowa nowego Sarkofagu (Arkady)

Wypalone paliwo przechowywane będzie bezpiecznie przez co najmniej 100 lat. Składowisko otrzymało już licencję na użytkowanie (w końcu 2014 r.).

Na podstawie doniesienia NucNetu opracował Stanisław Latek,

*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*

fot. Marek Rabiński

II KONGRES ELEKTRYKI POLSKIEJ

Warszawa, 1-2 grudnia 2014 r.

Spis referatów sesji „Energetyka jądrowa w Polsce”

1. Zbigniew Kubacki, Departament Energii Jądrowej MG - Wyzwania stojące przed Polskim Programem Energetyki Jądrowej (PPEJ)
2. Marcin Zagrajek, Departament Bezpieczeństwa Jądrowego PAA – o roli dozoru jądrowego (PAA) w Polskim Programie Energetyki Jądrowej
3. Prof. Andrzej G. Chmielewski, IChTJ – Energetyka Jądrowa w Europie i Świecie i jej rola w ograniczaniu emisji zanieczyszczeń atmosfery
4. Prof. Grzegorz Wrochna, NCBJ – o zapleczu naukowo-technicznym dla PPEJ
5. Prof. Konrad Świrski, Politechnika Warszawska – o działalności edukacyjnej Politechniki Warszawskiej i współpracy międzynarodowej dla EJ
6. Przedstawiciel firmy AREVA – o budowie EJ 2 x EPR 1650 MWe w Chinach
7. PANEL DYSKUSYJNY - Organizacje pozarządowe na rzecz PPEJ
 - 1) Dr hab. Grażyna Zakrzewska, dr Wojciech Głuszewski, PTN – o Polskim Towarzystwie Nukleonicznym i jego roli dla PPEJ
 - 2) Dr inż. Krzysztof Rzymkowski, SEREN-Polska – o SEREN i jego roli dla PPEJ
 - 3) Waldemar Dunajewski, Stowarzyszenia na rzecz EJ w Województwie Pomorskim – o wsparciu społecznym budowy elektrowni jądrowej w województwie pomorskim,
 - 4) Dr Stanisław Latek, PTJ – o „Postęпах Techniki Jądrowej” kwartalniku wspierającym PPEJ
 - 5) Prof. Józef Paska, Politechnika Warszawska, – o Komitecie Energetyki Jądrowej SEP i jego roli dla PPEJ
 - 6) Jerzy Szczurowski, COSIW-SEP – o Centralnym Ośrodku Szkolenia i Wydawnictw SEP i jego roli dla PPEJ
 - 7) Katarzyna Wołoszczuk, WIN – Kobiety na rzecz energetyki jądrowej
 - 8) Dr Marcin Brykała - Młodzież na rzecz energetyki jądrowej
8. Dr Krzysztof Andrzejewski, dr inż. Andrzej Strupczewski, NCBJ – o znaczeniu EJ i OZE dla polskiej energetyki
9. Adam Ogrodnik, UDT – Dozór Techniczny w elektrowni jądrowej
10. Dr hab. inż. Kazimierz Duzinkiewicz, dr hab. inż. Andrzej Reński, Politechnika Gdańska – o kogeneracyjnym wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła w elektrowniach jądrowych
11. Jacek Bauriski, Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie – o znaczeniu i możliwościach wykorzystania ciepła kogeneracyjnego z elektrowni jądrowej dla Metropolii Warszawskiej (także z wykorzystaniem reaktorów małej mocy)
12. Dr Zbigniew Zimek, IChTJ – Bezpieczeństwo czy ryzyko jądrowe – społeczne aspekty wdrożenia energetyki jądrowej
13. Referat firmy EDF – o Systemie Zapewnienia Jakości podczas projektowania i budowy elektrowni jądrowej z reaktorem EPR 1650 – EJ Flamanville 3
14. Dr Krzysztof W. Fornalski, PGE EJ1 – o działaniach na rzecz realizacji PPEJ, Systemie Zapewnienia Jakości w procesie inwestycyjnym oraz pozyskiwaniu opinii społecznej dla elektrowni jądrowej w Polsce
15. Dr Małgorzata Świdarska, NCBR – o technologiach wspomagających rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej w Polsce
16. Marcin Banach, Wojciech Świdnicki, ZUOP – o postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem w Polsce
17. Dr inż. Tomasz Bury, Politechnika Śląska – o układach lokalizacji awarii reaktorów III generacji z uwzględnieniem uzupełnień wynikających z katastrofy w EJ Fukushima

WNIOSKI SESJI ENERGETYKI JĄDROWEJ¹⁾

Warszawa, 1-2 grudnia 2014 roku

Motto obrad Sesji:

***Jak w terminie i dobrze jakościowo wykonać
Polski Program Energetyki Jądrowej (PPEJ)***

Wnioski dotyczące celów strategicznych

Wniosek 1. „Polityka energetyczna Polski do 2050 roku” powinna wynikać z odleglejszych przewidywań, nawet ponad stuletnich i na tej podstawie można zdefiniować trzy **cele strategiczne energetyki, a mianowicie:**

(1) **oszczędzanie paliw węglowodorowych** (węgla, gazu i ropy naftowej) jako nieodnawialnych by postawić je przyszłym pokoleniom i zaniechać gospodarki rabunkowej tymi paliwami.

Jak najszerzej wykorzystywać kogenerację w wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła. Rozwój sieci przesyłowych i stacji rozdzielczych najwyższych napięć, sieci dystrybucyjnych, wdrożenie „sieci inteligentnych” podniosą bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej oraz sprawności Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) co obniży to zużycie paliw kopalnianych.

(2) **wdrożenie i rozwój energetyki jądrowej** - realizacja Polskiego Programu Energetyki Jądrowej (PPEJ) z wykorzystaniem obecnych i następnych generacji reaktorów jądrowych.

Dążyć do kogeneracyjnego wykorzystania elektrowni jądrowych dla metropolii i aglomeracji miejsko-przemysłowych, a w tym wykorzystanie reaktorów małej mocy (SMR) i elektrowni termojądrowych w dalszej przyszłości. Rozwój zaawansowanych cykli paliwowych, a w tym wprowadzenie prędkich reaktorów powielających pozwoli na lepsze wykorzystanie paliwa uranowego oraz zastosowanie toru jako paliwa jądrowego.

