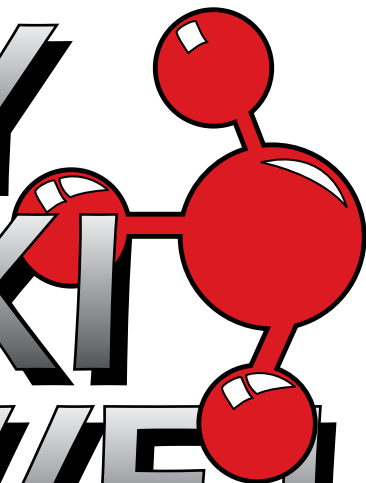


POSTĘPY TECHNIKI JĄDROWEJ



VOL. 62 Z. 3 ISSN 0551-6846 WARSZAWA 2019



ZMARŁ SZEF MIĘDZYNARODOWEJ AGENCJI
ENERGII ATOMOWEJ - YUKIYA AMANO

Photo: Dean Calma/IAEA

3-2019

INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ
POLSKIE TOWARZYSTWO NUKLEONICZNE

SPIS TREŚCI

JAK TO Z „ŻARNOWCEM” BYŁO – REFLEKSJA 30 LAT PO WSTRZYMANIU BUDOWY CZĘŚĆ II: Jak powstała decyzja rządowa i jej konsekwencje Władysław Kiełbasa	2
DZIESIĘCIOLECIE DRUGIEGO PODEJŚCIA DO ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE Andrzej Mikulski	17
KONTROLOWANA FUZJA TERMOJĄDROWA - UKŁADY Z MAGNETYCZNYM UTRZYMANIEM PLAZMY. Sławomir Jednoróg, Ewa Łaszyńska.....	27
ATOMOWA AUSTRALIA Piotr Leśny.....	33
DONIESIENIA Z KRAJU	39
DONIESIENIA ZE ŚWIATA.....	46
WYDARZENIA.....	47
LISTY DO REDAKCJI.....	52
INFORMACJE O KSIĄŻKACH.....	55
IN MEMORIAM.....	59



więcej informacji na str. 59



Kwartalnik naukowo-informacyjny
Postępy Techniki Jądrowej

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

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

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

Komitet redakcyjny:
Wojciech Głuszewski
Maria Kowalska
Łukasz Sawicki
Marek Rabiński
Edward Rurarz
Elżbieta Zalewska

Współpracują z nami:
Andrzej Mikulski
Małgorzata Sobieszczyk-Marciniak
Małgorzata Nowina-Konopka

Redakcja:
PTJ-redakcja@ichtj.waw.pl

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

Opracowanie graficzne:
Hubert Stańczyk (Agencja Reklamowa TOP)

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adjustacji
tekstów oraz zmian tytułów.

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

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

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

Szanowni Państwo

W poprzednim numerze „Postępów” zamieściliśmy artykuł Władysława Kiełbasy pod tytułem: „Jak to z »Żarnowcem« było – refleksja 30 lat po wstrzymaniu budowy. Część I: Od początków do wstrzymania budowy”. We wspomnianym artykule opisano wydarzenia związane z EJ „Żarnowiec” jakie miały miejsce w latach 1971-1989.

W bieżącym numerze czasopisma autor przedstawia dalszy ciąg wydarzeń niedokończonych inwestycji jądrowej w Żarnowcu. Prezentuje analizy techniczne i ekonomiczne przedsięwzięcia, powstanie decyzji rządowej o zaniechaniu tej budowy, likwidacji budowy (porzucenie bez rozbiórki rozpoczętych obiektów i uporządkowania terenu), oraz dalsze działania i zdarzenia do czasu ponownego podjęcia przez polski Rząd pomysłu powrotu do energetyki jądrowej.

W końcowej części tekstu Władysław Kiełbasa przytacza opinie naukowców publikowane w mediach na temat zaniechania budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Oto jedna z nich autorstwa **prof. dr hab. Andrzeja Hryniewicza i prof. dr hab. Zygmunta Kolendy** („Żarnowiec: porażka rozsądku”, *Tygodnik Powszechny*, 01.1990 r.) brzmi następująco:

„Rząd ugiął się pod presją części społeczeństwa wprowadzonej w błąd przez nieodpowiedzialne wystąpienia prasowe i publiczne wypowiedzi przeciwników energetyki jądrowej”

„Nie dziwimy się działaczom politycznym, którzy z rezygnacją z budowy elektrowni ukuli hasła wyborcze. Można starać się to zrozumieć, uważamy jednak, że nadawanie politycznego charakteru postulatowi, który będzie miał olbrzymie ekonomiczne i ekologiczne konsekwencje dla Polski, nie powinno mieć miejsca”.

Dr Andrzej Mikulski podjął się ambitnego i trudnego zadania: scharakteryzować i ocenić działania podejmowane w okresie ostatnich dziesięciu lat na rzecz budowy elektrowni jądrowej w Polsce. W tym czasie dokonano nowelizacji ustawy – Prawo atomowe, uchwalono tzw. specustawę o budowie elektrowni jądrowej, uzgodniono z sąsiadującymi państwami raport oddziaływania na środowisko i rozpoczęto rozmowy z potencjalnymi dostawcami technologii. W artykule znajdują Czytelnicy wiele ciekawych i ważnych informacji. Niestety, konkluzja nie jest optymistyczna: **wciąż odsuwany jest termin uruchomienia pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce.**

Po artykule Andrzeja Mikulskiego zamieszczamy krótki tekst przygotowany przez redakcję poruszający niektóre kwestie istotne dla realizacji PPEJ.

Kolejny tekst w bieżącym numerze dotyczy fuzji jądrowej. Autorami artykułu są Sławomir Jednoróg i Ewa Łaszyńska. Kontrolowanej fuzji jądrowej, a w szczególności fuzji izotopów deuteru i trytu przypisuje się wielkie znaczenie dla rozwiązania problemów energetycznych. Koncepcja ta bazuje na rezultatach osiągniętych podczas kampanii eksperymentalnych prowadzonych na największym działającym tokamaku JET (Joint European Torus). Kolejnym krokiem w ujarzmieniu energii termojądrowej będzie budowywany we Francji tokamak ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). Rozpoczęło się projektowanie pierwszej prototypowej elektrowni fuzyjnej DEMO (DEMOstration Power Station). Rozwój energetyki opartej na zjawisku fuzji jądrowej nastęrcza jednak wiele problemów technologicznych, których rozwiązanie wciąż pozostaje wyzwaniem.

Chyba nigdy nie pisaliśmy na łamach PTJ o Australii jako kraju atomowym. Obecnie nadrabiamy tę zaległość. Piotr Leśny przygotował dla nas artykuł pod tytułem „Atomowa Australia”. Autor przypomina, że w Australii nie ma elektrowni jądrowej i informuje, że dyskusje na temat budowy elektrowni jądrowej trwają w parlamencie Australii i w poszczególnych jej krajach. Australia posiada natomiast jedno z największych złóż uranu – trzecie miejsce w świecie po Kazachstanie i Kanadzie, około 30% światowych zasobów. Australijczycy nie dysponują pełnym cyklem paliwowym. Artykuł opisuje też udział autora w konferencji odbywającej się w Sydney na temat oceny bezpieczeństwa reaktorów badawczych w świetle lekcji wyciągniętych z wypadku Fukushima Daiichi. Autor artykułu prezentował polskie działania (z punktu widzenia dozoru jądrowego) oraz poznawał osiągnięcia krajów najbardziej zaawansowanych w dziedzinie przemysłu jądrowego. Wizyta w Australii była również doskonałą okazją do zapoznania się z australijską fizyką jądrową ze szczególnym uwzględnieniem reaktora badawczego OPAL.

Drugą część omawianego zeszytu PTJ, w której publikujemy teksty niemające charakteru artykułów otwiera ważna informacja o polsko-czeskich konsultacjach międzyrządowych na temat długookresowej strategii dla klimatu oraz transformacji europejskiej i współpracy w dziedzinie polityki jądrowej, które odbyły się 28 sierpnia 2019 r. w Warszawie.

Kolejne doniesienia przygotowane przez Wojciecha Głuszewskiego dotyczą, między innymi, stypendiów dla młodych naukowców oraz wyróżnienia brazylijskiej uczzonej MARII HELENY SAMPY prestiżową nagrodą w dziedzinie badań naukowych (IMRP19/IIA). Dr Sampa wielokrotnie wizytowała IChTJ, a będąc pracownikiem IAEA i kierując projektami z dziedziny technologii radiacyjnej, zasięgała porad ze strony jego pracowników, pełniąc rolę międzynarodowych ekspertów. Jedno z ważnych doniesień dr. Głuszewskiego zawiera informację na temat kolejnej Szkoły Sterylizacji i Mikrobiologicznej Dekontaminacji Radiacyjnej, która ma być zorganizowana w dniach 17-18 **października 2019 r. w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie.**

Wśród doniesień ze świata znajdują Państwo informacje o tym, że Litwa kupuje jod dla swoich obywateli. Obawy budzi otwarcie białoruskiej elektrowni jądrowej. Także Niemcy złożyły zamówienie na 190 mln tabletek jodu, na wypadek awarii elektrowni jądrowej. Według podanej informacji Federalny Urząd Ochrony przed Promieniowaniem (BFS) zamówił tabletki od producenta w Austrii. Tabletki mają być rozprowadzane wśród ludności w przypadku uwolnienia substancji radioaktywnych.

W części kwartalnika poświęconej prezentacji ważnych wydarzeń z dziedziny atomistyki publikujemy informację o sukcesie polskich naukowców, którzy wspólnie ze swymi współpracownikami z Niemiec i Łotwy udowodnili, że istnieje możliwość oczyszczania spalin z okrętowych silników Diesla. Otóż na początku lipca b.r. w stoczni w Rydze (Łotwa) odbyła się pierwsza w świecie praktyczna demonstracja możliwości oczyszczania spalin z okrętowych silników diesla za pomocą nowatorskiej hybrydowej technologii łączącej w sobie napromieniowanie spalin wiązką elektronów z akceleratora z pochłanianiem zanieczyszczeń w roztworze wodnym. Badania prowadzone były w ramach projektu H2020 ARIES (Accelerator Research and Innovation for European Science and Society). (Zachęcam Państwa do przeczytania całego tekstu na ten temat, str. 49 i obejrzenia zdjęć na trzeciej okładce).

Prof. Wojciech Migdał w imieniu komitetu organizacyjnego zaprasza zainteresowanych na ważne wydarzenie — na międzynarodową konferencję NUTECH2020, która uzyskała wysoką rangę w środowisku związanym z atomistyką i jest jednym z ważniejszych wydarzeń naukowych na świecie w obszarze wykorzystania energii jądrowej. Konferencja odbędzie się w dniach 4-7 października 2020 r. w Warszawie, rodzinnym mieście Marii Skłodowskiej-Curie.

Szanowni Państwo, zwracam uwagę na niecodzienną publikację: obszerny list do redakcji p. Bogdana Kasierskiego. We wstępie do dłuższego tekstu pisze inż. Bogdan Kasierski: „Pańskie czasopismo rzadko publikuje teksty na temat energetyki termojądrowej. Natomiast moim zdaniem zbliża się wielki przełom w dziedzinie energetyki termojądrowej, rozpoczęła się nowa rewolucja przemysłowa. Energia czysta, tania, bezpieczna i w nieograniczonej ilości znacznie odmienniać świat już w następnej dekadzie. Przygotowałem dla Postępów Techniki Jądrowej materiał, który zawiera przegląd firm termojądrowych budujących mini reaktory fuzyjne. Bardzo proszę o opublikowanie poniższego tekstu”.

Redakcja i eksperci nie podzielają optymistycznych opinii autora listu w sprawie możliwości wykorzystania energii termojądrowej już w następnej dekadzie. Zachęcam Czytelników o przesyłanie do redakcji swoich opinii na temat energii termojądrowej.

Drugi list do redakcji przesłał dr Andrzej Nowicki. Dziękujemy.

W bieżącym numerze PTJ publikujemy dość obszernie omówienia dwóch książek. Jedna zatytułowana jest: ENRICO FERMI OSTATNI CZŁOWIEK, KTÓRY WIEDZIAŁ WSZYSTKO. ŻYCIE I CZASY OJCA ERY ATOMOWEJ. Tytuł wyjaśnia i określa treść publikacji. Tytuł drugiej: “ELECTRON ACCELERATORS FOR RESEARCH, INDUSTRY AND ENVIRONMENT – THE INCT PERSPECTIVE”. Autorami są: Andrzej Grzegorz Chmielewski i Zbigniew Zimek.

Jak w niemal każdym numerze naszego czasopisma publikujemy informacje/wspomnienia o Zmarłych. Tym razem wspomina pana Akiya Amano, dyrektora generalnego MAEA i Jerzego Kozięła, jednego z dyrektorów NCBJ.

Zycząc Państwu — *po gorącym lecie — pięknej, złotej polskiej jesieni.*

Stanisław Latek,
redaktor naczelny

JAK TO Z „ŻARNOWCEM” BYŁO – REFLEKSJA W 30 LAT PO WSTRZYMANIU BUDOWY

Część II: Jak powstała decyzja rządowa i jej konsekwencje

*How it happened with “Żarnowiec” – a reflection in
30 years after construction stoppage.*

*Part II – How the Government decision and its consequences
came about*

Władysław Kiełbasa

Streszczenie: W artykule (podzielonym na dwie części) przedstawiono historię Elektrowni Jądrowej (EJ) „Żarnowiec”:

- **W części I** (lata 1971-1989) – od przygotowania tej inwestycji, poprzez budowę, początki przygotowania rozruchu i eksploatacji, aż do wstrzymania budowy;
- **W części II** (lata 1989-2006) – analizy techniczne i ekonomiczne przedsięwzięcia, powstanie decyzji rządowej o zaniechaniu tej budowy, likwidacja budowy (porzucenie bez rozbiórki rozpoczętych obiektów i uporządkowania terenu), oraz dalsze działania i zdarzenia do czasu ponownego podjęcia przez polski Rząd pomysłu powrotu do energetyki jądrowej.

Historię tę pokazano na tle sytuacji gospodarczej, społecznej i politycznej w Polsce, z uwzględnieniem także aspektów międzynarodowych, które miały wpływ na losy tej inwestycji. Szczególną uwagę poświęcono znaczeniu, jakie dla podjęcia decyzji o zaniechaniu kontynuacji budowy EJ „Żarnowiec” miała katastrofalna awaria czarnobylska, której skutki radiacyjne dotknęły także społeczeństwo polskie. Ponadto, omówiono zwięźle także historię komercyjnego wprowadzenia w krajach europejskich i w b. ZSRR radzieckich reaktorów WWER-440 modelu W-213, wyposażonych w układy bezpieczeństwa zaprojektowane, zgodnie ze światową praktyką, na warunki granicznej (maksymalnej) awarii projektowej (MAP), zapoczątkowanej rozerwaniem głównego rurociągu obiegu pierwotnego reaktora (LB LOCA¹).

Abstract: In the article (divided into two parts) the history of the Żarnowiec Nuclear Power Plant has been presented:

- **In Part I** (years 1971-1989) – since the early project development phase, through plant construction, beginning of preparations for commissioning and operation, till plant construction stoppage;
- **In Part II** (years 1989-2006) – project technical and economic analyses, development process of the governmental decision on cancellation of the project, construction site “liquidation” (abandoning the construction site without dismantling the partly constructed facilities and no remediation work), and further actions and events till resuming by the Polish Government an idea of returning to nuclear power.

That history has been shown on the background of the economic, social and political situation in Poland, while considering also the international context and aspects having bearing on the destiny of this project. A particular attention has been also given to the significance of the Chernobyl disaster, radiological consequences of which have affected the Polish general public, for the subsequent decision on discontinuation of the Żarnowiec NPP project. Moreover, the history of commercial introduction to European countries and the former Soviet Union the new Soviet-designed power reactors VVER-440, model V-213, that were equipped with engineered safety features designed, in accordance with common international practice, to copy with a bounding (maximal) design basis accident initiated by the main reactor coolant system pipe break (LB LOCA), has been outlined.

Słowa kluczowe: Elektrownia Jądrowa Żarnowiec, EJ Żarnowiec, Czarnobyl, profilaktyka jodowa tarczycy, Ministerstwo Przemysłu, MAEA, Siemens, Belgatom, Tractebel, Komisja Wspólnot Europejskich, maksymalna awaria projektowa, LB LOCA, ciężka awaria, likwidacja przedsięwzięcia.

Keywords: Żarnowiec Nuclear Power Plant, Żarnowiec NPP, Czarnobyl, iodine thyroid prophylaxis, Ministry of Industry, IAEA, Siemens, Belgatom, Tractebel, Commission of European Communities, bounding design basis accident, LB LOCA, severe accident, project cancellation.

¹ Large Break Loss-Of-Coolant-Accident.

Działania i zdarzenia związane z rozstrzygnięciem losów budowy EJ „Żarnowiec” od momentu powołania Rządu Tadeusza Mazowieckiego

23.08.1989 r.: powołanie Tadeusza Mazowieckiego na premiera Rządu.

Sierpień – listopad 1989 r.: rozmowy i korespondencja kierownictwa EJ „Żarnowiec” z firmą Siemens KWU w sprawie możliwości zakupu niektórych urządzeń i wyposażenia technologicznego oraz aparatury kontrolno-pomiarowej. **Oferta pożyczki 300 mln USD** na zakup dostaw z krajów zachodnich i dokończenie robót budowlano-montażowych².

12.09.1989 r.: zatwierdzenie rządu Tadeusza Mazowieckiego, Ministrem Przemysłu (MP) zostaje **Tadeusz Syryjczyk** – pracownik naukowy AGH, a wkrótce wysokie stanowiska w MP otrzymują nowi ludzie reprezentujący lobby węglowe i gazowe (duże wpływy polityczne ówczesnego senatora **prof. Włodzimierza Bojarskiego** i jego współpracowników, jeden z nich – **Kazimierz Adamczyk** – zostaje Dyrektorem Departamentu Energetyki w Ministerstwie Przemysłu).

Wrzesień 1989 r.: opublikowanie **amerykańskiego raportu z analiz bezpieczeństwa reaktorów WWER**, opracowanego przez zespół specjalistów powołanych przez U.S. Department of Energy³. Wyniki analiz amerykańskich były ogólnie pozytywne: stwierdzono duże zapasy bezpieczeństwa i wolny przebieg procesów przejściowych: *„...wyniki były bardziej optymistyczne niż opublikowane przez ZSRR... po rozerwaniu obiegu pierwotnego ... ciśnienia w obudowie bezpieczeństwa nie przekraczają wartości dopuszczalnych ... możliwe jest skuteczne chłodzenie rdzenia, jeśli UACR⁴ działa zgodnie z projektem...”*

15.09.-02.10.1989 r.: **Misja Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) Pre-OSART (Pre-Operational Safety Review Team)⁵**, w której uczestniczyli specjaliści z MAEA, Węgier, Szwecji, Finlandii, Hiszpanii, USA, RFN, Kanady i Włoch. Misja ta została za-

proszona przez polski Rząd z inicjatywy Dozoru Jądrowego PAA. Misja Pre-OSART wydała **bardzo pozytywną – wręcz entuzjastyczną – opinię** nt.: jakości robót budowlano-montażowych, zarządzania budową oraz przygotowań do rozruchu i eksploatacji.

Oto fragmenty wniosków zawartych w raporcie z misji Pre-OSART:

„Zespół [ekspertów] stwierdził, że obiekt budowany jest w sposób wysoce profesjonalny. Zespół kierujący realizacją przedsięwzięcia posiada właściwe kwalifikacje, pracuje z poświęceniem i jest odpowiedni dla postawionych przed nim zadań. Wyniki kontroli przeprowadzonej w 8 obszarach tematycznych stanowią poparcie konkluzji, że stan budowy odpowiada, ogólnie biorąc, wysokim standardom, a sama budowa prowadzona jest na wysokim poziomie, który w skali międzynarodowej może być uznany za spełniający odpowiednie wymagania” [...]

„Stwierdzono, że program zapewnienia jakości Inwestora oraz organizacji odpowiedzialnych za projekt, dostawy i budowę jest dobrze sformułowany i zgodny z podobnymi programami w innych krajach. Zaobserwowano wysoki poziom kontroli i stosowania się do zasad i procedur zapewnienia jakości zawartych w dokumentach „Standardy Bezpieczeństwa Jądrowego” MAEA (NUSS). Personel wykazywał dobre zrozumienie tych wymagań” [...]

„Prace budowlane dotyczące budynków mających istotne znaczenie z punktu widzenia bezpieczeństwa są prowadzone zgodnie z metodami i środkami zapewnienia jakości ustalonymi przez konstruktora reaktora. System kontroli mający na celu zapewnienie wysokiej jakości jest bardzo rozbudowany i daje dobre wyniki” [...]

„Prowadzenie prac mechanicznych, włącznie z aspektami technicznymi i personalnymi jest w obecnej fazie budowy EJ »Żarnowiec« na należyłym poziomie, spełniającym odpowiednie wymagania. Jakość prac jest właściwa i wykonujący ludzie mają odpowiednie do tego kwalifikacje. Planowanie prac i przygotowanie montażu mechanicznego jest dobrze opanowane, a postępowanie z dokumentacją prawidłowe” [...]

„Przygotowania do rozruchu i eksploatacji są poważnie zaawansowane jak na obecny stan budowy elektrowni” [...]

„Środki ochrony radiologicznej oraz przygotowania na wypadek awarii zostały określone. Przygotowywane są odpowiednie programy do wdrożenia przy rozruchu i eksploatacji” (...)

„Konkludując, Misja Pre-OSART jest w pełni usatysfakcjonowana stanem i dokonaniem w Elektrowni Jądrowej „Żarnowiec” w obecnym stadium jej budowy. (...) Nie znaleziono żadnych problemów w sferze bezpieczeństwa, które mogłyby stanowić zagrożenia dla budowy i uruchomienia elektrowni”

14.10.1989 r.: Decyzja Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów (KERM) o podjęciu analiz zasadności kontynuacji budowy EJ „Żarnowiec” i odłożeniu ostatecznej decyzji w tej sprawie. KERM zobowiązuje Mini-

² 1) Notatka ze spotkania przedstawicieli Siemens KWU i EJ „Żarnowiec”; 2) Korespondencja teleksowa pomiędzy EJ „Żarnowiec” a Siemens KWU.

³ 1) Department of Energy's Team's Analyses of Soviet Designed VVERs. DOE/NE-0086. Revision 1. Main Report. U.S. Department of Energy. Assistant Secretary for Nuclear Energy. Washington, D.C. September 1989.

2) Department of Energy's Team's Analyses of Soviet Designed VVERs. DOE/NE-0086. Revision 1. Background Appendices. U.S. Department of Energy. Assistant Secretary for Nuclear Energy. Washington, D.C. September 1989.

⁴ Układ awaryjnego chłodzenia rdzenia.

⁵ 1) IAEA: Technical Notes of the Pre-Operational Safety Review Team to Poland. Żarnowiec Nuclear Power Plant Construction Site. Żarnowiec. Poland. September 1989.

2) IAEA: Pre-Operational Safety of Nuclear Installations. Żarnowiec Nuclear Power Plant, Poland. 15 September – 2 October 1990. Report to the Government of Poland. (MAEA: Przed-eksploatacyjne bezpieczeństwo instalacji jądrowych. Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec”. Polska. 15 września – 2 października 1989. Raport dla Rządu Rzeczypospolitej Polskiej).

stra Przemysłu do powołania zespołu ekspertów w celu wypracowania opinii w sprawie EJ „Zarnowiec” i jej przedłożenia pod obrady Komitetu.

31.10.1989 r.: powołanie decyzją Ministra Przemysłu zespołu ekspertów ds. EJ „Zarnowiec”. Minister T. Syryjczyk powołał zespół (20-osobowy, po 10 osób z obu stron) spośród osób wskazanych przez poszczególnych członków KERM.

03.11.1989 r.: opinia zespołu ekspertów powołanego przez Ministra T. Syryjczyka:

- Zespół nie ustalił jednoznacznego stanowiska w sprawie kontynuowania lub zaniechania budowy (50% głosów za, 50% – przeciw).
- Zespół nie opowiedział się ani za okresowym zawieszeniem budowy, ani za możliwością zastąpienia budowanej elektrowni jądrowej elektrownią klasyczną. Uznano, że należy podjąć decyzję jednoznaczną: albo za kontynuowaniem, albo za zaniechaniem budowy.
- W sprawie przyszłości energetyki jądrowej w Polsce Zespół wypowiedział się generalnie na „tak”.

09.11.1989 r.: KERM, po zapoznaniu się z powyższą opinią Zespołu ekspertów (opinie przeciwników prezentował prof. W. Bojarski, zaś zwolenników prof. J. Marecki), zlecił przygotowanie przez członków Zespołu – zwolenników i przeciwników budowy – osobnych opinii wraz z komentarzem do kontrargumentów strony przeciwnej i ich przedstawienie, wraz z wykazem rozbieżności, pod obrady Rady Ministrów.

listopad 1989 r.: transport elementów wielkogabarytowych reaktorów (dwóch zbiorników i jednego bloku górnego) z Portu Gdynińskiego do hangarów na lotnisku Babie Doły – blokowany przez młodych przeciwników budowy (z organizacji takich jak: „Wolność i Pokój”, „Franciszkański Ruch Ekologiczny”, „Wolę być” itp.). Milicja Obywatelska odmówiła interwencji.



Fot. 1. Demonstracja przeciwko budowie EJ „Zarnowiec”
Photo 1. Demonstration against construction of the Zarnowiec NPP

Listopad 1989 r. – 03.09.1990 r.: Misja BELGATOM/TRACTEBEL „Ocena przedsięwzięcia EJ Żarnowiec”⁶. Mi-

⁶ 1) Zarnowiec Nuclear Power Station. Zarnowiec, Poland. Project Evaluation. Interim Report. BELGATOM Nuclear Engineering and Consulting Services. Brussels. June, 1990.

sja ta została sprowadzona przez „Solidarność” (podczas wizyty delegacji „Solidarności” w Belgii we wrześniu 1990 r. zaoferowali oni swoje usługi konsultingowe). Oferując usługi dla oceny przedsięwzięcia EJ „Zarnowiec”, BELGATOM powoływał się na swoje doświadczenia w zakresie reaktorów WWER-440 nabyte (w latach 1981/1982) przy ocenie projektu EJ (z reaktorem modelu WWER-440/W-318 takim, jaki budowano w EJ Juragua na Kubie), z instalacją odsalania wody morskiej, proponowanej przez ZSRR dla Libii. Okazało się jednak, że specjaliści wyznaczeni do oceny EJ „Zarnowiec” (faktycznie analizy prowadzili specjaliści z firmy inżyniersko-konsultingowej TRACTEBEL) nie posiadali szczegółowej wiedzy na temat rozwiązań technicznych bloku z reaktorem WWER-440/W-213.

Musieliśmy więc przygotowywać im obszernie informacje techniczne, w efekcie stanowiły one większą część tekstów kolejnych raportów wydawanych przez BELGATOM.

Analizy, które finansowane były przez Komisję Wspólnot Europejskich, rozwlekane były w czasie. Uzgodnione terminy wykonania prac (analizy techniczne – kwiecień 1990 r., analizy ekonomiczno-finansowe – czerwiec 1990 r.) nie zostały dotrzymane, natomiast część techniczna w ogóle nie została ukończona.

Ostatecznie cała ta misja nie została dokończona (stąd oczywiście nie opracowano też końcowego raportu) – gdyż ówczesny Rząd RP w dniu 4.09.1990 r. podjął decyzję o zaniechaniu budowy. Jako pretekst do podjęcia tej decyzji, wystarczyła niezręczna i bałamutna opinia zawarta w podsumowaniu (niepełne 5 stron tekstu), przesłanym nam faksem dopiero 3.09.1990 r. – czyli w przeddzień posiedzenia Rządu w sprawie polityki energetycznej⁷, że rzekomo EJ Żarnowiec byłaby nielicencjonowalna w kraju zachodnim⁸, którą w postaci wyrwanej z kontekstu zacytował ówczesny Minister Przemysłu Tadeusz Syryjczyk. Oczywiście w tym samym tekście była też mowa o konieczności i możliwości (zarówno w aspekcie technicznym, jak i ekonomicznym) wprowadzenia różnych ulepszeń, oraz że właśnie w tym celu trzeba kontynuować dalsze analizy. Zacytuję więc tu w całości odpowiedni fragment „Final Report Management Summary” z tego „fakсового” podsumowania:

The technical and management evaluation provided in this report leads to the following statements:

2) BELGATOM Brussels: Status report on the safety and licensing issues related to the re-commissioning of the Zarnowiec Nuclear Power Plant. July, 1990.

⁷ Fax TRACTEBEL Energy Engineering. Date: 1990.08.31. Object: Evaluation Study of Zarnowiec NPP, Fax Number: ZARPO/033/031. (Faks ten został do EJ „Zarnowiec” przesłany dopiero 3.09.1990 r. z odrębną adnotacją „We are very sorry of the late transmission but the connexion with Zarnowiec has not been possible on Friday the 31th”).

⁸ Trzeba mieć na uwadze, że samo sformułowanie „kraj zachodni” jest tu bałamutne, gdyż szczegółowe przepisy bezpieczeństwa i normy techniczne dot. EJ są w różnych krajach zachodnich różne, więc – w wielu szczegółowych aspektach technicznych – może się okazać, że EJ „licencjonowana” w jednym kraju byłaby „nielicencjonowalna” w innym kraju.

The present Zarnowiec Nuclear Power Plant would not be licensable as such in a western country.

The technical analysis performed by us has reached the conclusion that there are interesting potentialities to upgrade this design⁹ but the final conclusions cannot be reached without a more in depth and detailed analysis.

The methodology to perform this detailed analysis is described in the phase 3 project management chapter of part 2 of the report.

The phase 3 analysis could be integrated in the three years program that in its way to be established by the European Community. This analysis would require at least 10 months starting January 1, 1991 r.

Ja wynika z powyższego, Belgowie proponowali „ciągnięcie” tych analiz co najmniej do końca października 1991 r., byli więc zaskoczeni i zdumieni decyzją Rządu o zaniechaniu budowy EJ „Żarnowiec” (przynajmniej tak wówczas twierdzili...).

Analiza ekonomiczno-finansowa, polegała na obliczeniu kosztów wytwarzania energii elektrycznej w EJ „Żarnowiec” (przy założonych scenariuszach jej realizacji i finansowania), oraz w ekwiwalentnej elektrowni opalanej węglem kamiennym (WK). Zaawansowanie I etapu budowy zostało oszacowane na **37%**.

Przyjęto całkowity koszt inwestycji (2 bloki) 2,08 mld USD i 50% udział kapitałowy Polski (zakładając dokończenie inwestycji na zasadach komercyjnych), oraz założono (konserwatywnie – jak stwierdzili specjaliści belgijscy) 30% wzrost nakładów inwestycyjnych w stosunku do analogicznej elektrowni belgijskiej – w związku z koniecznymi modyfikacjami rozwiązań technicznych.

Obliczono koszty wytworzenia 1 kWh (na poziomie roku 1987), które wyniosły:

- dla EJ „Żarnowiec”: 6,80 c/kWh (przy średnim wypaleniu paliwa jądrowego 28,5 Wd/kgU) lub 6,24 c/kWh (przy wypaleniu 45,5 MWd/kgU)¹⁰,
- dla elektrowni opalanej WK: 7,41 c/kWh.

Tak więc **nawet przy konserwatywnych założeniach, koszty wytwarzania energii elektrycznej w EJ Żarnowiec okazały się o od 8,2% do 15,8% niższe w porównaniu z elektrownią opalaną WK!**

Niezależnie od rzeczywistych intencji BELGATOM-u /TRACTEBEL-a, ich misja okazała się w skutkach szkodliwa, bo dali pretekst ówczesnemu Rządowi do zaniechania budowy EJ „Żarnowiec”.

Jakoż po 22 latach życie dopisało jeszcze nieoczekiwany dla mnie epilog. Otóż po awarii w Fukushima zostałem powołany jako ekspert przez ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group) do dokonania zewnętrznej oceny („peer review”) wyników tzw. stress testów europejskich EJ, w tym belgijskich (od grudnia

2011 r. do marca 2012 r.). Miałem wówczas okazję szczegółowo zapoznać się z infrastrukturą dozоровą oraz zagadnieniami bezpieczeństwa jądrowego belgijskich EJ.

Dowiedziałem się m.in., że:

- Aż do czasu wydania Dekretu Królewskiego z dn. 30.11.2011 r. „w sprawie wymagań bezpieczeństwa dla instalacji jądrowych”¹¹, Belgia nie miała własnych przepisów bezpieczeństwa obiektów jądrowych. Wymieniony Dekret Królewski (o objętości 38 str.) faktycznie stanowi transpozycję Reference Levels WENRA¹² oraz wymagań Dyrektywy 2009/71/Euratom. Wcześniej stosowane były przepisy i wymagania amerykańskie: US NRC 10CFR, Regulatory Guides (RG), Standard Review Plan (SRP) oraz odpowiednie normy techniczne.
- Belgijski dozór jądrowy został utworzony w 1994 r., a zaczął funkcjonować dopiero w 2001 r. (...the Federal Agency for Nuclear Control (FANC) created by the law of 15 April 1994 and made operational by the Royal Decree of 20 July 2001...)¹³.

Poza tym, na podstawie uzyskanych informacji, uważam, iż licencjowalność niektórych belgijskich jądrowych bloków energetycznych (zwłaszcza tych najstarszych, oddanych do eksploatacji w 1975 r.) w kraju „wschodnim” takim jak Polska, w odniesieniu do naszych, nowoczesnych przepisów bezpieczeństwa obiektów jądrowych, byłaby problematyczna. Nie mogę oczywiście ujawniać tu szczegółów tych ocen, są one zawarte w poufnych raportach¹⁴.

Jakżeż dużo trzeba było więc mieć tupetu i arogancji, aby nas wówczas pouczać i napisać, że EJ „Żarnowiec” nie byłaby licencjonowalna w kraju zachodnim! Wszak my dozór jądrowy mieliśmy już od 1994 r., mieliśmy też wytyczne Pełnomocnika Prezesa PAA ds. Bezpieczeństwa Jądrowego, a od 1986 r. ustawę – Prawo atomowe. A przede wszystkim mieliśmy uczelnie wyższe i instytuty oraz ekspertów w dziedzinie technologii reaktorowej i energetyki jądrowej, bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, oraz biura projektów i projektantów, i wreszcie także wyszkolonych specjalistów Inwestora – bardzo dobrze znających technologię bloków z reaktorami WWER, mających odpowiednie kompetencje do prowadzenia analiz bezpieczeństwa

¹¹ Opublikowanego w Monitorze Belgijskim z dn. 21.12.2011 r., poz. F. 2011 – 3386 [2011/206225].

¹² Western European Nuclear Regulators’ Association.

¹³ Belgijski raport z września 2004 r. na 3. spotkanie przeglądowe Konwencji Bezpieczeństwa Jądrowego: <https://afcn.fgov.be/fr/system/files/rapport-2005-convention-nuclear-safety.pdf>

¹⁴ 1) Belgian Stress Tests. National report for nuclear power plants. FANC. 23rd December 2011.

2) Comments and questions to the report “Belgian stress tests. National report for nuclear power plants.” with respect to the loss of electrical power and loss of ultimate heat sink – by Władysław Kielbasa, Poland (opracowanie dla ENSREG, niepublikowane).