(3) **wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii (OZE), a w tym elektrowni wodnych**

Poprzez zmniejszanie dopłat do OZE doprowadzić do tego, by pozostały na rynku energii tylko te technologie, które sprostają konkurencji przez co będą odgrywać coraz większą rolę gospodarczą. Wspieranie OZE w Polsce należy zakończyć w ciągu kilku bliskich lat dla dobra społeczeństwa, by nie utrzymywać sytuacji, w której przeciętny, biedny odbiorca energii elektrycznej płaci na rzecz firm i bogatych przedsiębiorczych inwestorów czerpiących ogromne zyski z nieregularnego dostarczania energii wtedy, gdy jest dostępna, a nie wtedy, gdy jest ona potrzebna. Utrzymywanie OZE ze wsparcia nie ma uzasadnienia gospodarczego i nie zapewnia niezawodnych dostaw energii w zastępstwie likwidowanych najstarszych bloków węglowych, których odnowienie nie będzie opłacalne ani uzasadnione bezpieczeństwem dostaw energii.

Powyżej sformułowane cele strategiczne polskiej elektroenergetyki sięgają dalej niż określone w projekcie „Polityki energetycznej Polski do 2050 roku” i powinny być przedmiotem szerokiej dyskusji zgodnej z kierunkami unijnej polityki energetycznej, a ich wspólną cechą jest INNOWACYJNOŚĆ, od której zależy przyszłość Polski.

Wnioski dotyczące celów taktyczno-operacyjnych

Cele taktyczno-operacyjne na najbliższe 40-50 lat (bieżące, na okres dwóch pokoleń) spełniają zadania postawione w „Polityce energetycznej Polski do 2050 roku”. Polityka ta powinna być w miarę jednowariantowym programem do realizacji, a nie prognozą i określać rozwój energetyki jądrowej w Polsce także po 2035 r. Potrzebne jest utrzymanie właściwych proporcji w tzw. „miksie energetycznym”, w skład którego wchodzi elektrownie konwencjonalne (opalone węglem lub gazem), różnego rodzaju odnawialne źródła energii (wodne, wiatrowe, biomasowe, słoneczne, itp.) oraz elektrownie jądrowe. Szczególną innowacyjność należy skierować na Krajowy System Energetyczny (KSE) wprowadzając „sieci inteligentne”, rozbudowując sieci kablowe i podwyższając efektywność ekonomiczną systemu. W tym czasie eksploatowane dzisiaj elektrownie na węglu brunatnym zakończą pracę i w ich miejsce, dla wykorzystania personelu i infrastruktury energetycznej, powinny stanąć elektrownie/elektrociepłownie jądrowe. Nie ma potrzeby degradować wielkich obszarów dla nowych odkrywek węgla brunatnego. Na obszarze 350 ha można ulokować elektrownię jądrową takiej samej mocy i za takie same pieniądze jak budowa

odkrywki węgla brunatnego i elektrowni. Uniknie się przy tym wszelkich kolizji z przesiedlaniem ludności i skażeniem środowiska.

Wniosek 2. Polski Program Energetyki Jądrowej (PPEJ) zatwierdzony do realizacji przez Radę Ministrów RP w dniu 28 stycznia 2014 r. musi stanowić niezmienny fragment „Polityki energetycznej Polski do 2050 roku”. Zadaniem PPEJ jest wybudowanie i uruchomienie dwóch elektrowni jądrowych o łącznej mocy 6 000 MW do 2035 r. Tymczasem ślad PPEJ, programu państwowego, w bieżącym budżecie państwa jest pomijalnie mały². Dla rzetelnej informacji opinii publicznej o PPEJ potrzebne jest periodyczne wydawnictwo, np. w postaci wkładki do poczytnego dziennika raz w miesiącu. Niezrozumiałe jest, że w niedługim czasie po zatwierdzeniu przez Radę Ministrów PPEJ do realizacji, przyjęto rezygnację Pełnomocnika Rządu RP ds. Energii Jądrowej (w randze wiceministra) i nie powołano dotychczas innej osoby na to stanowisko. W czasie obrad Sesji oczekiwano na informacje ze strony PGE o przygotowaniach do budowy pierwszej EJ w Polsce. Obawy budzi przesuwanie terminów ukończenia budowy zapisanych w PPEJ oraz kosztów strat gospodarczych z tym związanych, które według oszacowania opublikowanego na przełomie lat 2013/2014 wynoszą co najmniej 2 mld zł rocznie³.

Wniosek 3. System Zapewnienia Jakości (SZJ) elektrowni jądrowych

Ustawa - Prawo atomowe (art. 36) wskazuje na niektóre najważniejsze wymagania co do Zintegrowanego systemu zarządzania (ZSZ) dla każdej jednostki organizacyjnej wykonującej działalność (...) polegającą na budowie, rozruchu, eksploatacji lub likwidacji obiektu jądrowego zgodnie z zaleceniami MAEA i by System Zapewnienia Jakości (SZJ) zaczął funkcjonować tak szybko jak to możliwe, już w procesie przygotowywania inwestycji, gdyż jest on niezależny od typu reaktora jądrowego.

SZJ i jego funkcjonowanie określone są Programem Zapewnienia Jakości (PZJ) i skupia się na technicznym obszarze procesu inwestycyjnego EJ, ale ZSZ pozwala systemowi zapewnienia jakości objąć wszelką działalność jednostki organizacyjnej (np. szkolenie personelu, przeprowadzenie konkursów kwalifikacyjnych, a nawet działanie administracji, księgowości, itp.). Służba SZJ podlega bezpośrednio prezesowi lub dyrektorowi naczelnemu (podobieństwo do służby BHP) i musi być niezależna od pionu realizującego zadania produkcyjne – chociaż sukces SZJ (a także BHP) zależy od tego, czy każda jednostka

produkcyjna i każdy pracownik czynnie uczestniczą w wypełnianiu zadań i osiągnięciu celów SZJ (BHP). Inną fundamentalną zasadą w SZJ dotyczącą wszystkich działań jest samokontrola wykonawcy, tak zbiorowa każdej jednostki organizacyjnej, jak i indywidualna każdego pracownika.

Można przypuszczać, że gdyby były wdrożone Systemy Zapewnienia Jakości, a nie tylko procedury (będące fragmentami Programów Zapewnienia Jakości) to do niektórych zwłaszcza powtórnych katastrof (w górnictwie węgla kamiennego, lotnictwie, a nawet spalania mostu) by nie doszło, a zdarzyły się one z winy, ogólnie rzecz ujmując, personelu eksploatacyjnego i jego kierownictwa. Trzeba być pewnym, że wszystkie projekty, materiały, elementy, urządzenia, technologie, roboty wykonawcze, kontrole, zabiegi korekcyjne, wszystkie usługi, eksploatacja i remonty wykonywane są zgodne z SZJ i są potwierdzone dokumentacją powykonawczą, stanowiącą dowód o zgodności z wymaganiami. W tym zakresie potrzebna jest ścisła współpraca z MAEA, dozorem jądrowym oraz Urzędem Dozoru Technicznego, a także z krajowym zapleczem „naukowo-technicznym” oraz organizacją międzynarodową jaką jest Światowe Stowarzyszenie Eksploatatorów (Operatorów) Elektrowni Jądrowych (WANO)⁴.