3) ENSREG. European Nuclear Safety Regulators Group. Stress Test Peer Review Board. Stress Tests Performed on European Nuclear Power Plants as a follow-up of the Fukushima Accident. Country peer review of Belgium. Draft Report. 29 March 2012

⁹ Podkreślenie jak w oryginale.

¹⁰ Uzyskanie takiego poziomu wypalenia paliwa jądrowego było całkowicie realne – przy wdrożeniu kampanii 4-letnich (już wówczas były znane nie tylko wyniki analiz, ale też pozytywne doświadczenia eksperymentów prowadzonych w EJ).

i analiz techniczno-ekonomicznych. Ponadto, trzy misje MAEA i misja Siemensu wydały pozytywne opinie (z sugestiami dotyczącymi podwyższenia odporności także na ciężkie awarie)¹⁵. Oprócz tego pozytywna była również ocena bezpieczeństwa jądrowego dokonana przez ekspertów US Department of Energy. Modyfikacje projektu EJ „Żarnowiec” w celu podwyższenia bezpieczeństwa były już wówczas uzgodnione pomiędzy stroną polską i radziecką. Przy tym koszty wprowadzenia wszystkich postulowanych modyfikacji projektu byłyby względnie niewysokie.

Zima 1989/90 r.: „Otwarte Studio” w TV (prowadzone przez Marka Siwicę), próba dyskusji stron konfliktu – zupełnie nieudana. Grupa młodych „ekologów” pod wodzą Tomasza Burka głośno hałasując praktycznie nie dopuszcza do głosu zwolenników budowy EJ „Żarnowiec”.

Grudzień 1989 r.: wizyta na budowie EJ „Żarnowiec” delegacji francuskiej, z udziałem ekspertów z EdF oraz Institute de Protection et de Sureté Nucléaire (Commissariat à l'Énergie Atomique).

22-23.12.1989 r.: decyzja Rady Ministrów o wstrzymaniu budowy EJ „Żarnowiec” w roku 1990, zobowiązująca Ministra Przemysłu do:

- nadzoru nad zabezpieczeniem budowy umożliwiającym jej ewentualną kontynuację w przyszłości,
- opracowania planu rozwoju energetyki w Polsce i jego przedstawienia pod obrady Rządu.

26.01.1990 r.: złożona na posiedzeniu Sejmu zapowiedź nowego Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki (prof. Romana Żelaznego) powołania zespołu złożonego z przeciwników „dotychczasowego projektu EJŻ”, z zadaniem przedstawienia dodatkowych niezależnych analiz tego projektu. Zespół taki został powołany i **w czerwcu 1990 r. wydał opinię negatywną** (znaną jako „Raport Wierusza”), proponując bezwarunkowe zaniechanie budowy. Prezes PAA powołał następnie specjalny zespół, który przeanalizował „Raport Wierusza”, stwierdzając w nim istotne błędy merytoryczne i niechęć jego autorów do poszukiwania konstruktywnych rozwiązań, a w szczególności do możliwości dokończenia budowy we współpracy z Zachodem, jakie zaistniały w nowej sytuacji społeczno-politycznej. Taki też pogląd w sprawie nieprzydatności „Raportu Wierusza” podzielił sam Prezes PAA¹⁶.

07.12.1989 r. – 20.01.1990 r.: spektakularna, lecz udawana, „głodówka” protestacyjna przeciwników budowy EJ „Żarnowiec” (czworga młodych ludzi, do których później dołączyła następna czwórka), zorganizowana i prowadzona przez dra J. Jaśkowskiego. Głodówka ta została zakończona po inicjatywie KIK i Poro-

zumienia Komitetów Obywatelskich Miast i Gmin woj. Gdańskiego, zorganizowania referendum „siłami społecznymi” (jednocześnie z wyborami samorządowymi).

Z ekspertyzy stanu zdrowia uczestników głodówki wykonanej przez lekarzy specjalistów z Akademii Medycznej Gdańsk i zaprezentowanej przez prof. dr hab. Stefana Angielskiego, kierownika Katedry i Zakładu Biochemii Klinicznej, jednoznacznie wynikało, że głodówka ta była udawana: „... Przedstawione wyniki badań dowodzą, że u czworga głodujących w Gdańsku nie doszło do zaburzeń przemiany materii typowych dla stanu głodzenia”. Wyniki te zostały potwierdzone również przez dwa inne niezależne laboratoria¹⁷. Tę udawaną głodówkę potępił ks. kanonik Henryk Jankowski, proboszcz parafii św. Brygidy, cieszący się wówczas dużym autorytetem jeden z kapelanów „Solidarności” (Stoczni Gdańskiej): „Z raportu tego wynika, iż głodujący mają lepsze wyniki badań krwi od przeciętnych młodych obywateli naszego kraju. Moim zdaniem ta głodówka jest niemoralna, apeluję o jej przerwanie. W sprawie dalszych losów Żarnowca zdecydować muszą ludzie nauki, którzy się na tym znają, nie zaś referendum, czy grupka głodujących.”¹⁸

25.01.1990 r.: burzliwa debata sejmowa na temat EJ „Żarnowiec” – wymuszona przez 170 posłów z Obywatelskiego Klubu Parlamentarnego, którzy zgłosili projekt uchwały wzywającej Rząd do zaniechania budowy EJ Żarnowiec. Wcześniej z interpelacjami do Premiera w tej sprawie występowali posłowie OKP: Antoni Furtak i Krzysztof Dowgiałło.

26-30.03.1990 r.: Misja MAEA „Ocena aspektów bezpieczeństwa lokalizacji EJ Żarnowiec”¹⁹, w której uczestniczyli specjaliści z MAEA, RFN i Włoch. Ta druga, po Pre-OSART, misja MAEA została zaproszona już przez nowego Prezesa PAA prof. Romana Żelaznego, w porozumieniu z Ministerstwem Przemysłu. Misja MAEA **wydała pozytywną ocenę lokalizacji „Żarnowiec” we wszystkich aspektach** (kryteria lokalizacji, dyspersja atmosferyczna, hydrologia, sejsmika i tektonika, geologia, hydrogeologia, bezpieczeństwo fundamentowania): „... Lokalizacja Żarnowiec posiada wiele korzystnych charakterystyk dla budowy EJ. Do charakterystyk tych należą m.in. niska sejsmiczność terenu oraz brak jakichkolwiek zagrożeń wywołanych działalnością ludzką w sąsiedztwie lokalizacji”. Do wyboru lokalizacji o takich zaletach przyczyniły się kryteria lokalizacyjne ustanowione przez władze polskie.”

29.03.-03.08.1990 r.: Misja SIEMENS KWU „Ocena wybranych zagadnień koncepcji technicznej z punktu widzenia bezpieczeństwa”²⁰, zaangażowana przez

¹⁵ To były dodatkowe zalecenia, bo jak wiadomo EJ II. generacji były projektowane na graniczną awarię projektową – tzw. maksymalną awarię projektową (MAP).

¹⁶ Biuletyn „Solidarności” IBJ, Nr 15, 21 października 1991 r.: „Żarnowiec – jak powstała decyzja rządowa” (skrót artykułu mgr inż. Władysława Kielbasa z dnia 16.09.1991 r., opracowanego dla PTN).

¹⁷ „Koniec głodówki. W kwietniu – referendum”, Głos Wybrzeża, 22.01.1990 r.

¹⁸ „Badania biochemiczne nie wykazują najmniejszych objawów niedożywienia... 43 dzień głodówki?”, Głos Wybrzeża, 20-21.01.1990 r.

¹⁹ IAEA: Final Report. Site Safety Review Mission. Żarnowiec. Poland. 26-30 March 1990.

²⁰ SIEMENS: Kernkraftwerk Żarnowiec. Wertung ausgewählter Punkte des technischen Auslegungskonzeptes aus sicherheit-

Dyrekcję „EJ Żarnowiec w budowie” na polecenie Ministerstwa Przemysłu. Bardzo rzetelnie i kompetentnie wykonane analizy. Specjaliści SIEMENS’a byli doskonale zorientowani w szczegółach technologii reaktorów WWER-440/W-213, gdyż firma ta uczestniczyła w modernizacji EJ Loviisa – Finlandia, EJ Nord/Greifswald – w NRD, EJ Mochovce – Słowacja, oraz – w mniejszym zakresie – EJ Paks na Węgrzech, EJ Dukovany w Czechach i EJ Bohunice na Słowacji. Zaproponowano ulepszenia i rozszerzenie układów bezpieczeństwa, głównie celem ograniczenia skutków ciężkich awarii. Ogólny wniosek – **wprowadzenie proponowanych ulepszeń układów bezpieczeństwa jest możliwe, a po ich wprowadzeniu EJ „Żarnowiec” osiągnie zadowalający poziom bezpieczeństwa, z punktu widzenia przepisów i norm niemieckich.**

„Zakres zakłóceń i awarii rozpatrywany dla EJ Żarnowiec jest porównywalny z wymaganymi przez zalecenia niemieckie. ... Spektrum zakłóceń jest reprezentatywne dla oceny koncepcji pod kątem bezpieczeństwa technicznego i odpowiada temu spektrum, które jest rozpatrywane w procesie licencjonowania niemieckich reaktorów wodno-ciśnieniowych...”

Kwiecień 1990 r.: wizyta na terenie budowy EJ „Żarnowiec” amerykańskiej Misji Handlowej do Polski ws. Elektroenergetyki („Trade Mission to Poland on Electric Power”), z udziałem przedstawicieli: U.S. Department of Commerce, U.S. Department of Energy, oraz Westinghouse Electric Corporation.

26-27.04.1990 r. i 29.04-4.05.1990 r.: Misja MAEA „Ocena obudowy bezpieczeństwa EJ Żarnowiec”²¹, w której uczestniczyli specjaliści z MAEA, RFN, Kanady, Finlandii i Węgier. Była to już trzecia z kolei misja MAEA – również zaproszona przez Prezesa PAA prof. Romana Żelaznego, w porozumieniu z Ministerstwem Przemysłu. Było to istotne także dlatego, że w pewnych środowiskach technicznych pojawiły się opinie kwestionujące rozwiązanie obudowy bezpieczeństwa z wieżą lokalizacji awarii (WLA). Misja ta **wydała pozytywną ocenę w zakresie bezpieczeństwa** rozwiązań projektowych obliczonych na wytrzymanie skutków MAP²², oraz **sformułowała zalecenia wykonania dodatkowych analiz i wprowadzenia ulepszeń** układów bezpieczeństwa **celem ograniczenia skutków także ciężkich awarii.** Konkluzja generalna: *„...zespół ekspertów nie znalazł niczego, co by uniemożliwiało ukończenie budowy i bezpieczną eksploatację EJ [Żarnowiec]...”; a rekomendowane ulepszenia są w pełni możliwe do wprowadzenia.”*

15.05.1990 r.: seminarium w sprawie bezpieczeństwa EJ „Żarnowiec” zorganizowane przez Wojewodę Gdańskiego, uczestniczyli m.in.: dr Abel Gonzalez (MAEA,

Z-ca dyr. Wydziału Bezpieczeństwa Jądrowego), doc. dr inż. Andrzej Strupczewski (Z-ca dyr. Instytutu Energii Atomowej w Świerku), dr Mirosław Dakowski (b. pracownik IBJ), dr Henryk Torbicki (EJŻ) i mgr inż. Władysław Kielbasa (EJŻ).

27.05.1990 r.: nieformalny sondaż społeczny (szumnie nazwany „referendum”) w sprawie budowy EJ Żarnowiec przeprowadzony przez przeciwników tej budowy w gminach woj. gdańskiego, przy okazji **wyborów do rad gmin**, lecz poza lokalami wyborczymi i bez udziału członków komisji wyborczej (na co nie wyraził zgody Generalny Komisarz Wyborczy, Jerzy Stępień). Według organizatorów tego sondażu: zorganizowano 559 komisji i lokali do głosowania, w sondażu wzięło udział 44,3% osób uprawnionych, z których 86,1% wypowiedziało się przeciwko kontynuowaniu budowy EJ „Żarnowiec”. Skądinąd wiadomo, że największe poparcie dla tej budowy – przekraczające nawet 50% odnotowano w gminach położonych w okolicach Jeziora Żarnowieckiego, a szczególnie wysokie poparcie odnotowano na Helu – ponad 80%.²³

Czerwiec 1990 r.: dostarczenie przez BELGATOM wstępnego raportu z analiz („Interim Report”)²⁴, zawierającego w „Management Summary” m.in. następujące sformułowanie: *„Jako wniosek ogólny nasze analizy wykazały, że **ogólna koncepcja w ujęciu systemowym jest akceptowalna w odniesieniu do przepisów zachodnich, oraz że ewentualne modyfikacje tej koncepcji nie są duże” (sic!).***

Sierpień 1990 r.: zbiorcza analiza proponowanych modyfikacji rozwiązań projektowych EJ Żarnowiec (radzieckich, polskich oraz misji zagranicznych: trzech misji MAEA, Belgatom/Tractebel, Siemens), opracowana przez zespół specjalistów Inwestora²⁵.

Sierpień 1990 r.: pojawiają się informacje o wyasygnowaniu przez Komisję Wspólnot Europejskich (KWE) **100 mln ECU**²⁶ na pomoc techniczną dla krajów eksploatujących bądź budujących EJ z reaktorami WWER oraz o możliwości uzyskania kredytu przez spółkę realizującą EJ „Żarnowiec” z będącego w trakcie organizacji Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju (EBOR). Prezes PAA proponuje Rządowi odłożenie ostatecznej decyzji jeszcze o jeden rok – do czasu ostatecznego zakończenia szczegółowych analiz technicznych, określenia zasad finansowania inwestycji i organizacji spółki z kapitałem mieszanym.

²³ <http://www.zb.eco.pl>

²⁴ Żarnowiec Nuclear Power Station. Żarnowiec, Poland. Project Evaluation. Interim Report. BELGATOM Nuclear Engineering and Consulting Services. Brussels. June, 1990.

²⁵ Elektrownia Jądrowa Żarnowiec: „Zbiorcza analiza proponowanych modyfikacji projektowych w celu podwyższenia bezpieczeństwa i niezawodności eksploatacyjnej”. Autorzy: Jacek Białas, Bogumił Hinz, Władysław Kielbasa, Jan Kowalski, Wiesław Rybak, Henryk Torbicki, Lesław Trembiński, Leszek Wróblewski, Bogdan Zantowicz. Sierpień 1990 r. (opracowanie niepublikowane).

²⁶ European Currency Unit.

stechnischer Sicht. Ausführung durch Siemens AG Bereich Energieerzeugung (KWU). Ausgabe: 03. August 1990. Siemens AG Bereich Energieerzeugung KWU.

²¹ IAEA: Safety Review of the Containment of the Żarnowiec Nuclear Power Plant under Construction in Poland. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria.

²² Maksymalna awaria projektowa.

Sierpień 1990 r.: ogłoszenie „*Założeń polityki energetycznej Rzeczypospolitej Polskiej na lata 1990-2010*” przygotowanych przez Ministerstwo Przemysłu, w oparciu o analizy i propozycje opracowane przez prof. W. Bojarskiego i jego współpracowników²⁷. Założenia te **nie przewidywały żadnego udziału energii jądrowej** w krajowym bilansie energetycznym **do roku 2000**, natomiast intensywny rozwój elektrowni opalanych węglem kamiennym, nawet licząc się z koniecznością importu 26 mln t węgla energetycznego rocznie! (finansowanego z eksportu 22 mln t węgla koksującego). **W dokumencie tym założono jednak ograniczony rozwój energetyki jądrowej po 2000 r.** (max. 2000 MW w roku 2005 oraz max. 6000 MW w roku 2010). W świetle tych założeń **propozycja zaniechania budowy EJ „Zarnowiec” jawiła się wówczas już jako całkowicie absurdalna:** zlikwidować tę inwestycję (zaawansowaną w około 40%, a wiadomo było, że wówczas i tak trzeba będzie ponieść dalsze 35% kosztów – z tytułu zerwanych zobowiązań), tracąc ogromne nakłady finansowe i kadrę techniczną, tylko po to, aby po kilku latach zabierać się za przygotowanie budowy nowej EJ! Jednocześnie proponowano wznowienie zawieszonych budowy Elektrowni Opole oraz budowę II etapu Elektrowni Bełchatów.

28.08.1990 r.: list p. Phil’a Evison’a (Commercial Manager, Strategic Operations Department) z Westinghouse Electric Corporation do Prezesa PAA prof. Romana Żelaznego zawierający deklarację współpracy przy dokończeniu budowy EJ Żarnowiec: „*If you decide to go ahead with the present design on Zarnowiec, Westinghouse will be pleased to co-operate with you. We will be very glad to help you in exploring financing if such assistance is required.*”

03.09.1990 r.: przesłanie do EJ „Zarnowiec” przez BELGATOM faksem²⁸ (5 str. + pismo przewodnie) podsumowania ich analiz („*Management Summary*”), zawierającego **opinię zmienioną „in minus” w stosunku do raportu z czerwca 1990 r. (!)** W podsumowaniu tym stwierdzono m.in., że: „... obecna EJ Żarnowiec byłaby jako taka nielicencjonowalna w kraju zachodnim...”, „...przeprowadzona przez nas analiza techniczna doprowadziła do wniosku, że istnieją interesujące możliwości ulepszenia tych rozwiązań projektowych, ale końcowe wnioski nie mogą być sformułowane bez głębszej i szczegółowej analizy”. Było to dla nas bardzo zaskakujące. **Zasadne jest więc pytanie: dlaczego to BELGATOM/TRACTEBEL tak nagle zmienił swoją opinie pisząc teraz o „nielicencjonowalności w kraju zachodnim”?** (nie zostało to uzasadnione żadnym nowym, szczegółowym raportem technicznym).

04.09.1990 r.: Rada Ministrów podejmuje (rekomendowaną przez min. T. Syryjczyka) decyzję o zaniechaniu budowy EJ Żarnowiec, w oparciu o następujące przesłanki²⁹:

- zbędność [tej elektrowni] dla wewnętrznego bilansu energetycznego,
 - [jej] wątpliwa rentowność w porównaniu do elektrowni konwencjonalnych,
 - niejednoznaczność kwestii bezpieczeństwa – niezależnie od negatywnego nastawienia opinii publicznej.
- Rekomendując taką decyzję minister T. Syryjczyk **zignorował wszystkie, niepasujące do tezy o rzekomej niezasadności dokończenia I etapu budowy EJ Żarnowiec, opinie ekspertów nie tylko krajowych, ale też międzynarodowych** (tj.: trzech misji MAEA, misji Siemens, oraz zespołu U.S. DoE).

Za jedynie wiarygodne uznał natomiast opracowanie autorstwa Belgatom/Tractebel, z którego cytata – wyrwany zresztą z kontekstu – o rzekomej „nielicencjonowalności w kraju zachodnim” posłużył mu za pretekst do zarekomendowania zaniechania budowy.

Cytat³⁰: „*Za użyteczne trzeba uznać także inne dokumenty z tego czasu, zwłaszcza opracowania Belgatomu i Tractebela, które ujawniają profesjonalizm i w odróżnieniu od niektórych opracowań krajowych oraz sugestii firmy Siemens – zainteresowanej powtórzeniem przedsięwzięcia z Finlandii – są raczej bezstronne*”, nie pozostawia złudzeń i raczej nie wymaga obszernego komentarza: Belgatom/Tractebel to jedyni niezależni profesjonaliści, inni nie są wiarygodni, zaś (jak można domniemywać) „powtórzenie przedsięwzięcia z Finlandii” wcale nie jest pożądane.

Warto też zauważyć, że przy tym minister T. Syryjczyk **zbagatelizował jednak także wnioski z analiz ekonomiczno-finansowych wykonanych przez tenże BELGATOM/TRACTEBEL**, które nie pasowały do tezy o rzekomej nieopłacalności dokończenia inwestycji. Inny cytat z tego samego opracowania min. Syryjczyka wskazuje na jego negatywne nastawienie do EJ „Zarnowiec” już od samego początku (cytat ten odnosi się bowiem do jesieni 1989 r.): „... przy czym raczej należało się liczyć z przerwaniem i poniesieniem budowy Elektrowni Jądrowej Żarnowiec...”

Faktyczne motywy tej decyzji wydają się więc być głównie polityczne:

- naciski własnego zaplecza politycznego oraz protesty społeczne, które – w atmosferze hysterii rozbudzonej przez przeciwników EJ „Zarnowiec” i media – stały się wielce niewygodnym obciążeniem politycznym, szczególnie w kampanii przed zbliżającymi się wyborami prezydenckimi w 1990 r., w których m.in. kandydował T. Mazowiecki³¹, oraz

²⁹ „Przesłanki decyzji w przedmiocie likwidacji Elektrowni Jądrowej Żarnowiec. Spisane w 1999 r. z notatek do referatu na posiedzenie Rady Ministrów w 1990 r.” http://www.syryjczyk.krakow.pl/Elektrownia%20Jadrowa_T.htm

³⁰ Ibidem.

³¹ Zwłaszcza, że powprowadzeniu w życie „programu stabilizacyjnego” poparcie społeczne dla rządu T. Mazowieckiego do lata roku 1990 gwałtownie spadło.

²⁷ J. Cofała, R. Jarzęcki, J. Gołąb: Wariantowe programy rozwoju kompleksu paliwowo-energetycznego do 2010 r.

²⁸ Fax TRACTEBEL Energy Engineering. Date: 1990.08.31. Object: Evaluation Study of Zarnowiec NPP, Fax Number: ZARPO/033/031.

- partykularne interesy wpływowego lobby węglowego, reprezentowane wówczas przez prof. W. Bojarskiego i jego współpracowników, ulokowanych na decyzyjnych stanowiskach w Ministerstwie Przemysłu, którzy lansowali koncepcję budowy nowych elektrowni opalanych węglem.

Decyzja o zaniechaniu budowy została formalnie ujęta w postaci Uchwały Rady Ministrów Nr 58/90 z dnia 16.09.1990 r. (niepublikowanej!)³² a następnie przyjęto Uchwałę Rady Ministrów Nr 204/90 ws. postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji³³.

10.1990 r.: List otwarty NSZZ „Solidarność” i Związku Zawodowego Pracowników EJ „Żarnowiec” do premiera Tadeusza Mazowieckiego: *„Znaleźli się poważni partnerzy z krajów zachodnich, którzy wyrazili chęć kontynuowania i finansowania tej budowy. W chwili obecnej Rząd RP mając możliwość kontynuowania inwestycji, decyduje się na jej likwidację oraz poniesienie strat...”*³⁴

09.11.1990 r.: Sejm RP, po zapoznaniu się z przedłożeniem rządowym pt. „Założenia polityki energetycznej Polski na lata 1990-2000” i burzliwej dyskusji, przyjmuje uchwałę w sprawie założeń polityki energetycznej Polski do roku 2010³⁵, w której przewidziano m.in. „... możliwość budowy elektrowni jądrowych wyłącznie przy wykorzystaniu nowych generacji reaktorów, zapewniających efektywność ekonomiczną i bezpieczeństwo ekologiczne”. Uchwała określiła również przybliżony czas budowy – po roku 2005. Jednocześnie Sejm odrzucił koncepcję rozwoju elektroenergetyki opartej w dalsze zwiększanie zużycia węgla kamiennego (zakładając nawet import 26 mln t węgla energetycznego rocznie), uznając ją za sprzeczną z celami polityki ekologicznej państwa.

25.11.1990 r.: w I turze wyborów prezydenckich, Tadeusz Mazowiecki uzyskał zaledwie 18,08% głosów i nie przeszedł do II tury. Po tej porażce Rząd T. Mazowieckiego podał się do dymisji. Sejm przyjął dymisję Rządu 14.12.1990 r., lecz pełnił on swoje obowiązki do czasu powołania rządu Jana Krzysztofa Bieleckiego (12.01.1991 r.), wydając m.in. Uchwałę Rady Ministrów w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji.

17.12.1990 r.: Uchwała Rady Ministrów Nr 204/90 w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji, termin likwidacji wyznaczono na 31.12.1992 r. W chwili likwidacji na budowie EJ „Żarnowiec” zatrudnionych było około 2600 pracowników, zaawansowanie budowy elektrowni (według różnych ocen) szacowano na 37-40%, a obiektów zapleczka 85%. Zbudowano ogółem 630 obiektów. W budowę zaangażowanych było około 70 przedsiębiorstw krajowych i 9 zagranicznych.

02.01.1991 r.: list doc. dra hab. inż. Wiktora Żyszkowskiego (wówczas pracownika MAEA) do Prezydenta Lecha Wałęsy (z kopiami przesłanymi m.in. do Premiera Jana Krzysztofa Bieleckiego i Prezesa PAA prof. Romana Żelaznego) zawierający apel o ponowne rozpatrzenie kwestii budowy EJ „Żarnowiec” – apel ten nie odniósł jednak żadnego skutku.

lut-y kwiecień 1991 r.: próba utrzymania części najlepiej przygotowanych specjalistów energetyki jądrowej poprzez utworzenie (na terenie b. budowy EJ „Żarnowiec”) ośrodka studiów EJ, organizacyjnie związanego z PG i współpracującego z czołowymi światowymi dostawcami urządzeń dla elektrowni jądrowych (najbardziej konkretne rozmowy i korespondencję prowadzono, przy dużym zaangażowaniu Prezesa PAA prof. R. Żelaznego, z Westinghouse Electric Corporation). Próba ta nie powiodła się – wobec odmowy wsparcia tej inicjatywy przez Ministerstwo Przemysłu i Handlu kierowane wówczas przez p. Henrykę Bochniarz.

08.03.1991 r.: mój list do Premiera Rządu RP J. K. Bieleckiego w sprawach: utrzymania lokalizacji „Żarnowiec” dla potrzeb budowy w przyszłości nowoczesnej elektrowni jądrowej oraz racjonalnego wykorzystania głównych urządzeń technologicznych wyprodukowanych dla EJ „Żarnowiec”. W odniesieniu do głównych urządzeń technologicznych list zawierał m.in. propozycję ich wykorzystania do zbudowania nowej EJ oraz zlecenia fińskiej firmie Imatran Voima Oy (Consulting Group) opracowania stosownego *feasibility study* – propozycja taka została nieoficjalnie złożona przez dyr. EJ Loviisa p. Jussi Helske podczas spotkania Nuclear Generation Study Committee (10.NUCLE) UNIPED³⁶ w EJ Loviisa w dniach 10-12.12.1990 r.

Na list ten odpowiedziało Ministerstwo Przemysłu i Handlu (MPIH) – pismo sygnowane przez ówczesnego dyr. Departamentu Energetyki Kazimierza Adamczyka, z którego wynikało, że **Ministerstwo nie jest zainteresowane ani utrzymaniem lokalizacji „Żarnowiec” ani wykorzystaniem istniejących głównych urządzeń technologicznych do budowy nowej EJ, lecz jedynie ich możliwie korzystną wyprzedaż.**

26.06.1991 r.: „występ” dra J. Jaśkowskiego w telewizyjnej audycji „Punkt widzenia” podczas, którego w sposób demagogiczny i napastliwy zaatakował on całą polską atomistykę, a szczególnie działalność PAA, podając przy

³² Uchwała Rady Ministrów Nr 58/90 z dnia 17.09.1990 r. w sprawie wstrzymania realizacji lub finansowania niektórych inwestycji centralnych (w części dotyczącej wstrzymania Elektrowni Jądrowej „Żarnowiec”), niepublikowana.

³³ Uchwała Rady Ministrów Nr 204/90 z dnia 17.12.1990 r. w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji (M.P. 1990 nr 49, poz. 373).

³⁴ „Z Żarnowca prądu nie będzie, ale zrobią tam krochmal i piwo. Spadek po lepszych czasach”, Polityka, 24.11.1990 r.

³⁵ Uchwała Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 listopada 1990 r. w sprawie założeń polityki energetycznej Polski do 2010 r. (M.P. 1990 nr 43, poz. 332).

³⁶ International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy.

tym różne fałszywe, lecz zatrważające informacje na temat skutków zdrowotnych skażeń po awarii czarnobylskiej oraz błędne dane o poziomach dawek dopuszczalnych. W tej sprawie napisałem polemiczny list (datowany 03.07.1991 r.) do redakcji audycji oraz przeprowadziłem rozmowę z p. red. Barbarą Czajkowską, która obiecywała zorganizowanie telewizyjnej dyskusji z udziałem ekspertów opowiadających się za energetyką jądrową. W następnym swoim liście do red. B. Czajkowskiej, z dnia 19.08.1991 r., zgłosiłem tematykę dyskusji i zaproponowałem nazwiska ekspertów do udziału w takiej audycji – lecz niestety do takowej nigdy nie doszło.

09.05.1991 r.: zarejestrowane zostało Polskie Towarzystwo Nukleoniczne (PTN), którego I- Walny Zjazd odbył się w dniu **26.06.1991 r.**

06.1991 r. – 07.1996 r.: sukcesywna wyprzedaż głównych urządzeń technologicznych i innego wyposażenia (poniżej wymieniono tylko kilka wybranych, najważniejszych transakcji):

- 04.06.1991 r.: odsprzedaż dwóch niedokończonych wytwornic pary (90% zaawansowania) dla Zakładów Vitkovice (Czechy);
- 06.09.1991 r.: sprzedaż 42 szt. napędów kaset regulacyjnych dla Škodaexportu (Czechy) – do wykorzystania zgodnie z przeznaczeniem projektowym;
- 25-29.11.1991 r.: mój udział w „Advisory Group Meeting on Plan for Producing Potable Water Economically through Nuclear Desalination of Sea Water” zorganizowanym w siedzibie MAEA w Wiedniu, była to próba zaoferowania głównych urządzeń technologicznych krajom północno-afrykańskim i bliskowschodnim (m.in. do celów budowy EJ wykorzystywanej także do odsalania wody morskiej);
- 06.07.1992 r.: sprzedaż około 10 t materiałów austenitycznych dla IVO/EJ Loviisa (Finlandia) – jako pełnowartościowe;
- 07.10.1992 r.: sprzedaż elementów dziewiętnastu gł. zasuw odcinających i gł. pomp cyrkulacyjnych dla EJ Dukovany (Czechy) i EJ Bohunice (Słowacja) – do wykorzystania zgodnie z przeznaczeniem projektowym;
- 16.02.1993 r.: sprzedaż 90 szt. napędów kaset regulacyjnych oraz drążków pośrednich dla IVO/EJ Loviisa (Finlandia)³⁷ – do wykorzystania zgodnie z przeznaczeniem projektowym;
- 29.03.1994 r.: sprzedaż dla IVO/EJ Loviisa (Finlandia)³⁸:
 - praktycznie kompletnego reaktora (który pierwotnie był przeznaczony dla I bloku EJ)³⁹,
 - jednej kompletnej wytwornicy pary,
 - wszystkich 36 bloków montażowych pętli obiegu pierwotnego reaktora.

- 07.06.1994 r.: sprzedaż dla MAEA (z przeznaczeniem dla Ośrodka Szkoleniowego przy EJ Paks na Węgrzech)⁴⁰:
 - zbiornika ciśnieniowego i kilku węzłów dostawczych reaktora (przeznaczonego pierwotnie dla II bloku EJ),
 - trawersy do manipulacji ze zbiornikiem reaktora, jednej kompletnej wytwornicy pary.
- 09.06.1995 r.: sprzedaż dla MAEA (z przeznaczeniem dla Ośrodka Szkoleniowego przy EJ Paks): urządzeń wewnątrz-zbiornikowych, podpory i oprzyrządowanie reaktora.
- ponadto sprzedano – do wykorzystania zgodnie z przeznaczeniem projektowym – różne elementy wyposażenia technologicznego reaktorów, systemu pomiarów wewnątrz-rdzeniowych, części wytwornicy pary, urządzenia transportu technologicznego i armatury dla EJ: Loviisa (Finlandia), Dukovany (Czechy), Bohunice (Słowacja), Paks (Węgry) i Płd.-Ukraińskiej.



Fot. 2. Załadunek w Porcie Gdynińskim wytwornicy pary przeznaczonej dla Ośrodka Szkoleniowego EJ Paks (Węgry; fot. Port Consultants)

Photo 2. Loading at the Gdynia Port of the steam generator destined to the Training Center of the Paks NPP (Hungary). (Photo by Port Consultants)



Fot. 3. Blok górny reaktora 1- bloku magazynowany w tymczasowym namiocie na placu budowy EJ „Żarnowiec” (fot. W. Kielbasa)

Photo 3. The first power unit reactor upper block being stored in a temporary tent at the “Żarnowiec” NPP construction site (Photo by W. Kielbasa)

³⁷ Był to najbardziej znaczący pod względem wartościowym kontrakt sprzedaży urządzeń jądrowych z EJ „Żarnowiec”.

³⁸ Był to drugi pod względem wartościowym kontrakt sprzedaży urządzeń jądrowych z EJ „Żarnowiec”, urządzenia te zostały wyeksportowane z Portu Gdynińskiego na pontonie ciągniętym przez holownik w dniu 14.10.1994 r.

³⁹ Oprócz napędów kaset regulacyjnych, drążków pośrednich i innych elementów, które zostały sprzedane do EJ Loviisa już wcześniej.

⁴⁰ Urządzenia te zostały wywiezione z terenu b. budowy EJ „Żarnowiec” w dniach 27-28.06.1994 r.



Fot. 4. Zbiornik ciśnieniowy reaktora 1-bloku magazynowany w tymczasowym namiocie na placu budowy EJ „Żarnowiec” (fot. W. Kielbasa)

Photo 4. The first power unit reactor pressure vessel being stored in a temporary tent at the “Żarnowiec” NPP construction site (Photo by W. Kielbasa)



Fot. 5. Zbiornik, blok górny i urządzenia wewnętrzno-zbiornikowe reaktora oraz wytwornica pary załadowane na ponton w Porcie Gdynińskim z przeznaczeniem dla EJ Loviisa w Finlandii (fot. Port Consultants)

Photo 5. The reactor pressure vessel, reactor upper block, reactor internals and steam generator loaded on a pontoon at the Gdynia Port, destined to the Loviisa NPP in Finland (Photo by Port Consultants)

21.08.1992 r.: premier Hanna Suchocka mianowała Prezesem PAA prof. dra hab. Jerzego Niewodniczańskiego.

01.01.1994 r.: powołanie do zarządzania pozostałym jeszcze majątkiem i zagospodarowania terenu po byłej budowie EJ Żarnowiec spółki „**Strefa Ekonomiczna Żarnowiec**” Sp. z o.o.

1994 r.: założenie przez amerykańskie firmy Applied Energy Systems Corporation i Failure Analysis Associates Inc. spółki **Żarnowiecka Elektrownia Gazowa Sp. z o.o. (ŻEG)**. Firma ŻEG zakupiła ogrodzony teren w obrębie głównych budynków b. EJ „Żarnowiec” (o pow. około 35 ha) i 30.12.1998 r. podpisała z PSE S.A. kontrakt długoterminowy na dostawę mocy i energii elektrycznej z jednego **bloku energetycznego gazowo-parowego o mocy 250 MW**, poczynając od 01.04.2003 r. do roku 2022. Ostatecznie realizacja tej inwestycji nie została podjęta – wobec decyzji Rządu o likwidacji kontraktów długoterminowych.

20.10.1994 r.: wyjazdowe posiedzenie Podkomisji Energetyki Jądrowej Rady ds. Atomistyki przy Prezesie PAA,

w Hotelu „Nowy” nad Jeziorem Żarnowieckim (inicjatorem tego spotkania był prof. J. Marecki), z udziałem m.in. wójtów gmin Gniewino i Krokowa, przedstawicieli zakładów pracy regionu, reprezentanta Sejmiku Samorządowego Województwa Gdańskiego i Urzędu Wojewódzkiego.