Wniosek 4. „Naturalne” lokalizacje EJ w Polsce

W Żarnowcu zaprojektowany był kompleks wytwórczy energii elektrycznej elektrownia jądrowa (4 x 440 MW) i elektrownia szczytowo-pompowa (4 x 180 MW), ta pierwsza przeznaczona do pracy w podstawie obciążenia, a druga stanowiąca część regulacyjną i interwencyjną Krajowego Systemu Energetycznego. Obecnie energia elektryczna do napełniania górnego zbiornika (gdy zapotrzebowanie w systemie elektroenergetycznym na moc jest niskie) przesyłana jest z dużej odległości, m.in. z Elektrowni Bełchatów, a nawet z Elektrowni Dolna Odra obciążone jest stratą przesyłu (ok. 2-3%). Postawienie wreszcie, z opóźnieniem 35 lat, pierwszej EJ w Żarnowcu wyeliminuje tę stratę oraz zmniejszy emisję CO₂. Jest to ważny dodatkowy argument dla tej „naturalnej” lokalizacji nie wspominając o poparciu społeczności lokalnej w gminach Krokowa i Gniewino. Przykładem podobnego rozwiązania jest Południowo-Ukraińska EJ (3 x 1000 MW), do której dobudowuje się elektrownię szczytowo-pompową (6 x 150 MW)⁵.

Wniosek 5. EJ/ECJ dla Metropolii Warszawskiej

Następną „naturalną” lokalizacją EJ/ECJ są okolice Metropolii Warszawskiej (ok. 40 km), gdzie potrzeba coraz więcej energii elektrycznej i ciepła komunalnego. Współpraca

elektrociepłowni jądrowych (ECJ) z warszawskim systemem ciepłowniczym przynosiłaby olbrzymie korzyści ekonomiczne i ekologiczne⁶.

Wniosek ten, powtórzony z wielu wcześniejszych konferencji (np. uchwała nr 1/2010 SEP-KEJ, SEREN-Polska i PTN z dnia 23 marca 2010 r., sprawozdanie z wspólnego zebrania dwóch Komisji Energetyki Jądrowej oraz Edukacji i Informacji Społecznej Rady do Spraw Atomistyki PAA w siedzibie Energoprojektu-Warszawa w dniu 25 stycznia 2011 r.), a w tym Kongresu Inżynierów Polskich, **dotyczy domagania się przeprowadzenia badań lokalizacyjnych i studiów wykonalności ciepłownictwa jądrowego dla Metropolii Warszawskiej**. W badaniach należy rozważyć wariant z małymi reaktorami modułowymi (SMR), który z wielu powodów mógłby być korzystniejszy jako kogeneracyjny niż z udziałem wielkiego bloku EJ o mocy 1200-1600 MW.

Wniosek 6. „Naturalna” lokalizacja EJ w Bełchatowie

Od wielu lat wiadomo, że „naturalne” lokalizacje EJ znajdują się w okolicach wyczerpywanych złóż węgla brunatnego i wielkich elektrowni konwencjonalnych, które z tego powodu zakończyły swój czas eksploatacji. **Nasuwa się propozycja, by badania środowiskowe i studium wykonalności EJ prowadzone były w miejscu wyłączonych tradycyjnych elektrowni na węglu brunatnym, np. Elektrowni Bełchatów.**

Wniosek 7. Opracowania systemu przygotowania kadr oraz budowy zaplecza kompetencyjnego naukowo-technicznego energetyki jądrowej.

PPEJ w zakresie kształcenia i badań naukowych wskazuje silne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia w aktualnej sytuacji naszego kraju. Wśród silnych stron trafnie zostało wskazane posiadanie rozwiniętego systemu szkolnictwa, w tym wyższego. Słabe strony to przede wszystkim:

- (I) brak wystarczających zasobów wykwalifikowanych kadr dla potrzeb energetyki jądrowej,
- (II) niska efektywność współpracy sektora nauki ze sferą gospodarczą,
- (III) niewystarczająco rozwinięte zaplecze naukowo-badawcze.

W Programie stwierdzono, że realizacja PPEJ powinna prowadzić do wykorzystania szans w zakresie:

- (1) rozwoju zaplecza naukowo-badawczego dla energetyki jądrowej,
- (2) rozwoju odpowiednich kierunków kształcenia na wyższych uczelniach – stworzenie silnego zaplecza kadrowego dla funkcjonowania energetyki jądrowej.

Wykazano również możliwe zagrożenia, takie jak:

- (a) brak kadr niezbędnych do realizacji PPEJ,
- (b) trudności z zapewnieniem wystarczającej ilości wykwalifikowanych kadr.

Niezbędne jest zatem ściśle współdziałanie Ministerstwa Gospodarki i PGE EJ1, które powinno prowadzić do niwelowania słabych stron aktualnej sytuacji Polski w realizacji PPEJ w zakresie kształcenia i badań naukowych i będzie przeciwdziałać zagrożeniom i jednocześnie wypracuje propozycję dobrego wykorzystania wskazanych szans. Naturalnym partnerem i konsultantem współdziałania MG i PGE EJ1 powinny być ośrodki akademickie.

Wniosek 8. Wystąpienie organizacji społecznych

Kilkakrotnie FSNT-NOT, SEP, SEREN-Polska i Polskie Towarzystwo Nukleoniczne (PTN) interweniowały wspólnie listami do Premiera RP, gdy w ogłaszanych przez Rząd RP dokumentach „Polityka energetyczna Polski do roku...” sprawy energetyki jądrowej szły w złym kierunku lub zatrzymywały się. Niestety, tak dzieje się od niemal roku, gdy Rząd RP, 28 stycznia 2014 r., zatwierdził do realizacji Polski Program Energetyki Jądrowej zatem **niniejsze wnioski II Kongresu Elektryki Polskiej dotyczące energetyki jądrowej, powinny stanowić podstawę do kolejnego, pilnego wystąpienia ww. organizacji naukowo-technicznych z interwencją do Premiera RP w celu nadania właściwego biegu realizacji PPEJ.**

Wniosek 9. Regulamin Kongresów Elektryki Polskiej (wniosek wyłącznie J. Burskiego, gdyż zdaniem pozostałych członków Komisji Wnioskowej nie dotyczy on Sekcji EJ II KEP)

Należy opracować Regulamin Kongresów Elektryki Polskiej aby uniknąć niejasności i zmian terminów podczas przygotowania – zwoływanego raz na 5 lat – Kongresu. Energia elektryczna, bezpieczeństwo energetyczne i cyberbezpieczeństwo z każdym rokiem będą zyskiwały na znaczeniu i Kongresy będą coraz ważniejsze. Kongres Elektryki Polskiej nie jest Kongresem Elektryków Polskich SEP (choć SEP tworzy trzon Komitetu Organizacyjnego), a jest kongresem kilku równoprawnych organizatorów, zmieniających się w zależności np. od miejscowości obrad,

liczby uczestniczących organizacji (uczelnie wyższe, PAN, itd.) podejmujących się przeprowadzenia Kongresu itd. Tym razem organizatorami były oprócz FSNT-NOT oraz SEP, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Wojskowa Akademia Techniczna z pomocą Polskiego Towarzystwa Nukleonicznego i Stowarzyszenia SEREN-Polska.