„Przedstawiciele lokalnych samorządów, wójtowie gmin Gniewino oraz Krokowa przypomnieli przebieg i wyniki referendum w sprawie zaniechania budowy elektrowni jądrowej, jakie odbyło się w 1990 r. **Stwierdzili, że opowiadają się za bezpieczną elektrownią. O referendum mówił także przedstawiciel sejmiku, podkreślając, że im dalej od kontrowersyjnego obiektu, tym więcej było jego przeciwników. Trzeba zatem rozmawiać również z mieszkańcami trójmiejskiej aglomeracji.**”⁴¹

11.01. 1996 r.: przyjęcie przez Sejm dokumentu „Założenia polityki energetycznej Polski do 2010 r.,” w którym stwierdza się, że **do 2010 r. nie przewiduje się budowy elektrowni jądrowych, zakłada się jednak badanie zasadności ekonomicznej i stopnia akceptacji społecznej takich inwestycji.**

listopad 1999 r.: Ministerstwo Gospodarki przedstawia „Założenia polityki energetycznej Polski do 2020 r.,” w lutym 2000 r. Rząd podejmuje stosowną uchwałę w sprawie tego dokumentu. W dokumencie tym nie ma nawet wzmianki o energetyce jądrowej.

29.11.2000 r.: uchwalenie przez Sejm **nowej ustawy – Prawo atomowe** (zmieniającej Prawo atomowe z roku 1986).

14.12.2006 r.: przyjęcie przez Rząd (premiera Marka Belki) dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2025 r.,” w którym stwierdza się: **„Obliczenia prognostyczne wskazują na potrzebę rozpoczęcia eksploatacji energetyki jądrowej w ostatnim pięcioletniu rozpatrywanego okresu.”**

Tak więc **po 16 latach** od podjęcia decyzji o zaniechaniu budowy EJ „Żarnowiec” w rządowym dokumencie „Polityka Energetyczna” powrócił pomysł powrotu do energetyki jądrowej.

Dalsza historia prób uruchomienia programu budowy elektrowni jądrowych w naszym kraju jest już Szanownym Czytelnikom dość dobrze znana i nie ma potrzeby jej tu opisywać.

1. Ile (mniej więcej) „utopiono w błocie” a ile zdolno odzyskać?⁴²

1.1. Zaawansowanie finansowe

1.1.1. Szacunki nakładów wykonane przez specjalistów polskich

W czasie przed pojęciem decyzji rządowej (sierpień 1990 r.) o zaniechaniu budowy oszacowano:

⁴¹ „Żarnowiec. Atom wraca?”, Dziennik Bałtycki, 23.10.1994 r.

⁴² <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce/wczoraj/ej-zarnowiec.html>

- poniesione nakłady na **około 500 mln USD (w cenach roku 1990)**,
- zaawansowanie budowy na około 40% (wynika stąd, że łączne nakłady – według rzeczywistych cen krajów RWPG – szacowano wówczas na około $500/0,4 = 1,250$ mld USD), zaś dalsze nakłady nieuniknione do poniesienia nawet w przypadku zaniechania budowy na około 35%,
- nakłady potrzebne do zakończenia I etapu budowy (2 x 465 MW) szacowano wówczas na 300 mln USD i 400 mln rubli.

1.1.2. Szacunki nakładów wykonane przez firmy BELGATOM / TRACTEBEL

Zawansowanie finansowe inwestycji oszacowano na 37% (co było zbieżne z ocenami specjalistów polskich: 40%). Przyjmując założony przez Belgów całkowity koszt inwestycji 2,08 mld USD, otrzymamy więc **około 770 mln USD (1990)**.

1.1.3. Szacunki nakładów według aktualnej wartości odtworzeniowej

Przyjmując 37% zaawansowanie finansowe i moc elektryczną brutto 2 bloków = 930 MW, można oszacować wartość odtworzeniową zrealizowanych robót i dostaw EJ „Żarnowiec”, na podstawie planowanych kosztów budowy bloku Olkiluoto 3 (Finlandia):

$3,3 \text{ mld EUR} \times 930/1600 \times 0,37 \approx \mathbf{710 \text{ mln EUR}}$ (2005)

1.1.4. Podsumowanie szacunkowych nakładów

Jak wynika z powyższych rozważań, poniesione nakłady można oszacować następująco:

- Według ocen polskich specjalistów na **około 500 mln USD (1990)**,
- Według cen światowych (BELGATOM / TRACTEBEL) na **około 770 mln USD (1990)**,
- Według wartości odtworzeniowej na **około 710 mln EUR (2005)**.

Dokładne określenie poniesionych nakładów było bardzo trudne nawet w roku 1990 (różne waluty: złotówki, ruble transferowe, USD; duża inflacja itp.), a obecnie chyba w ogóle nie jest możliwe.

Nie dysponuję danymi dotyczącymi dalszych kosztów, które musiały zostać poniesione po zaniechaniu budowy (z tytułu zaciągniętych zobowiązań kontraktowych i inne) oraz kosztów całego, długoletniego procesu likwidacji.

Jeśli rzeczywiście osiągnęły one poziom 35% nakładów całkowitych, to mogły wynieść $0,35 \times 1250$ mln USD $\approx \mathbf{440 \text{ mln USD}}$, a wówczas **łączne straty wyniosły około 1 mld USD (1990)!**

1.2. Ile (mniej więcej) wyciągnięto z błota?

Dysponuję jedynie informacją nt. odsprzedaży większości głównych urządzeń technologicznych, gdyż jedynie w to działanie byłem osobiście zaangażowany.

Sprzedaż tych urządzeń była bardzo trudna, nie tylko z powodu zahamowania rozwoju energetyki jądrowej na przełomie lat 80. i 90. ale także na bezpośrednią konkurencję ze strony wyłączanej z eksploatacji EJ Nord/Greifswald (b. NRD), która posiadała na zbyciu bardzo wiele urządzeń (w tym wielkogabarytowe) oraz materiałów. Niemniej jednak, dzięki bardzo dobrym kontaktom z zagranicznymi EJ wyposażonymi w reaktory WWER-440, oraz szybkiemu podejmowaniu decyzji, udało się odsprzedać znakomitą większość głównych urządzeń technologicznych, zwłaszcza jądrowych, w tym także elementy wielkogabarytowe – a tym samym uniknięto ich złomowania.

Warto przy tym podkreślić, że znaczna część tych urządzeń i wyposażenia została sprzedana jako pełnowartościowe – do wykorzystania w eksploatowanych EJ. Za te urządzenia uzyskano też bardzo godziwą cenę.

Inne urządzenia (praktycznie wielkogabarytowe) zostały sprzedane po cenach co najmniej kilkakrotnie przekraczających ceny złomu możliwe wówczas do uzyskania w Polsce. To też był znaczący sukces, gdyż np. przewidywane koszty złomowania zbiorników reaktorów (a na teren EJ „Żarnowiec” zostały już sprowadzone dwa) znacznie przekraczały wartość złomu.

Pozostałe urządzenia zostały ze złomowane na placu budowy (dwie wytwornice pary, z tym że niektóre ich części odsprzedano dla EJ Dukovany i EJ Bohunice), lub u producentów (w Zakładach Škoda Pilzno: elementy 3. – w tym skończony zbiornik i 4. reaktora, w Zakładach Vitkovice: elementy wytwornic pary i stabilizatora ciśnienia, w ABB Dolmel: generator, w ABB Zamech: odkuwki i odlewy dla turbiny).



Fot. 6. Jedna z dwóch ze złomowanych wytwornic pary spośród czterech wytwornic dostarczonych na plac budowy EJ „Żarnowiec” (fot. W. Kielbasa)

Photo 6. One of the two scrapped steam generators of four steam generators delivered to the Zarnowiec NPP construction site (Photo by W. Kielbasa)

Oczywiście nie jest prawdą, że w EJ Loviisa, czy gdziekolwiek indziej, pracuje cały reaktor odkupiony z „Żarnowca”. Jednakże wiele ważnych elementów

reaktora oraz innych urządzeń jądrowych, które zostały zakupione jako pełnowartościowe z przeznaczeniem do ich zastosowania w eksploatacji, może być ciągle jeszcze wykorzystywanych zarówno w EJ Loviisa, jak i w innych EJ wymienionych powyżej.

W sierpniu 2013 r. obecny eksploatator EJ Loviisa, firma FORTUM potwierdził, że zbiornik reaktora oraz wytwornica pary znajdują się na terenie tej elektrowni, oraz że są wykorzystywane do badań materiałowych i szkolenia załogi: „*The equipment is stored in the plant site and used to demonstrate the scale of the actual plant for engineers and mechanics. [...] Currently the reactor pressure vessel is also being used for material research and testing. [...] The excess steam generator will be used to test the inspection devices and equipment*”.

Łączna kwota wpływów ze sprzedaży urządzeń i materiałów, w którą byłem zaangażowany, jest rzędu **6 mln USD**. Kwota ta nie obejmuje wpływów ze złomowania urządzeń technologicznych (czy to na placu budowy, czy u producentów), złomowania konstrukcji stalowych, drzwi osłonowych, wykładzin stalowych pomieszczeń i w ogóle wszystkiego, co dało się wyciąć lub wyrwać z budynków, kotłowni grzewczo-rozruchowej, a także sprzedaży nieruchomości, płyt żelbetonowych itd. Nie jest mi znana nawet przybliżona wielkość wpływów z tej sprzedaży.

Nawet jeśli by razem uzyskano kilkakrotnie więcej niż wpływy ze sprzedaży urządzeń, to i tak stanowiłby procent łącznych nakładów utopionych w żarnowieckim błędzie.

13 kwietnia 2012 r. Minister Skarbu Państwa oficjalnie przyznał, że decyzja o likwidacji budowy EJ „Żarnowiec” była fundamentalnym błędem.

Podsumowanie i wnioski

W lecie roku 1989 mieliśmy rozgrzebaną budowę 2 bloków EJ „Żarnowiec”, na którą wydano już jakieś **500-800 mln USD** i potrzebna była racjonalna, nieobciążona uprzedzeniami, decyzja nowych „solidarnościowych” władz – jak ten wielki (ogólnonarodowy) majątek wykorzystywać. Byliśmy biedni, dużo biedniejsi niż dzisiaj, więc kwota rzędu 500-800 mln dolarów była wówczas dla Polski naprawdę „astronomiczna”. Przy tym, ogromny był w tym przedsięwzięciu udział krajowego przemysłu, co dzisiaj w tej skali będzie bardzo trudne do osiągnięcia.

Bynajmniej nie staliśmy wówczas przed decyzją, jaką to optymalną, technologię reaktorową należy wybrać. Właśnie – co zrobić, aby nie zmarnować tego, co już mamy, a wykorzystać to możliwie jak najlepiej. Nigdy nie twierdził, że WWER-440/W-213 to był wymarzony, bardzo nowoczesny reaktor. Gdybyśmy mogli i było nas na to stać w latach 70. ub. wieku, to zapewne wybrali byśmy coś innego. Przecież gdy planowano i rozpoczęto realizację EJ „Żarnowiec” to jako kraj (ze względów geopolitycznych) praktycznie nie mieliśmy żadnej możliwości wyboru, a nawet gdyby było to możliwe to i tak nie

byłoby nas na to wówczas stać. Realny wybór był więc tylko taki: budować czy nie budować EJ?

Reaktor WWER-440/W-213 miał jednak istotne zalety z punktu widzenia bezpieczeństwa – na co zwracali uwagę autorzy raportu US Department of Energy, a także specjaliści z misji MAEA i Siemens: duże zapasy bezpieczeństwa, duża ilość wody w jądrowym układzie wytwarzania pary (zwłaszcza w wytwornicach pary), a także w obudowie bezpieczeństwa, i (głównie dzięki temu) stosunkowo łagodny i powolny przebieg stanów przejściowych, zakłóceń i awarii. Takie cechy tego reaktora – wybaczone ew. błędy operatorów – były więc bardzo korzystne dla kraju takiego jak Polska, który dopiero zaczynał swoją „przygodę” z energetyką jądrową. Można było go też zmodernizować, podwyższając bezpieczeństwo, i to stosunkowo niezbyt wysokim kosztem (co potwierdzili specjaliści misji MAEA, Siemens, a także i Belgatom-u / Tractebel-a).

Dla podjęcia racjonalnej decyzji potrzebne było jednak pragmatyczne podejście ówczesnych władz, czyli wolne od uprzedzeń, emocji i kalkulacji politycznych. Oczywiście potrzebne były też rzetelne analizy bezpieczeństwa jądrowego (z określeniem zakresu zasadnych ulepszeń) oraz analizy techniczno-ekonomiczne.

Analizy takie zostały też wykonane, przez kompetentne organizacje i firmy, a ich wynik był dla EJ „Żarnowiec” pozytywny:

- Organizacja i jakość prac na budowie jest bardzo dobra, oraz prawidłowe są działania związane z przygotowaniem rozruchu i eksploatacji;
- Koncepcja bezpieczeństwa reaktora WWER-440/W-213 jest zgodna z powszechnie przyjętą w światowej energetyce;
- Zasadne modyfikacje i modernizacje rozwiązań technicznych są możliwe do wprowadzenia (przy akceptowanych kosztach);
- Dokończenie i uruchomienie 2 bloków EJ „Żarnowiec” jest ekonomicznie zasadne, gdyż koszty wytwarzania energii elektrycznej będą w nich znacząco niższe od kosztów wytwarzania w elektrowniach węglowych.

Poza tym, wprowadzenie do eksploatacji „Żarnowca” (a to dawałoby szansę na dalszy rozwój energetyki jądrowej w Polsce już od lat 90. ub. wieku) miało by znaczący i pozytywny wpływ na ograniczenie zanieczyszczenia środowiska trującymi wyciekami i odpadami emitowanymi przez elektrownie węglowe.

Niestety, mimo to ówczesne władze zdecydowały jednak o zaniechaniu tej budowy.

Jak więc teraz – po 30 latach od zatrzymania prac na budowie EJ „Żarnowiec” – widzę przyczyny niepowodzenia tej inwestycji?

1) Jak już wspominałem na wstępie tego artykułu, na pierwszym miejscu postawiłbym jednak **Czarnobyl** (szok, jaki ta awaria wywarła na polskie społeczeństwo, brak akcji informacyjnej po awarii i związane z tym odległe skutki polityczne). Gdyby bowiem ta awaria nie miała miejsca, to nie byłoby pokusy politycznego wykorzystania problemu „Żarnowca”, oraz presji na (szybką) decyzję o zaniechaniu

budowy. Zapewne pozostawiono by nas w spokoju, budowa pozostałaby zamrożona może na kilka lat do czasu znalezienia inwestorów i zapewnienia dalszego finansowania, po czym mogłyby zostać dokończone (z wprowadzeniem zasadnych ulepszeń) i uruchomione co najmniej 2 bloki energetyczne. Podobnie jak to stało się w przypadku EJ Mochovce na Słowacji. Wydaje się, że były na to realne szanse. Przy tym Polska, która jako pierwsza z krajów Europy środkowo-wschodniej uwolniła się od sowieckiej dominacji, mogła wówczas liczyć na znaczącą pomoc zachodnią.

2) Na drugim miejscu postawiłbym **ostrą walkę polityczną** toczoną przez ówczesną „opozycję demokratyczną” z tzw. komuną, oraz **wykorzystywanie „Żarnowca” do agitacji** politycznej i wyborczej, a następnie przejście władzy przez opozycję (nieufną i niechętną wobec tej inwestycji). W walce tej przeciw „Żarnowcowi” podnoszone były w szczególności argumenty takie jak:

- Podjęcie decyzji w stanie wojennym ponad społeczeństwem („Żarnobył” – dziecko stanu wojennego);
- Sowiecka technologia jądrowa, która w opinii większości społeczeństwa oczywiście nie może być dobra i bezpieczna (w połączeniu oczywiście z antyrosyjskimi resentymentami);
- Nieodpowiednia lokalizacja, i wiele innych.

Obustronna nieufność, zacietrzewienie oraz całkowity brak dialogu pomiędzy „władzą” a „opozycją demokratyczną” (aż do wiosny 1988 r.), uniemożliwił później porozumienie i osiągnięcie rozsądnego konsensu w sprawie „Żarnowca”.

3) Na trzecim miejscu postawiłbym **przemienne wpływy** w Ministerstwie Przemysłu i działania **lobby węglowego** (o czym obszernie napisałem w tym artykule powyżej).

4) Na miejscu czwartym postawiłbym ogólnie **zły stan gospodarki PRL i kryzys gospodarczy**, który nasilał się od drugiej połowy lat 70., a w latach 80. był na tyle ostry, że praktycznie brakowało już wszystkiego (nie tylko w sklepach, ale także materiałów budowlanych), drukowano coraz więcej pieniędzy co skutkowało narastaniem inflacji. W efekcie budowa „ślimaczyła się”, kolejne terminy realizacji nie były dotrzymywane. Gdyby pierwotne terminy oddania do eksploatacji obu bloków (1989 r. i 1990 r.) zostały dotrzymane, to w momencie przełomu politycznego nie byłoby już kwestii czy budowę EJ „Żarnowiec” dokończyć, a nie przypuszczam, aby „solidarnościowy” Rząd zdecydował się wówczas na ich wyłączenie z eksploatacji.

Z pespektywy czasu widzę jednak, że w sytuacji społeczno-politycznej jaka powstała w Polsce pod koniec lat 80. ub. wieku, **nie mieliśmy żadnych szans na obronienie EJ „Żarnowiec”**, a wszystkie nasze desperackie wysiłki (misje międzynarodowe, seminaria i prelekcje prowadzone gdzie się tylko dało – w szkołach, instytutach i nawet kościołach, próby dyskusji z przeciwnikami, publikacje, sprostowania i polemiki kierowane do mediów, próby dojścia do wpływowych polityków i redaktorów naczelnych gazet i czasopism, redakcji TV, księży itd.) **były wówczas już skazane na porażkę**.

Na koniec chciałbym jeszcze oddać głos osobom (wybitnym ekspertom, mądrym dziennikarzom, a także lokalnemu politykowi – przeciwnikowi budowy), które wypowiadały się na łamach prasy w czasie gdy ważyły się losy „Żarnowca” i w jakiś czas potem.

Poniżej zamieszczam celne cytaty z ich wypowiedzi, które także uzasadniają mój pogląd na przyczyny zaniechania tej budowy.

prof. dr hab. med. Julian Liniecki, Dyrektor Instytutu Radiologii AM w Łodzi, Ekspert i delegat Polski do UNSCEAR: „Energetyka a zdrowie i środowisko” – „Energetyka jądrowa. Polemiki, mity i fakty”. Część 3. PAA, Warszawa 1989.

„Stopień skomplikowania całej problematyki wymaga z oczywistych względów pogłębionego rachunku optymalizacyjnego, opartego na racjonalnych i obiektywnie sprawdzalnych przesłankach zdrowotnych, technicznych i ekonomicznych. ... Jestem przekonany, że wynik takiej wieloczynnikowej analizy wykaże celowość rozbudowy energetyki jądrowej w oparciu o te same przesłanki, które spowodowały jej rozwój w wielu krajach świata. Nad taką dyskusją ciąży jednak bałamutna kampania, rozniecająca przerażenie społeczne metodami propagandy grozy, w najgorszym sensie tego słowa. Ma ona wytworzyć taki socjologiczny kształt i poziom percepcji rzekomej szkodliwości energetyki jądrowej, który przesądzi negatywnie jej społeczną akceptację. Jednym z głównych rzeczników i aktywnych uczestników tej akcji jest dr J. Jaśkowski, który na ten temat wypowiadał się w ostatnich miesiącach na łamach prasy. ...

„... dr Jaśkowski systematycznie i tendencyjnie przecenia zagrożenie stwarzane przez promieniowanie jonizujące i czyni to tak w każdym podnoszonym przez siebie punkcie. Błędność tych ocen nie dotyczy zakresu 2- czy 3-krotnego... Sprowadza się ona do pomyłek o setki lub tysiące razy. Jest to przede wszystkim wynikiem przyjmowania błędnych przesłanek, których pochodzenie jest zupełnie tajemnicze i nie ma nic wspólnego ze stanem ogólnodostępnej ani specjalistycznej wiedzy. Ponadto, wypowiedź dra Jaśkowskiego prowadzi do jego wniosku najczęściej nielogiczny i tendencyjny tok myślenia, a także częste mylenie pojęć i wielkości fizycznych oraz lekceważenie faktów biologicznych i epidemiologicznych”.

„Absurd ten [tj. porównywanie skutków działania broni jądrowej z oddziaływaniem energetycznych reaktorów jądrowych] jest jednak – w moim przekonaniu – celowym chwytem propagandowym; łączne przedstawienie broni jądrowej i energetyki jądrowej, tylko na podstawie, iż wykorzystują one ten sam materiał rozszczepialny, ma wytworzyć w umyśle nieprzygotowanego fachowo czytelnika asocjacje, opartą nie na racjonalnej analizie, lecz na instynktownej i odruchowej reakcji obronnej. Jak widać, każdy argument jest dobry, jeżeli prowadzi do z góry założonego celu. ... [o skutkach próbnych wybuchów jądrowych] Jest to oczywiście absurdalne, ale efekt psychologiczny jest ten sam – czytelnik ma wyrobić w sobie odruch warunkowy: atom = się horror.

Analogicznemu celowi służy kolejny argument, porównujący odległą radiotoksyczność plutonu z ostrą toksycznością cyjanków. To z toksykologicznego punktu widzenia raczej humorystyczne porównanie zaniedbuje drobny szczegół, a mianowicie, że o istotnej ekspozycji na pluton można myśleć dopiero przy przeróbce „wypalonego” paliwa jądrowego, której nie planuje się w Polsce w jakiegokolwiek przewidywalnej przyszłości. ...

Artykuł dra Jaśkowskiego roi się od merytorycznych błędów i fałszerstw. ...

Grozą wieje „ostrzeżenie” dra Jaśkowskiego przed wzrostem zapadalności na choroby nowotworowe wśród pracowników elektrowni jądrowych i w ogóle osób eksponowanych na promieniowanie z tytułu pracy zawodowej. ...

Można się zgodzić z dr Jaśkowskim w jednym punkcie: intensywność szkolenia społeczeństwa, a zwłaszcza społeczności lekarskiej w omawianej dziedzinie jest bliska poziomowi zerowego.”

prof. dr hab. med. Janusz Nauman, Dyrektor Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego: „Czas atomu – czas lęku” – „Energetyka jądrowa. Polemiki, mity i fakty”. Część 3. PAA, Warszawa 1989.

„W »Stolicy« z dnia 9 X 1988 r. opublikowano wywiad z dr Jaśkowskim pt. „Czas atomu – czas lęku”. Dla czytelnika, który nie ma dostępu do źródeł, na które powołuje się dr Jaśkowski i dla czytelnika, który wierzy, że poglądy i ocena pana doktora są prawdziwe, wywiad ten musi być wstrząsem. Ukazuje on bowiem dramatyczne zagrożenie dla zdrowia i życia naszych dzieci w wyniku awarii w Czarnobylu, zwraca uwagę na niekompetencję tych, którzy w kwietniu i maju 1986 r. mieli chronić polskie społeczeństwo oraz wytyka głupotę tych, którzy chcą to społeczeństwo do końca zniszczyć planując lub realizując budowę elektrowni jądrowych.

Każdy ma prawo do formułowania poglądów i ocen, ale nikt nie ma prawa publicznie kłamać, a dr Jaśkowski oszukuje nas lub tendencyjnie wypacza sens rozmaitych stwierdzeń. ...

Prócz tendencyjnego oszukiwania i przekręcania wyników badań innych dr Jaśkowski formułuje szereg opinii, które wydają się oparte na prawdzie, ale...”

red. Donat Zatoński: „Czekając na wyrok”, *Przegląd Techniczny*, 50/1989 r.

„Dla każdego rządu, w każdym kraju, decyzja o rozwoju energetyki jądrowej bliska była pytania: *być albo nie być?* Oczywiście – dla rządu. Mam na myśli rządy, których los zależał od społecznej akceptacji. U nas decyzję o budowie Żarnowca podejmowano w 1982 r., kiedy pytanie społeczeństwa o zgodę na rozwój energetyki jądrowej wydawało się zbędne, a racjonalne przesłanki za takim rozwojem zastąpiono „okazjonalną słusznością”. I stało się.”

„Nie ekonomia, nie wiedza techniczna, a polityka zdominowała ten spór. Pieniąctwo i nieuctwo przeciwników energetyki jądrowej stworzyło barykadę nie do przebycia, za którą znaleźli się zwolennicy takiej energetyki, często ludzie wykształceni i kompetentni, ale

zaciętrzewieni, a bywało, że i aroganccy. Z sytuacji, jaka się wytworzyła nie sposób wyciągnąć prawidłowych wniosków, bo wiarygodność obu stron jest wątpliwa, a argumentacja najczęściej demagogiczna.

Dziś nie jest to już spór o przyszłość energetyki jądrowej w Polsce, a rozliczenie postaw i zachowań z lat poprzednich – nie tylko arogancji władzy, ale wyniosłej i lekceważącej postawy wielu doradców i naukowców, których ówczesne zachowania zapadły w pamięć. Ponieważ można było rządzić nie pytając społeczeństwa o to, czy chce być tak rządzone, można było również podejmować decyzje nie pytając ludzi o zdanie. Jeśli zachodziła taka potrzeba, dla każdej decyzji można było znaleźć stosowne uzasadnienie, a w sprawach szczególnych podeprzeć się ekspertyzą naukową. Niewygodną opinię eksperta można było łatwo zastąpić inną, oczekiwaną, bo zawsze był w odwodzie drugi ekspert – bardziej dyspozycyjny.

Dziś społeczeństwo wystawia rachunki za tego typu manipulacje. Nie chce słuchać o reaktorach jądrowych – jak są bezpieczne. Chce wierzyć we wszystko, co mówi i pisze dr J. z Gdańska – choć bywa, że są bzdury, wygwizdże natomiast eksperta z Międzynarodowej Agencji Atomowej. Najrzetelniejsza ekspertyza dotycząca jakiegokolwiek tematu z dziedziny energetyki jądrowej jest dziś mało ważna wobec krótkiego argumentu: NIE, BO NIE!”

red. Wojciech Łukasiewicz: „Żarnowiec – ostatnia budowa socjalizmu. Kto odłączy kroplówkę?”, *Gazeta Gdańska*, 12.1989 r.

„W roku 1989 ujawniła się z całą mocą niechęć znacznego odłamu opinii publicznej do żarnowieckiej inwestycji. Praźródłem tej niechęci był zapewne autorytarny sposób podjęcia decyzji o uruchomieniu budowy – bez próby społecznej konsultacji, bez niezbędnych w społeczeństwie, które dotąd z energetyką jądrową nie miało do czynienia, wyjaśnień. Trudno zresztą, z perspektywy dzisiaj, wierzyć w skuteczność takiej zaniechanej kampanii, zważywszy na stosunek społeczeństwa do tamtej władzy i stopień zaufania do niej”.

Teraz rzecznicy budowy próbują tamte zaniedbania nadrobić, ale zabrali się do tego w najgorszy z możliwych sposób. Zawile techniczne rozważania, mające dowiedzieć, że reaktory będą bezpieczne, przedstawiają w formie mądrych obliczeń, schematów i diagramów. Nie mam powodu nie przypisywać im naukowej rzetelności ani dobrej wiary, jednak muszą przegrać z siłą oddziaływania chwytliwego stereotypu, a nawet plotki rodem z magla. Taka już jest opinia publiczna na całym świecie – karmiąca się bardziej sensacją, niż siłą uczonych argumentów.

Mimo ponawianych raz po raz badań opinii publicznej niepodobna uczciwie określić, jaka jej część jest za a jaka przeciw energetyce jądrowej w Polsce i tej konkretnej inwestycji. Obojętne jednak, czy zdeklarowanych przeciwników jest 50%, czy nieco mniej, ich głos brzmi donośniej. To już nie tylko kwestia popularności i nośności głoszonych haseł, lecz przede wszystkim stosowanych form nacisku, niestroniących od pewnych form politycznego terroryzmu i podejmowania działań pozaprawnych (protestacyjna die-

ta młodych mieszkańców Gdańska, niedopuszczenie do transportu elementów wyposażenia na plac budowy). Te ekscytujące opinie publiczną zjawiska ujawniają przy okazji słabość administracji rządowej i lokalnej”.

Pos. Antoni Furtak (OKP, Pomorze): „Atomowy »chwyt«”, *Głos Wybrzeża*, 01.1990 r.

„Decyzja o jej budowie została podjęta w stanie wojennym, bez liczenia się z wolą społeczeństwa. Za jej przerwaniem przemawiają względy ekonomiczne, lokalizacyjne, ekologiczne i społeczne. Budowę elektrowni rozpoczęto bez najmniejszej próby uzyskania społecznej akceptacji prawowitych właścicieli tej ziemi, co zostało uznane za działanie na rzecz zniszczenia społeczności kaszubskiej – tym bardziej, że nikt nie udzielił odpowiedzi na protesty podnoszone w tej sprawie przez mieszkańców regionu i Zrzeszenie Kaszubsko-Pomorskie. ... Elektrownia wybudowana wbrew woli Kaszubów nie będzie nigdy uruchomiona. Ja będę stał na ich czele, bo się do tego zobowiązałem.”

prof. dr hab. Andrzej Hrynkiewicz, prof. dr hab. Zygmunt Kolenda: „Żarnowiec: porażka rozsądku”, *Tygodnik Powszechny*, 01.1990 r.

„Rząd ugiął się pod presją części społeczeństwa wprowadzonej w błąd przez nieodpowiedzialne wystąpienia prasowe i publiczne wypowiedzi przeciwników energetyki jądrowej. ... Artykuły i publiczne wystąpienia przeciwników energetyki jądrowej spotęgowały psychozę strachu, rozogniły emocje i stały się główną przyczyną oporu społecznego, wyrażającego się w masowych demonstracjach, zamalowywaniu płotów i murów niewybrednymi hasłami, zbieraniem tysięcy podpisów pod petycjami. ...

Nie dziwimy się działaczom politycznym, którzy z rezygnacji z budowy elektrowni ukuli hasła wyborcze. Można starać się to zrozumieć, uważamy jednak, że nadawanie politycznego charakteru postulatowi, który będzie mieć olbrzymie ekonomiczne i ekologiczne konsekwencje dla Polski, nie powinno mieć miejsca. ...

Nie dziwimy się stanowisku młodzieży, której wmówiono, że wystąpienia przeciw energetyce jądrowej to wystąpienia przeciw władzy komunistycznej, przeciw lobby energetycznemu, które rządziło energetyką polską przez 45 lat, a więc przeciwko skompromitowanemu systemowi gospodarczemu. A to jest nieprawda. Energetyką polską rządziło partyjne lobby węglowe, które broniąc monokultury węglowej doprowadziło do katastrofy ekologicznej. ...

Największym smutkiem napawa nas świadomość, że tak wielu pracowników nauki włączyło się w kampanię fałszu i manipulacji danymi. Wystąpienia niektórych z nich można by wytłumaczyć brakiem rzetelnej wiedzy, ale czy zgodne jest z etyką uczonego zabieranie głosu w sprawach, na których się nie zna? Niestety, liczni pracownicy naukowi wykorzystują swój status i świadomie podają fałszywe informacje, aby przekonać o słuszności swojej *idee fixe*. A to już z pewnością jest etycznie naganne. ...

Zastanawiające są również pobudki udziału w zwalczaniu Żarnowca specjalistów takich jak dr Andrzej Wierusz, b. pracownik Instytutu Badań Jądrowych, czy mgr

inż. Jacek Kowalski, jeden z budowniczych Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej. ...

„Dr Jerzy Jaśkowski, adiunkt w Zakładzie Biofizyki Akademii Medycznej w Gdańsku, napisał (»Morze«, nr 2, luty 1989), że normalnie pracująca elektrownia jądrowa Żarnowiec może spowodować wzrost o 200% zachorowań na białaczkę w Trójmieście. Mimo tego, że polski radiolog o międzynarodowym uznaniu, prof. Julian Liniecki, wykazał, że ta informacja mija się z prawdą 100 000 razy, na łamach prasy, m.in. katolickiej (»Gość Niedzielny«, »Ład«, »W drodze« itp.), są nadal szeroko otwarte dla publikacji takich lub podobnych nonsensów dra Jaśkowskiego. Oczywiście, środki masowej informacji powinny być udostępnione przeciwnikom energetyki jądrowej, ale zwykła uczciwość wymaga od nich pisania prawdy. ...

Czy redaktorzy czasopism nie rozumieją odpowiedzialności, jaka na nich ciąży, gdy w pogoni za sensacją zgadzają się na publikacje najbardziej absurdalnych wystąpień? ...

Oddzielnego ustosunkowania się wymaga sprawa referendum w sprawie elektrowni jądrowej Żarnowiec, którego żądają uczestnicy głódówki. Jest oczywiste, że bez rzetelnej wiedzy nie jest możliwe ukształtowanie własnego poglądu na energetykę jądrową. W takich przypadkach łatwo jest przyjąć informacje podawane w środkach masowego przekazu, które są z konieczności niepełne i często fałszywe. Prowadzi to do lęku przed nieznanym i wywołuje uzasadnione emocje. Energetyka jądrowa staje się abstrakcyjnym zagrożeniem. W takiej sytuacji przeprowadzenie referendum jest nonsensowne a jego wynik oczywisty”.

Prof. dr hab. Andrzej Hrynkiewicz: „Jądro prawdy”, *„Magazyn” – dodatek do gazety Rzeczpospolita*, Nr 31, 3.08.2001 r.

„... energia nuklearna kojarzy się z tragedią Hiroshimy, Nagasaki oraz awarią elektrowni jądrowej w Czarnobylu. To poniekąd zrozumiałe. Myślę też, że jest to spowodowane niewiedzą, a często ignorancją. Trudno ludziom wytłumaczyć, że mamy do czynienia z dwoma zupełnie różnymi obliczami energii jądrowej. ...

Mam wrażenie, że przyczyną w dużym stopniu była polityka. Politycy są uzależnieni od elektoratu, a elektorat ma swoje fobie. ...

Wielką rolę do odegrania mają media. Niestety, przecież to one bardzo często potęgują lęk przed energetyką jądrową. Niezwykle groźne jest też oderwanie nauki od społeczeństwa, brak komunikacji, zrozumienia. W lukę, która powstaje pomiędzy nauką a społeczeństwem, coraz częściej wdziera się pseudonauka...”.

mgr inż. Władysław Kielbasa, absolwent Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej, ekspert w dziedzinie energetyki jądrowej, inżynierii reaktorowej i bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, główny autor kluczowych polskich przepisów (rozporządzeń) dotyczących bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, ekspert MAEA, oraz uczestnik budowy i przygotowania eksploatacji EJ „Żarnowiec”.

DZIESIĘCIOLECIE DRUGIEGO PODEJŚCIA DO ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE¹

Ten years of the second approach to nuclear power in Poland

Andrzej Mikulski

Streszczenie: W artykule przedstawiono podejmowane działania w okresie ostatnich dziesięciu lat, gdy rząd zdecydował o drugim podejściu do budowy elektrowni jądrowej w Polsce w styczniu 2009 r. W tym czasie dokonano nowelizacji ustawy – Prawo atomowe, uchwalono tzw. specustawę o budowie elektrowni jądrowej, uzgodniono z sąsiadującymi państwami raport oddziaływania na środowisko i rozpoczęto rozmowy z potencjalnymi dostawcami technologii jądrowej. Dalszy ciąg prac utknął na etapie przygotowania sposobu finansowania budowy oraz oczekiwania na przygotowanie raportów lokalizacyjnego i oddziaływania na środowisko. Ministerstwo Energii wielokrotnie deklarowało chęć budowy elektrowni jądrowej, ale wciąż nie ma decyzji rządowej w tej sprawie.