Nagranie przebiegu Sesji EJ II KEP jest dostępne w Oddziale Technicznym Zarządu Głównego SEP.

Komisja Wnioskowa: mgr inż. Jacek Burski, prof. dr hab. inż. Jacek Marecki, prof. dr hab. inż. Kazimierz Duzinkiewicz, prof. dr hab. inż. Andrzej Reński, prof. dr inż. Andrzej Strupczewski, prof. dr hab. inż. Konrad Świrski

Warszawa/Gdańsk, 02.03.2015.

Przypisy

1. Opracowanie redakcyjne na podstawie tekstu przesłanego przez J. Burskiego.
2. Z otrzymanego wyjaśnienia Prezesa PAA J. Włodarskiego wynika, że w budżecie państwa na 2015 r. (i odpowiednio na dalsze lata) przewidziana jest kwota 3,79 mln zł na wydatki Ministerstwa Gospodarki i osobno kwota 1,336 mln zł na wydatki Państwowej Agencji Atomistyki, Państwowej Straży Pożarnej i Straży Granicznej związane z PPEJ, ale jak można porównywać te kwoty z kosztami budowy EJ w granicach 50 mld zł.
3. List J. Burskiego do redakcji PTJ nr 1/2014, s. 52.
4. J. Burski, S. Chwaszczewski, A. Mikulski: Światowa organizacja WANO i jej działania na rzecz bezpieczeństwa i niezawodności eksploatacji elektrowni jądrowych, *Energetyka Jądrowa w Polsce*, 2012, s.433.
5. J. Burski, R. Paprocki: Południowo-ukraiński kompleks energetyczny i posiedzenie Rady Nadzorującej Moskiewskiego Centrum WANO, *Biuletyn Miesięczny PSE* nr 5/1999.
6. J. Burski i P. Żbikowski: Jak zasilić w energię elektryczną, ogrzać i oczyścić Warszawę, czyli elektrociepłownie jądrowe dla Stolicy, *Energetyka Jądrowa w Polsce*, 2012, s. 977.



WSPOMNIENIE O PROF.
DR HAB. ZBIGNIEWIE PAWLE
ZAGÓRSKIM
(1926-2014)



Prof. Zbigniew P. Zagórski nieodparcie kojarzy się z okresem, w którym rozwój chemii i techniki radiacyjnej następował niezwykle dynamicznie, a nasz dystans do czołowych osiągnięć światowych w tej dziedzinie był nieomal na wyciągnięcie ręki. Na ten fakt złożyło się kilka czynników zewnętrznych i wewnętrznych. Do tych pierwszych zaliczam politykę ówczesnego państwa w znacznym stopniu sprzyjającą badaniom jądrowym, oraz względną łatwość nawiązywania w tym właśnie obszarze badań kontaktów międzynarodowych, co w przypadku represyjnej rzeczywistości okresu PRL-u nie było takie powszechne. Przyczyny wewnętrzne odniesione do Instytutu to znakomity start, który zapewnił prof. Stefan Minc, pierwszy kierownik Zakładu Chemii Radiacyjnej. Talenty organizacyjne w powiązaniu ze specyficznymi możliwościami minionego okresu, oraz wyobraźnia, która pozwoliła zatrudnić w Zakładzie wielu wybitnych przedstawicieli nauki przełożyły się na niezbędny potencjał badawczy. Niewątpliwie jedną z najbardziej wybitnych osobowości tamtego okresu był prof. Zagórski, który w ogromnym wymiarze przyczynił się do sukcesu tworzenia podstaw chemii i techniki radiacyjnej w Polsce.

Zbigniew Zagórski niezwykle aktywny, obdarzony zmysłem obserwacji, jako młody pracownik naukowy zauważył ogromne możliwości chemii i techniki radiacyjnej dziedziny, której w rozrachunku poświęcił bez reszty swoje długie i bogate życie zawodowe. Niekwestionowaną zasługą prof. Zagórskiego było zainicjowanie starań zmierzających do budowy na Żeraniu pierwszego akceleratora elektronów w Polsce, przeznaczanego w całości na potrzeby rozwoju badań podstawowych w obszarze chemii radiacyjnej oraz stanowiącego wyjściową bazę do wdrożeń przemysłowych w zakresie techniki radiacyjnej. Równie ogromne znaczenie miała zapoczątkowana przez prof. Zagórskiego ścisła współpraca polsko-duńska w obszarze chemii i techniki radiacyjnej. Blisko dwie dekady na przemian w Danii i w Polsce organizowane były spotkania w formie seminaryjnej zainicjowane przez prof. Zagórskiego, reprezentującego Zakład Chemii i Techniki Radiacyjnej oraz dr Nielsa Holma, kierownika Zakładu Naukowego w Danii, wchodzącego w skład ośrodka jądrowego zlokalizowanego w Risoe. Spotkania oraz prowadzone w czasie ich trwania wykłady i dyskusje były niezwykle obfitym źródłem informacji o charakterze naukowym i technologicznym. Seminarium organizowane w Danii stwarzały także możliwość spotkania wybitnych przedstawicieli nauki światowej, którzy bywali częstymi gośćmi w ośrodku duńskim a znacznie rzadziej trafiali do Polski.



fot. z archiwum IChTJ

Fot.1. Od prawej prof. Zbigniew P. Zagórski, dr Edwin Hart (USA) i dr Zbigniew Zimek obok pierwszego polskiego akceleratora elektronów (LAE 13/9)

Do takich osób należał niewątpliwie dr Edwin J. Hart z Argonne National Laboratory, U.S.A., odkrywca elektronu uwodnionego, indywidualum o podstawowym znaczeniu dla procesów chemicznych inicjowanych promieniowaniem jonizującym. Spotkania te były unikalną okazją do prezentowania naszych dokonań badawczych oraz nawiązania kontaktów niezbędnych dla rozwoju badań naukowych. Aby nie szukać daleko podam przykład z własnej kariery naukowej. Zainteresowanie dr Harta wygłoszonym podczas seminarium zorganizowanym w Danii referatem omawiającym uzyskane rezultaty w trakcie przygotowania pracy doktorskiej, zaowocowało rekomendacją mojej osoby do odbycia dwuletniego stażu naukowego w Centrum Badań Szybkich Kinetyk Uniwersytetu Teksaskiego w Austin. Dodam, że temat pracy doktorskiej, której promotorem był prof. Zagórski, dotyczył wykorzystania promieniowania Czerenkowa do ilościowych badań procesów radiacyjnych, zachodzących pod wpływem promieniowania jonizującego. Ta oryginalna w skali światowej metoda do dziś nie straciła swojej przydatności szczególnie w śledzeniu zmian zachodzących w ośrodkach o ograniczonej przejrzystości. Mój staż naukowy w Austin był wstępem do całego cyklu kontaktów naukowych, w których aktywnie uczestniczył w okresie późniejszym prof. Zagórski.

Inny bardzo istotny wątek spotkań polsko-duńskich to wieloletnia bardzo owocna współpraca z dr Wiliamem L. Mc Laughlinem z National Institute of Standards and Technology U.S.A. w obszarze dozymetrii promieniowania jonizującego. Zapoczątkowało to bardzo ścisłą współpracę Zakładu Chemii i Techniki Radiacyjnej z zespołami badawczymi z Instytutu w Gaithersburgu. Kontakty te z wielkim pożytkiem były kontynuowane przez prof. Zbigniewa Zagórskiego, prof. Jacka Michalika, dr Przemysława Pantę oraz dr Wacława Stachowicza, a w okresie późniejszym przez prof. Jana Grodkowskiego, który pracował w tym ośrodku przez kilka lat.

Niezwykle inspirujące były również kontakty w obszarze technologii radiacyjnych. Pamiętam, że podczas zwiedzania przemysłowej instalacji akceleratorowej należącej do firmy Raychem, zlokalizowanej w Danii a dedykowanej wykorzystaniu innowacyjnej w tym czasie radiacyjnej technologii wytwa-

rzania rur termokurczliwych, dr Andrzej Robalewski stwierdził „Kochani przecież my to możemy wdrożyć w Polsce”. I tak się stało. Zespół kierowany przez dr Andrzeja Robalewskiego, w którego składzie znaleźli się mgr Ryszard Krejzler oraz Jan Skajster a także dr Przemysław Panta (dozymetria) oraz dr Zbigniew Zimek (akcelerator) doprowadził do opracowania tej technologii, pomyślnego jej wdrożenia w Zakładach Urządzeń Technologicznych (obecnie Radpol) w Człuchowie, a także przyczynił się znacząco do wyeksportowania technologii i urządzeń do wytwarzania rur termokurczliwych m.in. do Niemiec, Szwajcarii, Rumunii, Iranu i Malezji.

Innym znaczącym osiągnięciem aplikacyjnym, inspirowanym przez kontakty duńskie był proces sterylizacji radiacyjnej, wdrożony praktycznie w kraju już w roku 1974. W przedsięwzięciu tym aktywnie uczestniczyli dr Wacław Stachowicz, dr Zbigniew Zimek, inż. Stanisław Kołyga, dr Zofia Bułhak, dr Przemysław Panta oraz prof. Zbigniew Zagórski, który miał wielkie zasługi w tworzeniu podstaw, rozwoju i wprowadzeniu do praktyki sterylizacji radiacyjnej sprzętu medycznego jednorazowego oraz implantów i przeszczepów. Był nie tylko autorem pierwszych publikacji na ten temat, ale również pierwszej i jedynej do chwili obecnej krajowej monografii w całości poświęconej sterylizacji radiacyjnej. Praktycznym efektem tych działań było masowe wdrożenie sterylizacji radiacyjnej w Polsce, czego najlepszym potwierdzeniem było zbudowanie i uruchomienie w IChTJ w 1993 r. działającej do chwili obecnej Stacji Sterylizacji Radiacyjnej wyposażonej w dedykowany do tego procesu akcelerator elektronów.

Oczywiście historia życia prof. Zagórskiego miała swoje koleje losu. Zbigniew Paweł Zagórski urodził się 16 sierpnia 1926 r. w Poznaniu, ale od pierwszego roku życia mieszkał w Warszawie. Warto też podkreślić, że zawsze czuł się warszawiakiem i dzielił z tym miastem dobre i złe chwile. Pracę w dziedzinie chemii Profesor rozpoczął jeszcze w czasie okupacji niemieckiej, organizując laboratorium chemiczne dla tajnego liceum im. Staszica w Warszawie. Profesor brał czynny udział w ruchu oporu, a jako żołnierz AK uczestniczył w Powstaniu Warszawskim. Za swój udział w tych wydarzeniach otrzymał Warszawski Krzyż Powstańczy oraz Medal za Warszawę 1939-1945.

Po wojnie studiował na Uniwersytecie Poznańskim, gdzie uzyskał dyplom magistra filozofii w zakresie chemii (11 lipca 1949 r.) przedstawiając pracę: „Wpływ warunków wytrącania glikozolu na jego zdolność sorpcyjną w stosunku do par”. Pracując na Uniwersytecie Poznańskim, początkowo jako młodszy asystent kontraktowy, przedstawił rozprawę doktorską na temat, „Własności stabilizujące algalianów otrzymanych z alg bałtyckich”. Stopień doktora Nauk Matematyczno-Przyrodniczych w zakresie chemii uzyskał w 1951 r. na Uniwersytecie Poznańskim, w którym pracował do 1952 r.

Kolejnym, aczkolwiek wymuszonym miejscem pracy było Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw w Poznaniu, gdzie powierzono Profesorowi kierownictwo Zakładu Chemii Analitycznej z dwudziestoma pięcioma pracownikami i swobodą działania oraz zachętą do publikowania prac. Okres ten zamknął się liczbą 44 publikacji i 12 patentów, głównie aparaturowych.

Rezultaty prac zwróciły uwagę profesorów Kemuli i Miniczewskiego, którzy w roku 1958 zaproponowali powrót do Warszawy. Wbrew oczekiwanej pracy w Zakładzie Analitycznym, Profesor został włączony od 1 kwietnia 1959 r. do czteroosobowej grupy stanowiącej samodzielną pracownię, organizującą późniejszy Zakład Chemii i Techniki Radiacyjnej. Zamiłowanie do tematyki elektrochemicznej spowodowały, że w tym okresie w naturalny sposób starał się połączyć elektrochemię, a konkretnie metody polarograficzne z chemią radiacyjną, a także z radio-

lizą impulsową. Profesor wraz z Knudem Sehestedem z Laboratorium Narodowym w Risoe przeprowadził badania metodą polarografii rozdzielczej w czasie szczególnie modnego wówczas indywiduum H_2O_3 i oznaczył jego okres półtrwania. W perspektywie metoda polarograficzna nie okazała się szczególnie nośna w badaniach kinetycznych, to jednak wykonana praca znalazła się w pierwszym wydawnictwie poświęconym radiolizie impulsowej, wydanym w 1965 r. na Zachodzie. Nazwisko prof. Zagórskiego figuruje, jako pierwsze polskie nazwisko związane z tą dziedziną badań. Współpraca z Duńczykami zaowocowała też zainteresowaniem Profesora zagadnieniem nowoczesnej dozymetrii promieniowania dużych dawek. Prof. Zagórski wraz z dr Nilssem Holmem opracowali rozdział w podręczniku dozymetrii wydanym przez wydawnictwo Marcela Dekkera w USA, opisujący podstawy chemicznej dozymetrii promieniowania jonizującego. W 1968 r. w trakcie kolejnego krótkiego pobytu w Danii Profesor wykonał swoją pierwszą pracę metodą radiolizy impulsowej z detekcją optyczną, która została opublikowana w Journal of Physical Chemistry z Jego nazwiskiem, jako pierwszego autora. Pracę tę można uważać za pierwszą polską pracę z radiolizy impulsowej, wykorzystującą tę najpopularniejszą obecnie metodę detekcji krótko żyjących indywiduów przejściowych w napromieniowanych układach.