Abstract: The article presents actions taken in the last ten years, when the governments decided to take actions for the construction of a nuclear power plant in Poland in January 2009. During this time a Nuclear Law was amended, special parliament law for construction NPP was adopted and environmental impact report was consulted with neighbour's countries, the talks with potential suppliers of nuclear technology was started. The further steps including formulation of financial model of construction and preparation of localization and environmental reports are still under way. Ministry of Energy many times declares readiness to construct the NPP but still there is no government decision on this matter.

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

Key words: Nuclear Power, Nuclear Power Plant, Polish Nuclear Power Program (PNPP)

Wprowadzenie

Rok 2019 rozpoczął się od dziesiątej rocznicy drugiego, tym razem wydawało się poważnego, podejścia do energetyki jądrowej w Polsce. Wstępne podejście to były luźne plany przy końcu lat 50. ubiegłego stulecia lokalizacji elektrowni jądrowej nad Narwią i Bugiem z blokiem o mocy 200-300 MWe. Pierwsze, poważne i realne podejście to było rozpoczęcie budowy EJ Żarnowiec (budynek główny) w październiku 1984 r. i produkcja wybranych urządzeń przez przemysł krajowy. Niestety skończyło się przerwaniem budowy i postawieniem w stan likwidacji w grudniu 1990 r. całej inwestycji, gdy zaawansowanie prac wynosiło 36%. Prawie następne 20 lat trzeba było czekać, by rozpocząć drugie podejście i trwa ono akurat 10 lat, więc wystarczająco długo by pokusić się o jego przedstawienie i skomentowanie. Do realizacji powołana została spółka celowa PGE EJ1 działająca w ramach grupy kapitałowej PGE SA. Opis działań tej spółki najlepiej przedstawić na podstawie oficjalnego materiału przedstawionego w odpowiedzi na interpelację poselską z kwietnia bieżącego [2019] roku. Niestety dla uzyskania pełniejszej rzetelności działań opis ten wymaga uzupełnienia, co też uczyniono na podstawie licznych doniesień prasowych i medialnych z tego dziesięciolecia 2009-2019.

Najważniejsze etapy drugiego podejścia do energetyki jądrowej

Przedstawiając sytuację energetyki jądrowej w Polsce w czasie dwóch pierwszych dekad XXI wieku na potrzeby oceny sytuacji energetyki jądrowej w kraju, można wyróżnić następujące główne kierunki/etapy działania (zakładam, że w tym kalendarium żaden etap nie został świadomie pominięty):

- (1) staranie o utrzymywanie wiedzy jądrowej poprzez zorganizowanie szeregu konferencji w tej dziedzinie przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP) i Polskie Towarzystwo Nukleoniczne (PTN) od połowy lat 90. ubiegłego wieku,
- (2) wystąpienie premiera Jarosława Kaczyńskiego z zapowiedzią budowy elektrowni jądrowej w exposé sejmowym w lipcu 2006 r.,
- (3) podjęcie decyzji przez rząd premiera Donalda Tuska o rozpoczęciu realizacji Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ)² w styczniu 2009 r. oraz powołanie Hanny Trojanowskiej na Pełnomocnika Rządu ds. energetyki jądrowej w maju tegoż roku

² takie sformułowanie tytułu 'Program Polskiej Energetyki Jądrowej' wskazuje jakby Polska dysponowała własną technologią jądrową, a niestety tak nie jest i bardziej stosowny byłby tytuł 'Program Energetyki Jądrowej dla Polski', tak jak to jest w niektórych dokumentach publikowanych w języku angielskim 'Nuclear Power Programme for Poland'

¹ Artykuł zapowiedziany w PTJ nr 1/2019

- i wyznaczenie spółki skarbu państwa PGE SA jako realizatora inwestycji wraz z wyznaczeniem terminu uruchomienia pierwszego reaktora w 2020 r.,
- (4) przygotowanie nowelizacji ustawy – Prawo atomowe i specjalnej ustawy sejmowej dla realizacji budowy elektrowni jądrowej uchwalone przez Sejm w połowie 2011 r.,
 - (5) przyjęcie przez rząd Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ) przygotowanego przez Pełnomocnika Rządu, ds. energetyki jądrowej, powołanie dwóch spółek PGE Energia Jądrowa i PGE EJ1 dla realizacji tego Programu w październiku 2014 r., ale już z przesuniętym terminem uruchomienia pierwszego reaktora do 2024 r. (tak długie prace nad przygotowaniem PPEJ wyniknęły z trwającego ponad 2 lata procesu uzgodnień raportu oddziaływania na środowisko ze wszystkimi zainteresowanymi państwami, sąsiadami Polski zgodnie z konwencją z Espoo),
 - (6) przeprowadzenie przez spółkę PGE EJ1 w 2013 r. postępowania przetargowego wyboru firmy wykonawczej badań środowiskowych w trzech wskazanych lokalizacjach: Żarnowiec, Choczewo-Kopalino i Gąski, które wygrała australijska firma Worley Parsons (postępowanie takie, zgodnie z polskimi przepisami powinno trwać 2 lata),
 - (7) przeprowadzenie podobnego postępowania przetargowego w 2014 r. w celu wyboru tzw. inżyniera kontraktu, które wygrała brytyjska firma AMEC (obecnie Wood plc.),
 - (8) zrealizowanie Strategicznego Projektu Badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” zarządzanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w latach 2010-2014, który niestety nie doczekał się kontynuacji w podobnej formie, a przygotowane w owym czasie kadry uległy rozproszeniu,
 - (9) rozpoczęcie badań środowiskowych w marcu 2015 r., jednakże po upływie około 18 miesięcy (w grudniu 2016 r.) spółka PGE EJ1, na podstawie uchybień w częściowo dostarczonych sprawozdaniach, postanowiła zerwać umowę i obecnie toczy się postępowanie sądowe o wzajemne odszkodowania w tej sprawie,
 - (10) wstrzymanie badań środowiskowych w lokalizacji Gąski na skutek lokalnych protestów i ostateczne odstąpienie od tej lokalizacji (lipiec 2016 r.),
 - (11) powołanie w lipcu 2016 r. w Ministerstwie Energii Zespołu ds. przeprowadzenia analizy i przygotowanie warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych (HTGR) w Polsce.
 - (12) zatwierdzenie w styczniu 2018 r. raportu Zespołu ds. reaktora wysokotemperaturowego uznającego celowość prowadzenia prac nad tym reaktorem, ale niestety jego analiza budzi wątpliwości pod względem oszacowanych kosztów i rozpoczęcie prawie jednocześnie prac nad reaktorem doświadczalnym i przemysłowym.³
 - (13) rozpoczęcie prac nad reaktorem wysokotemperaturowym w pierwszym kwartale bieżącego [2019] roku i ukierunkowanie ich na prowadzenie dalszych studiów teoretycznych i przygotowanie legislacyjne zamiast konkretnych prac projektowych, a praca wydaje się bardzo pilna, jeśli mamy osiągnąć zapowiadany w raporcie sukces, czyli Polska ma stać się eksporterem tej technologii (zaangażowanie różnych ośrodków naukowych na świecie w tej dziedzinie można było zaobserwować na konferencji HTR2018, która odbyła się w Warszawie w październiku 2018 r.),
 - (14) powierzenie przeprowadzenia nowych badań środowiskowych polskiej firmie ELBIS związanej z PGE SA, która rozpoczęła te badania od początku w marcu 2017 r., a zatem raport z nich powinien być dostarczony do końca bieżącego [2019] roku,
 - (15) ogłoszenie projektu Strategii Zrównoważonego Rozwoju w 2015 r. dawało nadzieję na przyspieszenie prac nad elektrownią jądrową, ale w ostatecznej wersji (publikacja w lutym 2017 r.) podjęcie stosownej decyzji odsunięto do czasu wykonania odpowiednich analiz przez Ministerstwo Energii, co do dzisiaj [sierpień 2019 r.] nie nastąpiło,
 - (16) połączenie w 2017 r. dwóch spółek PGE Energetyka Jądrowa i PGE EJ1, które miały wspólnego prezesa (stanowiska te były łączone) i ta druga nadzoruje obecnie tylko badania lokalizacyjne i środowiskowe, a w przyszłości przewidziana jest jako operator elektrowni jądrowej,
 - (17) przeprowadzenie kontroli w spółkach jądrowych przez NIK w 2017 r., która negatywnie oceniła realizację działań określonych w PPEJ na koniec trzeciego kwartału 2016 r.,
 - (18) upublicznienie w Sejmie w styczniu 2019 r. nakładów finansowych spółek PGE EJ i PGE EJ1 w latach 2010-2018 w wysokości 447 mln zł w odpowiedzi na interpelację poselską, którą przedstawił wiceminister energii Tadeusz Skobel, a w innym wystąpieniu powiedział on, że „na różne prace przygotowawcze w latach 2010-2017 wydano około 750 mln zł”⁴ dodając jakby lekceważąco „w efekcie powstało kilka różnych ekspertyz, raportów i analiz”,
 - (19) posiedzenie sejmowej Komisji Energii i Skarbu Państwa (kwiecień 2019 r.) poświęcone przedstawieniu informacji o projekcie „Polityki energetycznej Polski do 2040 roku” oraz aktualnego stanu i perspektywy rozwoju energetyki jądrowej.
- Wymienione wyżej etapy realizacji przedstawione zostały na podstawie wielu publikowanych materiałów prasowych i niestety pozostają w pewnej rozbieżności z podanymi niżej obszarami działania spółki PGE EJ1.

³ Uwagi do raportu Zespołu Ministerstwa Energii ds. reaktora wysokotemperaturowego, PTJ nr 1/2018, s.21-25

⁴ https://energetyka.wnp.pl/polska-na-atom-wydala-juz-750-mln-zl-wlaczymy-zielone-swiatlo-quot,339038_1_0_0.html

Działalność spółki PGE EJ1

Podsumowanie aktywności spółki PGE EJ1 najłatwiej przedstawić zapoznając się z odpowiedzią na interpelację posła Pawła Pudłowskiego z dnia 10 kwietnia 2019 r. (druk sejmowy nr K8INT30685) uzupełnioną sprawozdaniem z działalności spółki PGE EJ1 od 2011 r. do końca pierwszego kwartału 2019 r., w którym wymieniono następujące obszary tematyczne tej działalności⁵:

- budowanie kompetencji, czyli utworzenie wykwalifikowanego zespołu pracowników niezbędnego do prowadzenia prac związanych z rozpoczęciem przetargu na wybór technologii elektrowni jądrowej,
- przygotowanie Postępowania Zintegrowanego dla całościowej realizacji dostaw i usług dla całego projektu jądrowego tj. dostawę technologii reaktora generacji III/III+ wraz z generalnym wykonawstwem, dostawę paliwa jądrowego, świadczenie usług wsparcia w zakresie prowadzenia i utrzymania ruchu elektrowni jądrowej (O&M), zaoferowanie zasad i warunków zaangażowania kapitałowego inwestora i przygotowanie koncepcji finansowania inwestycji, ale w związku z decyzją nowego Ministerstwa Energii w 2016 r. prace te zostały wstrzymane;
- potwierdzenie zainteresowania programem budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej (październik 2015 r.) od takich dostawców technologii reaktora i potencjalnych inwestorów jak: Electricite de France, Westinghouse Electric Company LLC, SNC-Lavalin Nuclear Inc., GE-Hitachi Nuclear Energy Americas LLC i Korea Electric Power Corporation,
- otrzymanie od Komisji Europejskiej (luty 2015 r.) stanowiska dotyczącego wyłączenia stosowania przepisów ustawy Prawo zamówień publicznych i dyrektywy sektorowej do przeprowadzenia Postępowania Zintegrowanego, które miało zostać przeprowadzone według regulaminu zamawiającego,
- dokonanie wyboru dwóch lokalizacji i rozpoczęcie badań lokalizacyjnych i środowiskowych (wiosna 2017 r.) w pełnym zakresie dla obszarów Lubiatowo-Kopalino i Żarnowiec przez firmę ELBIS,
- prowadzenie współpracy z instytucjami krajowymi: m.in. z dozorem jądrowym (Prezes Państwowej Agencji Atomistyki), dozorem technicznym (Urząd Dozoru Technicznego), dozorem środowiskowym (Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska) oraz Sztabem Generalnym Wojska Polskiego i Strażą Graniczną, czego efektem są bieżące uzgodnienia dotyczące licznych i dedykowanych dla elektrowni jądrowej wymagań w celu uzyskania zezwoleń i pozwoleń w obszarach kompetencyjnych tych organów;

- działanie na rzecz stabilnego poparcia dla budowy elektrowni jądrowej w gminach wytypowanych dla jej lokalizacji na poziomie 65%-72% w latach 2011-2018 w czterech głównych obszarach: współpraca z samorządami, program wsparcia rozwoju gmin, działalność informacyjno-edukacyjna i odpowiedzialność społeczna biznesu,
- wspieranie merytoryczne doświadczonych doradców branżowych przez wyspecjalizowane firmy doradcze i ekspertów, zarówno krajowych, jak i zagranicznych, w szczególności w obszarze energetyki jądrowej.

Odpowiedź na interpretację uzupełniona jest informacją o stanie zatrudnienia w spółce PGE EJ1 na dzień 15 kwietnia 2019 r., który wynosił 80 osób i zmniejszył się z 121 osób zatrudnionych na koniec 2015 r. z powodu ograniczenia działalności do administrowania badań lokalizacyjnych i środowiskowych. Można tylko wyrazić przekonanie, że redukcja ta nie dotyczyła specjalistów technicznych tak potrzebnych przy realizacji tej inwestycji.

Działania te w ostatnim okresie można określić jako odkładanie decyzji pseudo uzasadnione brakiem wyników badań środowiskowych i lokalizacyjnych, natomiast redukcja zatrudnienia może świadczyć o przestankach administracyjnych i chęci zmniejszenia kosztów, gdy o poniesionych wydatkach stało się głośno w mediach. Smutkiem napawa fakt, że w ten sposób tracimy czas potrzebny na przygotowanie i uruchomienie elektrowni jądrowej, jako czynnika zmniejszającego emisję dwutlenku węgla przez elektrownie konwencjonalne i redukującego koszty tej emisji ponoszone w ramach regulacji Unii Europejskiej.

Działania Ministerstwa Energii

W minionym dziesięcioleciu zagadnienia energetyki jądrowej do grudnia 2015 r. przypisane były do Ministerstwa Gospodarki, a po zmianie rządu przeszły do Ministerstwa Energii. Zasadnicze działania z tego pierwszego okresu zostały już poprzednio przedstawione w kalendarium, a z tego ostatniego okresu trzech i pół lat na pierwszym miejscu znajdują się analizy dotyczące sposobów finansowania budowy elektrowni jądrowej. Wiadomo już, że elektrownia nie będzie budowana na podstawie kontraktu zintegrowanego (całością zajmie się dostawca technologii) ani o kontrakt różnicowy zawarty z rządem jak w przypadku Wielkiej Brytanii (gwarantowana cena energii elektrycznej). Jedną z propozycji finansowania jest (albo już był) tzw. model Mankala przedstawiony na łamach PTJ⁶, polegający na finansowaniu budowy przez przyszłych odbiorców energii elektrycznej, ale inne możliwości finansowania stale pozostają w kręgu rozważań i nie zostały do tej pory ujawnione.