Zbigniew Zagórski stopień docenta otrzymał decyzją Komisji Kwalifikacyjnej Pracowników Nauki z dnia 22 lutego 1963 r. zatwierdzającą uchwałę RN Instytutu Badań Jądrowych z dnia 6 listopada 1962 r. dotyczącą rozprawy habilitacyjnej: „Bezpośrednie badania metodą polarograficzną procesów radiacyjnych zachodzących w roztworach wodnych w polu promieniowania gamma”.

Prof. dr hab. Zbigniew P. Zagórski uczestniczył aktywnie w tworzeniu bazy technicznej dla badań i zastosowań chemii radiacyjnej. Swoje pomysły naukowe realizował poprzez samodzielne badania, tematy prac doktorskich jak też poprzez współpracę z pracownikami naukowymi spoza Pracowni, Zakładu, czy też Instytutu. Życiorys naukowy obejmuje uzyskanie tytułu profesora z nominacji Rady Państwa w dniu 10 stycznia 1974 r. Prof. Zagórski był zastępcą dyrektora Instytutu Badań Jądrowych d/s naukowo-badawczych w okresie od 1 kwietnia 1972 do 31 stycznia 1977 r. Aktywnie i twórczo uczestniczył w pracach Rad Naukowych Instytutu wielu kadencji. Był też wielokrotnie powoływany do Rad Naukowych innych Instytucji. Był m.in. kierownikiem Studium Doktoranckiego Chemii Jądrowej IBJ, a także Kierownikiem Pracowni Radiolizy Impulsowej w Zakładzie Chemii i Techniki Radiacyjnej IChTJ. Należy pokreślić aktywność prof. Zagórskiego w zakresie kształcenia kadry naukowej. Życzliwy stosunek do młodych pracowników naukowych umożliwił wypromowanie 15 doktorów w większości pracowników Zakładu, ale także pracowników z krajowych i zagranicznych instytucji naukowych.

Profesor Zagórski był znanym i uznawanym autorytetem w zakresie chemii i techniki radiacyjnej. Do osiągnięć poznawczych Profesora zaliczyć należy prace ukierunkowane na poznanie fizykochemii radiacyjnej ciał stałych ze szczególnym uwzględnieniem zróżnicowanych gniazd jonizacyjnych; mechanizmów rodnikowych radiacyjnej modyfikacji polimerów; udziału chemii radiacyjnej w chemii systemowej, ze szczególnym uwzględnieniem chemii prebiotycznej; roli chemii radiacyjnej w powstaniu życia na ziemi; roli gniazd wielojonizacyjnych w radiolizie ciała stałego; badanie procesów przejściowych i charakterystyki produktów przejściowych w układach stałych i sztywnych; chemia radiacyjna krystalicznych hydratów.

Za wkład w rozwój chemii radiacyjnej Profesor został odznaczony prestiżowym medalem Marii Skłodowskiej-Curie Pol-

skiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych, co było niewątpliwie wyrazem uznania środowiska naukowego, dla jego dokonań. Instytut Leków przyznał Mu Nagrodę Zespołową II stopnia za pracę: „Wrażliwość na radiację drobnoustrojów izolowanych z leków” w maju 1983 r. Ponadto odznaczony został Srebrnym Krzyżem Zasługi, Medalem 30-lecia Polski Ludowej oraz Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski nadanym 26 listopada 1996 r.

Ze staży zagranicznych Profesora należy wymienić obok półrocznego pobytu na stypendium British Council, uzupełnionym przez British Council objazdem wszystkich brytyjskich ośrodków chemii radiacyjnej, roczną w sumie pracą badawczą w duńskim Laboratorium Narodowym w Risoe oraz pobyt w prestiżowym Radiation Laboratory w Uniwersytecie Notre Dame w USA uzupełnionym niemal półrocznym pobytem w Center for Fast Kinetics Research w Texas University at Austin (USA) w okresie od 17 marca 1983 do 16 listopada 1986 r.

Profesor z właściwą sobie energią i zaangażowaniem łączył pasje naukowe, zainteresowania historyczne, szczególnie dotyczące II wojny światowej oraz działalność popularyzatorską. Był wybitnym i cenionym popularyzatorem nauk chemicznych i nukleonicznych. Działalność popularyzatorską prowadził przez kilkadziesiąt lat poprzez liczne artykuły w czasopismach popularno-naukowych, odczyty i prelekcje charakteryzujące się świetnym stylem i doбором argumentów, które trafiają do szerokiego kręgu odbiorców. Osobnym tematem są publikacje popularno-naukowe Profesora, które mają swój rodowód jeszcze w okresie wojennym. Publikacje te skierowane głównie na zagadnienia nuklearne przyczyniały się do zwalczania fobii radiacyjnych i chemicznych w naszym społeczeństwie. Artykuły i poglądy Profesora drukowane niekiedy w nakładach ponad 100 tys. egzemplarzy miały niewątpliwie wpływ na opinię publiczną, co dawało się zauważyć w listach kierowanych do redakcji Wiedzy i Życia.

Profesora Zagórskiego, wtedy jeszcze docenta, miałem okazję poznać ponad 40 lat temu, kiedy po ukończeniu Politechniki Warszawskiej angażował mnie do pracy w Zakładzie Chemii i Techniki Radiacyjnej Instytutu Badań Jądrowych (IBJ). W rozmowie kwalifikacyjnej, którą pamiętam jeszcze dziś, zachęcił mnie do rozpoczęcia pracy w IBJ z możliwością podjęcia działalności naukowej oraz znakomitą perspektywą rozwoju chemii i techniki radiacyjnej, a w moim przypadku techniki akceleratorowej.

Jedną z osobistych pasji Profesora było w tym okresie przełamanie stereotypu, według którego akceleratorów elektronów, jako urządzenia oparte o prawa fizyki, były przeznaczone wyłącznie do badań w zakresie fizyki. Profesor był nie tylko współorganizatorem Zakładu Chemii Radiacyjnej IBJ, ale także w zasadniczy sposób przyczynił się do rozwoju tej dziedziny w kraju przez m.in. opracowanie wytycznych do konstrukcji pierwszego liniowego akceleratora elektronów, w którego uruchomieniu w 1971 r. uczestniczyłem, a który był eksploatowany w Zakładzie Chemii i Techniki Radiacyjnej Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej (ICHTJ) przez 42 lata. Zaprojektowane przy udziale Profesora źródło gamma z Co-60, przeznaczone do badań laboratoryjnych, umożliwiające bezpośrednią obserwację zjawisk zachodzących w trakcie procesu napromieniowania, zostało opisane i opublikowane w prestiżowym czasopiśmie naukowym *Nature*. Wspomniane urządzenia były intensywnie wykorzystywane do prowadzenia prac badawczych i aplikacyjnych oraz stanowiły mocny fundament dla dalszego rozwoju badań i wdrożeń. Prof. Zagórski był jednym z prekursorów tych dziedzin w Polsce. Jego niezwykła pasja badawcza manifestowała się nie tylko zaangażowaniem w pracach o charakterze podstawowym,

ale także w szeroko ujęte zastosowania techniki radiacyjnej. Pomagał Mu w tym niewątpliwie talent w prowadzeniu prac eksperymentalnych oraz zaangażowanie w działaniach zmierzających do popularyzacji nauki, a w szczególności badań jądrowych, co sprzyjało powiązaniu nauki z praktyką. Potwierdzeniem słuszności podjętych przez Profesora działań umożliwiających rozwój technologii radiacyjnych w oparciu o wykorzystanie akceleratora elektronów jest zbudowanie w IChTJ (do dnia dzisiejszego) dziewięciu akceleratorów elektronów. Ich wykorzystanie na potrzeby chemii i techniki radiacyjnej jest prostą kontynuacją działań podjętych przez Profesora jeszcze w latach 60-tych. Niezwykle szerokie pole naukowych zainteresowań było bardzo głęboko związane z osobowością Profesora, z jego niezaspokojoną ciekawością i spostrzegawczością, a przede wszystkim z niesłychaną inwencją w rozpoznawaniu tematów, których podjęcie umożliwiło uzyskanie oryginalnych wyników zarówno w zakresie prac podstawowych, jak i aplikacyjnych.

Prowadzone badania oraz aktywność zawodowa ugruntowały naukową pozycję Profesora i przyniosły Mu uznanie międzynarodowe. Prof. Zagórski był znanym i uznawanym autorytetem w zakresie chemii i techniki radiacyjnej. Jego poglądy, niekiedy odmienne od ogólnie przyjętych, opierały się o ogromną wiedzę i doświadczenie zdobyte w kraju, a także podczas wielu wizyt i staży zagranicznych. Jedną z Jego fundamentalnych zasad, którą sformułował i zalecał przestrzegać na długo przed wprowadzeniem w naszym kraju zasad gospodarki rynkowej, był wymóg opłacalności procesu radiacyjnego. Tylko te procesy, które przynoszą ewidentną korzyść ekonomiczną mają szanse na trwałe miejsce w procesach produkcyjnych. Warto podkreślić, że w czasach gwałtownego rozwoju metod jądrowych i gospodarki centralnie planowanej, te oczywiste prawdy nie zawsze były uznawane.

Na podkreślenie zasługuje niezwykła żywotność i entuzjazm do pracy Profesora i to niezależnie od bardziej lub mniej sprzyjających warunków zewnętrznych, zarówno na terenie Instytutu, jak też w szerszej perspektywie. Jedną z Jego uznawanych i stosowanych w praktyce zasad był równomierny podział pracy na czytanie literatury, prace eksperymentalne oraz przygotowanie publikacji osiągniętych rezultatów. Był autorem ponad 200 publikacji, kilkunastu prac przeglądowych, kilku rozdziałów w monografiach zagranicznych oraz kilku monografi w języku polskim. Między innymi dzięki Jego pracom polska chemia radiacyjna ma ugruntowaną pozycję w nauce światowej.

Profesor posiadał nieczęstą umiejętność wybiegania w przyszłość formułując zadania badawcze, jak realizowany przez niego kontrakt badawczy z Los Alamos National Laboratory: „Badania zjawisk chemoradiacyjnych w materiałach do składowania w WIPP¹”, podjęty jeszcze 2003 r., który w istotny sposób wyprzedzała badania w tej dziedzinie podejmowane aktualnie.

Prof. Zbigniew P. Zagórski był czynnym i zaangażowanym pracownikiem naukowym do ostatnich chwil swojego życia.

Cześć Jego pamięci.

*dr Zbigniew Zimek,
kierownik Centrum Badań i Technologii Radiacyjnych,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*

Przypisy

1. WIPP (Waste Isolation Pilot Plant)

CHEMIA I TECHNIKA RADIACYJNA W CZERWCU, DZIŚ I JUTRO

28 maja w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej odbędzie się symposium „Chemia i technika radiacyjna wczoraj, dziś i jutro – wspomnienie o prof. Zbigniewie Zagórskim i prof. Janie Grodkowskim”. Patronat nad symposium objął prof. Andrzej G. Chmielewski, dyrektor Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej. Honorowymi patronami są Polskie Towarzystwo Nukleonowe, Polskie Towarzystwo Badań Radiacyjnych im. Marii Skłodowskiej-Curie i Polskie Towarzystwo Chemiczne – stowarzyszenia, których członkami byli zmarli w zeszłym roku uczeni. W programie konferencji przewidziane są następujące wystąpienia: „Wspomnienie o prof. Zbigniewie Zagórskim i prof. Janie Grodkowskim”, „Akceleratory dla potrzeb techniki radiacyjnej” (dr Z. Zimek), „Sterylizacja radiacyjna” (dr A. Rafalski), „Polimery modyfikowane radiacyjnie” (prof. G. Przybytniak), „Chemia prebiotyczna” (dr E. Kornacka), „Niewydana

książka – artykuły prof. Z.P. Zagórskiego w PTJ” (dr W. Głuszewski), „Dyskusja o dokonaniach i perspektywach techniki radiacyjnej w Polsce i na świecie” (Moderator - dr Z. Zimek), „Reakcje przeniesienia elektronu” (prof. A. Marcinek), „Porfiryty”, (prof. J. Waluk), „Ciecze jonowe”, (dr T. Szreder), „Dyskusja o dokonaniach i perspektywach chemii radiacyjnej w Polsce i na świecie”, (Moderator prof. K. Bobrowski), podsumowanie (przegląd archiwalnych zdjęć). W komitecie organizacyjny symposium pracują: dr Z. Zimek, prof. G. Przybytniak, prof. K. Bobrowski, dr W. Głuszewski. Warto przypomnieć, że profesor Zbigniew G. Zagórski był cenionym propagatorem wiedzy o atomistyce, autorem licznych artykułów w naszym kwartalniku.

(informacje: w.gluszewski@ichtj.waw.pl)

MĄDRALIN 2015

Polskie Towarzystwo Nukleonowe przygotowuje kolejną konferencję „Mądralin 2015”, która nawiązuje do trzech poprzednich spotkań organizowanych w Domu Pracy Twórczej PAN w Mądralinie k/Warszawy i na Politechnice Warszawskiej. Piękny ośrodek w Mądralinie nie jest niestety w stanie pomieścić wszystkich chętnych i z tego powodu konferencję przeniesiono do stolicy. Głównymi tematami konferencji będą WYBRANE ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA ELEKTROWNI JĄDROWEJ W POLSCE. Konferencja organizowana jest wspólnie z Francuskim Stowarzyszeniem Energii Jądrowej i stanowi element obchodów 25-lecia działalności PTN. Celem pierwszego spotkania (2000 rok) było w pierwszym rzędzie zwrócenie uwagi na konieczność wsparcia działań zmierzających do zainicjowania programu energetyki jądrowej w naszym kraju. W czasie ostatniej konferencji (2013) dyskutowano na temat zaangażowania środowiska naukowego obejmującego uczelnie wyższe i instytuty badawcze oraz określone organizacje przemysłowe w prace związane z realizacją zadań wynikających z praktycznego wdrażania w kraju tego programu. W Polsce w chwili obecnej nie ma rozwiniętego przemysłu jądrowego, który w państwach realizujących programy energetyki jądrowej stwarza zapotrzebowanie na konkretne rozwiązania naukowe i techniczne, wspiera prace badawcze oraz znacząco finansuje kształcenie i rozwój kadr w zakresie szeroko rozumianej atomistyki. Powstanie Programu Polskiej Energetyki Jądrowej powinno zapewnić korzystne warunki

dla rozwoju polskiej atomistyki, zarówno pod względem podejmowanych tematów, jak też skali wsparcia finansowego tych działań. Przygotowując konferencję podkreślamy, że ważnym zagadnieniem jest wykorzystanie możliwości polskiej kadry naukowej w ocenie oferowanych technologii reaktorowych, wspieraniu polskich przedsiębiorstw uczestniczących aktualnie w budowie elektrowni za granicą, a w dalszej kolejności w przygotowaniu kadr do bezpiecznej i efektywnej ekonomicznie eksploatacji elektrowni jądrowej. Działaniem równoległym powinno być także angażowanie się w projekty badawcze dotyczące reaktorów IV generacji i energetyki termojądrowej. Warto zauważyć, że każdy z potencjalnych oferentów zapewnia o udziale polskiego przemysłu w budowie elektrowni. Należy jednak spełnić cały szereg warunków dotyczących głównie, jakości usług. Konferencji towarzyszyć będzie wystawa krajowych i zagranicznych firm oraz instytutów naukowych, które oferują rozwiązania dla energetyki jądrowej. W czasie konferencji przedstawiona zostanie pełna analiza obecnie prowadzonych kierunków studiów związanych z atomistyką.

Planowany termin konferencji to 24–25 listopada 2015 r. Miejsce: Ministerstwo Gospodarki, sala Pod Kopułą. Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego jest dr Andrzej Mikulski. Wszystkich chętnych do współpracy w organizacji konferencji lub uczestnictwa w niej prosimy o kontakt z Polskim Towarzystwem Nukleonowym (ptn@ichtj.waw.pl).

BUDOWA REAKTORA EWA W INSTYTUCIE BADAŃ JĄDROWYCH W ŚWIERKU



Konstrukcja hali reaktora



Budowa ścian budynku



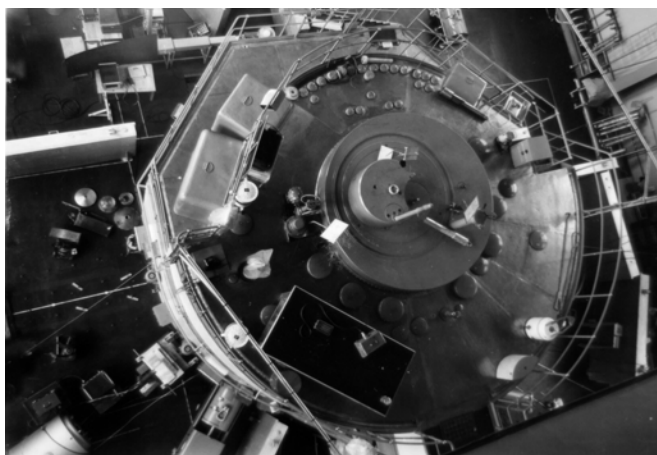
Zbrojenia pod zbiornik reaktora



Widok rdzenia od góry



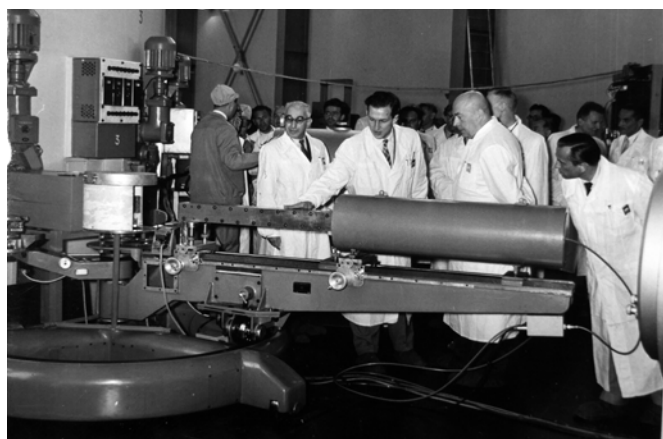
Pompownia obiegu pierwotnego



Widok korpusu reaktora od góry



Sterownia reaktora



Zwiedzanie reaktora – przy kanale poziomym



Zwiedzanie reaktora – do książki gości wpisuje się ówczesny premier Józef Cyrankiewicz



Widok sali kinowej



Rozmowy w kularach po prelekcji filmu
(Robert Stone, Jacek Cichosz, Dariusz Szwed)



Rozmowa prof. Andrzeja Chmielewskiego z reżyserem Robertem Stone'm



Prezes Zarządu PGE EJ 1 Jacek Cichosz

W poszukiwaniu nadziei – "Obietnica Pandory"



Debata po projekcji filmu z udziałem reżysera Roberta Stone'a, prof. Konrada Świrskiego oraz Adama Rajewskiego z Politechniki Warszawskiej. Debatę prowadził Jarosław Kuźniar



Prezes Zarządu
PGE Polska Grupa Energetyczna SA – Marek Woszczyk