⁵ [http://orka2.sejm.gov.pl/INT8.nsf/klucz/ATTBKC5N/\\$FILE/i30685-o1_2.pdf](http://orka2.sejm.gov.pl/INT8.nsf/klucz/ATTBKC5N/$FILE/i30685-o1_2.pdf)

⁶ Ł. Sawicki, B. Horbaczewska: Model Mankala w energetyce jądrowej na przykładzie fińskiej spółki TVO, PTJ nr 3/2019, s.11-21

Czym zajmował się Departament Energii Jądrowej od czasu przejścia do Ministerstwa Energii w grudniu 2015 r., można prześledzić na podstawie dostępnych materiałów w zakładce „Aktualności” na stronie internetowej ministerstwa⁷ (niestety wcześniejsze informacje dotyczące Ministerstwa Gospodarki nie są dostępne) i podzielić na kilka kierunków:

(i) popieranie polskiego przemysłu w staraniach o kontrakty przy budowach elektrowni jądrowych za granicą poprzez przygotowanie katalogu firm zainteresowanych tą działalnością (niestety tylko około 25 firm z 300 wymienionych w katalogu ma rzeczywiste doświadczenia udziału w takich budowach za granicą, a pozostałe wyraziły tylko zainteresowanie tym kierunkiem działania) i zorganizowaniem prezentacji dla tych polskich firm na targach jądrowych (Paryż, 2017) i Światowej Wystawie Nuklearnej (World Nuclear Exhibition) w Paryżu w czerwcu 2018 r.,

(ii) nawiązanie kontaktu z dostawcami technologii jądrowej w czasie wizyt w takich krajach jak:

- Francja (Paryż i inne miasta, lipiec 2016),
- Japonia (Tokio, październik 2016),
- USA (Waszyngton, luty 2017, wrzesień 2018) – rozmowy międzyrządowe o możliwościach współpracy w zakresie energetyki jądrowej oraz spotkanie z przedstawicielami amerykańskiego przemysłu jądrowego,
- Korea Południowa (Seul, kwiecień 2017),
- Chiny (Pekin, lipiec 2017 i Warszawa, listopad 2017),
- Wielka Brytania (Londyn, maj 2018) rozmowy na temat reaktorów HTR,
- Czechy (Praga, lipiec 2018) polsko-czeskie rozmowy o energetyce jądrowej

oraz podpisanie porozumień o współpracy z okazji tych spotkań,

(iii) przedstawianie programu energetyki jądrowej w Polsce na konferencjach/seminariach krajowych jak:

- Piknik Naukowy w Warszawie w latach 2017, 2018 i 2019,
- konferencja „Polski przemysł dla elektrowni jądrowej” (Warszawa, styczeń 2017),
- konferencja „Budowa elektrowni jądrowej – technologia, finansowanie, bezpieczeństwo i zarządzanie projektem” (Poznań, kwiecień 2018),
- 10. Międzynarodowa Szkoła Energetyki Jądrowej (Warszawa, listopad 2018),
- panel o energetyce jądrowej na konferencji COP24 (Katowice, grudzień 2018),
- konferencja »Przyszłość energii jądrowej« połączona z prezentacją raportu przygotowanego przez Massachusetts Institute of Technology

pt. „Przyszłość energetyki jądrowej w świecie z ograniczeniem emisji dwutlenku węgla” (Warszawa, styczeń 2019),

(iv) przedstawianie programu energetyki jądrowej w Polsce na spotkaniach i konferencjach międzynarodowych jak:

- konferencja New Nuclear International Conference (Warszawa, czerwiec 2016),
- cykliczne spotkania grupy sterującej „Międzynarodowe Ramy Współpracy dla Energetyki Jądrowej” – FNEC (Paryż, czerwiec 2016, listopad 2017, listopad 2018),
- coroczne Konferencje Generalne Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (Wiedeń, wrzesień 2016, 2017 i 2018),
- konferencja „Energetyka jądrowa w XXI wieku” (Abu Dhabi, listopad 2017),
- wizyta na Ukrainie w EJ Chmielnicki (listopad 2017),
- konferencja „Innowacje jądrowe: przyszłość czystej energii” (Kopenhaga, maj 2018),
- polsko-japońskie seminarium jądrowe (Warszawa, maj 2018),
- seminarium „Środowiskowe aspekty projektów jądrowych” zorganizowane przez Ambasadę Francji (Warszawa, czerwiec 2018),
- konferencja Międzynarodowej Agencji Energii (Paryż, czerwiec 2018) o przyszłości energetyki jądrowej i jej roli w osiągnięciu celów związanych z ochroną klimatu,
- polsko-koreańskie w forum przemysłu jądrowego (wrzesień 2018),
- regionalna konferencja ministerialna branży jądrowej (Bukareszt, październik 2018),
- międzynarodowa konferencja na temat reaktorów wysokotemperaturowych HTR2018 odbywająca się cyklicznie co 2 lata (Warszawa, październik 2018),
- udział w panelu na temat energetyki jądrowej na konferencji DISE – Dolnośląskiego Instytutu Systemów Energetycznych (Wrocław, październik 2018),
- konferencja „Światowy Przemysł Jądrowy Patrzy na Polskę” (Nuclear Spotlight Poland) zorganizowanej przez Światowe Stowarzyszenie Nuklearne (World Nuclear Association) Warszawa, listopad 2018,
- polsko-japońskie seminarium poświęcone rozwojowi kadr dla polskiej energetyki jądrowej (Kraków, listopad 2018);

(v) zainicjowanie nowego kierunku rozwoju technologii jądrowej w Polsce jakim są reaktory wysokotemperaturowe chłodzone gazem (HTGR) poprzez powołanie ministerialnego zespołu (lipiec 2016), przyjęcie raportu z prac tego zespołu (styczeń 2018) i zapowiedź powstania centrum Naukowo-Przemysłowego wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych

⁷ <https://www.gov.pl/web/energia/energetyka-jadrowa-news>

- (marzec 2018, ale chyba ono jeszcze nie powstało) oraz podpisanie porozumienia o współpracy z Japonią (styczeń 2019) i finansowanie realizacji badań tych reaktorów kwotą 18 mln zł w ciągu trzech lat 2019-2021 celem „przygotowana serii analiz technicznych, prawnych i społeczno-gospodarczych, które w późniejszym etapie posłużą do sprawnego wdrażania technologii wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych w polskim przemyśle);
- (vi) powołanie zespołu ds. opracowania zmian w tzw. specustawie jądrowej (lipiec 2017), która uchwalona była w 2011 r. i nie została jeszcze wykorzystana, a już wymaga nowelizacji;
- (vii) działalność szkoleniowa jak:
- przygotowanie filmu animowanego „Opowieść o energii jądrowej” (grudzień 2018)
 - organizację szkolenia dla 160 nauczycieli i doradców metodycznych z całej Polski pt. „Jak uczyć o energii jądrowej” (Warszawa, wrzesień 2017),
 - organizację warsztatów na temat rozwoju kadr dla energetyki jądrowej przygotowanych wspólnie z MAEA (Warszawa, grudzień 2018).
- Osobną formą działalności są publikowanie materiałów na temat energetyki jądrowej dostępne na stronie internetowej Ministerstwa Energii⁸, które można podzielić na sześć kategorii:
- (a) materiały pokonferencyjne:
- konferencja „Promieniujemy na całą gospodarkę – Polski przemysł dla elektrowni jądrowej” (Warszawa, styczeń 2017)
 - materiał dydaktyczny „Wytyczne wspomagające działania krajowych przedsiębiorstw w budowie elektrowni jądrowych w zakresie rurociągów klasy 1,2,3 oraz niesklasyfikowanych” przygotowany przez Instytut Spawalnictwa w Gliwicach (styczeń 2017)
 - publikacja informatora-poradnika dla nauczycieli i doradców metodycznych: „Wiem jak uczyć o energii jądrowej” (grudzień 2017)
- (b) popularne informacje o energii jądrowej zawarte w broszurach:
- «atom – promieniowanie – energia, fakty i mity» i «100 zagadek o energii jądrowej»,
- (c) informacje o programach jądrowych w takich krajach jak (w kolejności ukazywania się poszczególnych zeszytów): Francja, Wielka Brytania, Ukraina, Republika Korei, Chiny, Stany Zjednoczone Ameryki, Federacja Rosyjska, Argentyna, Brazylia, Kanada, Finlandia i Szwecja,
- (d) informacje o wpływie programu jądrowego na polską gospodarkę z podziałem na takie elementy jak: korzyści na poziomie gospodarki narodowej, udział polskiego przemysłu, korzyści na poziomie lokalnym i zatrudnienie,
- (e) ogólne informacje dotyczące energetyki jądrowej na świecie jak:
- Energetyka jądrowa w Unii Europejskiej po powrocie Niemiec do decyzji o zakończeniu eksploatacji elektrowni jądrowych do roku 2022,
 - Wypalone paliwo jądrowe – do recyklingu?
 - Morskie elektrownie jądrowe – gdy nie można zbudować na lądzie,
 - Małe reaktory modułowe – alternatywa dla dużych obiektów jądrowych czy ich uzupełnienie?
 - Uran – źródło energii na setki lat,
 - Energetyka jądrowa na świecie, marzec 2017,
 - Reaktory jądrowe IV Generacji,
 - Jądrowy cykl paliwowy,
 - Wydobywanie i produkcja uranu,
 - Energetyka jądrowa – aspekt militarny,
 - Wykorzystanie promieniowania jonizującego w przemyśle;
- (f) wydanie kompendium wiedzy o historii badań w dziedzinie energii jądrowej pt. „Atomistyka w Polsce”, 2018.
- Podsumowując działania Departamentu Energii Jądrowej widać ogromną aktywność informacyjną w ostatnich trzech latach na polu międzynarodowym i krajowym, ale niestety nie przekładało to się na postęp w realizacji programu jądrowego i przyspieszenie rozpoczęcia budowy elektrowni jądrowej. Z pierwotnych zamierzeń uruchomienia pierwszego reaktora w 2020 r., po przyjęciu programu przez rząd pojawił się 2024 r., a obecnie w Polityce Energetycznej Państwa wymieniany jest już 2033 r.
- Działania w zakresie przygotowania nowej kadry specjalistów bardzo skurczyły się w porównaniu z okresem rozpoczynania programu jądrowego w 2010 r. Studia dzienne z zakresu inżynierii reaktorowej prowadzone są chyba tylko w jednej uczelni, podobnie jak studia podyplomowe (Politechnika Warszawska), a w innych zostały zawieszane bądź zlikwidowane. Ostatnio Narodowe Centrum Badań Jądrowych uruchomiło międzynarodowe studia doktoranckie ukierunkowane na nowe reaktory wysokotemperaturowe liczące obecnie 12 słuchaczy, a dwie trzecie z nich pochodzi z Polski.
- Departament Energii Jądrowej w przeszłości, za czasów Ministerstwa Gospodarki (2014) przegrał starania o kontynuowanie programu strategicznego NCBR pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” mimo silnego poparcia ze strony instytutów atomistyki, a obecnie nie przejawia aktywności w zamawianiu konkretnych prac rozwojowych i kontynuacji w formie projektu NCBR.
- Natomiast na portalu wnp.pl w listopadzie 2018 r. można było przeczytać tytuł „Wiemy, kto może wybudować w Polsce elektrownię atomową”, a w tekście czytamy, że może to być firma Westinghouse⁹ i czas, jaki upłynął od tej informacji, tylko potwierdza to stwierdzenie.

⁸ <https://www.gov.pl/web/energia/publikacje-jadrowe-raporty-analizy-opracowania>

⁹ https://www.wnp.pl/energetyka/wiemy-kto-moze-wybudowac-w-polsce-elektrownie-atomowa,334731_1_0_0.html [dostęp 14-06-2019]

Niestety w okresie ostatnich dwóch lat nastąpiły zmiany kadrowe w Ministerstwie Energii, odszedł wiceminister Andrzej Piotrowski (luty 2018) i dyrektor Departamentu Energii Jądrowej Józef Sobolewski (styczeń 2019), co pewnie pozostanie niezrozumiałe przez dostawców technologii jądrowej w krajach, z którymi prowadzili rozmowy i uzgodnienia techniczne przez ostatnie trzy-cztery lata.

Działania posłów na rzecz energetyki jądrowej

Zainteresowanie posłów i senatorów energetyką jądrową przejawiało się na trzech kierunkach:

- (a) zgłaszanie interpelacji poselskich,
- (b) powstanie Zespołu Parlamentarnego ds. energetyki jądrowej,
- (c) organizowanie posiedzeń Sejmowej Komisji Energii i Skarbu Państwa poświęconych energetyce jądrowej.

W ostatnich 18 miesiącach zostało zgłoszonych kilka interpelacji poselskich (wszystkie są dostępne na stronie internetowej Sejmu) w sprawie budowy elektrowni jądrowej i zadano w nich wiele pytań, a odpowiedzi dotyczące bieżącej sytuacji i podejmowanych działań można podsumować w następujących punktach:

1) mimo przyjęcia przez rząd w 2016 r. sprawozdania z realizacji PPEJ i zapowiedzi jego aktualizacji to do tej pory nie opublikowano żadnego wiążącego dokumentu (jest tylko projekt PEP2040 w fazie wnoszenia poprawek po konsultacjach społecznych, które zakończyły się w 15 stycznia br.)

2) Ministerstwo Energii przygotowało kilka modeli biznesowych, ale nie wiadomo, na czym polega trudność, że nie można ich opublikować i poddać dyskusji w gronie fachowców,

3) nakłady finansowe na PPEJ sięgają już prawie 1 mld zł (według innej informacji 909 mln zł), a realizacja programu daleka jest od rozpoczęcia, poczynając od braku lokalizacji i wybrania dostawcy technologii,

4) umowa o przeprowadzenie badań środowiskowych przez firmę WorleyParsons została zerwana i spór toczy się w sądzie. Spółka PGE EJ1 wniosła pozew przeciwko niej o zapłatę kwoty około 15 mln zł z tytułu zaległych kar umownych, a z kolei spółce PGE EJ1 doręczono pozew WorleyParsons o zapłatę około 59 mln zł tytułem wynagrodzenia, które nienależnie przez PGE EJ1 zostało potrącone, za prace bezzasadnie nieodebrane oraz za zarządzanie projektem. Nie wchodząc w szczegóły tych roszczeń, wiemy tylko, że sąd postanowił połączyć obie sprawy do wspólnego rozpoznania (napisano w odpowiedzi na interpelację w marcu 2019 r.),

5) spółka PGE EJ1 od listopada 2011 r. prowadzi stały dialog z przedstawicielami administracji publicznej oraz mieszkańcami gmin przyszłych lokalizacji: Choczewa oraz Gniewina i Krokowej, ale w czasie jednego z posiedzeń Zespołu Parlamentarnego ds. energetyki jądrowej przedstawiciel jednej z gmin stwierdził, że nie są one nim usa-

tysfakcjonowane ze względu na przedłużający się okres niepewności, gdzie elektrownia będzie budowana,

6) sprawa kosztów realizacji programu PPEJ jest faktem najbardziej bulwersującym opinię publiczną, a Ministerstwo Energii (kwiecień 2019 r.) szacuje, że koszt inwestycji w energetykę jądrową o łącznej mocy 6-9 GW wyniesie 100-135 mld zł, rozłożonych w ciągu 20-25 lat.

7) jedyną optymistyczną wiadomością z odpowiedzi na interpelacje (jeśli jest prawdziwa) są wyniki badania poziomu akceptacji społecznej w gminach przyszłej lokalizacji i w ich sąsiedztwie, które utrzymują się na stałym, wysokim poziomie i tak w gminie Choczewo wynosi ona 73%, w gminie Krokowa 62%, natomiast w gminie Gniewino 68%.

Udzielone odpowiedzi są w pewnym zakresie satysfakcjonujące dla pytających, dostarczają nowych informacji, ale zarazem pokazują, że nie jest dobrze z realizacją PPEJ i nic nie zapowiada poprawy.

Zespół Parlamentarny ds. energetyki jądrowej, któremu przewodniczy poseł Jan Klawiter powstał 5 lipca 2017 r. i liczy formalnie 7 członków, ale na posiedzeniach uczestniczyło wielu innych parlamentarzystów. W tym czasie Zespół odbył 6 posiedzeń poświęconych następującym zagadnieniom:

Data	Tematyka posiedzenia
27-09-2017	Energetyka jądrowa w Polsce: stan aktualny i zamierzenia
26-10-2017	Środowiskowe uwarunkowania energetyki jądrowej
13-12-2017	Klimat a energetyka jądrowa
28-02-2018	Plan rozwoju reaktorów wysokotemperaturowych w Polsce
02-07-2018	1. Aktualny stan działań w zakresie budowy elektrowni jądrowej 2. Etap decyzyjny nt. budowy elektrowni jądrowej w Polsce 3. Aspekty ekonomiczne energetyki jądrowej
11-09-2018	1. Polityka Energetyczna Niemiec (dr Detlef Ahlborn – ekspert do spraw niemieckiej transformacji energetycznej, wiceprezes niemieckiej pozarządowej organizacji Vernunftkraft z Berlina 2. Prawda o transformacji energetycznej w Niemczech – dr inż. Andrzej Strupczewski z NCBJ w Świerku

Wymienione prezentacje oraz rejestracja wizyjna wszystkich posiedzeń dostępna jest na stronie internetowej Sejmu¹⁰. Dwuletnia praca Zespołu niestety nie przyniosła konkretnych rezultatów. Przedstawiono przekonywujące argumenty za energetyką jądrową, zarysowano plan prac nad reaktorem wysokotemperaturowym i dalej sprawa pozostała w zawieszeniu, nie

¹⁰ <http://www.sejm.gov.pl/Sejm8.nsf/agent.xsp?symbol=ZE-SPOL&Zesp=483> [dostęp 26-06-2019]

udało się (o ile mi wiadomo) dotrzeć do premiera decydującego o dalszych pracach w dziedzinie energetyki jądrowej.

Sprawami energetyki jądrowej w Sejmie zajmowała się również Komisja Energii i Skarbu Państwa. Na jej ostatnim posiedzeniu w dniu 2 kwietnia br. omawiano dwie informacje ministra energii Krzysztofa Tchórzewskiego dotyczące „Polityki energetycznej Polski do 2040 roku” i „aktualnego stanu i perspektyw rozwoju energetyki jądrowej”. Transkrypcja przebiegu posiedzenia dostępna jest w internecie¹¹, a dla celów tego sprawozdania można wynotować z wystąpienia ministra następujące stwierdzenia (na podstawie stenogramu sejmowego):

1) „konsultacja PPEJ2040 trwała do połowy stycznia 2019 r. i napłynęło tysiące wniosków, a obecnie prowadzona jest analiza zgłoszonych uwag” [mamy sierpień i ostateczna wersja dokumentu nie została opublikowana],

2) „system energetyki jądrowej powinien rozpocząć się od 2033 r., a do 2040 r. powinniśmy posiadać zainstalowaną moc minimum 6 GWe (a może nawet 9 GW)”,

3) „obecnie w wielu państwach wchodzi się w energetykę jądrową, a część państw wraca do energetyki jądrowej”,

4) „budowa elektrowni jądrowej może być zrealizowana nawet w 60% przez polskie przedsiębiorstwa”,

5) „termin uruchomienia pierwszego bloku jądrowego do 2033 r. wynika z bilansu mocy w Krajowym Systemie Energetycznym”,

6) „wytworzenie pierwszej jednostki z elektrowni jądrowej w Polsce wymaga szeregu działań. W pierwszej kolejności niezbędna jest kierunkowa decyzja dotycząca sposobu finansowania, jesteśmy w trakcie przygotowania. Następnie wybór technologii i wybór generalnego wykonawcy projektu. Wybór lokalizacji determinowany jest dostępem do wody chłodzącej, a także możliwością wyprowadzenia mocy oraz wycofania innej mocy w poszczególnych częściach kraju. Z tego względu jako główne lokalizacje budowy elektrowni jądrowej pod uwagę brane są miejsca na Wybrzeżu, a więc Lubiawo-Kopalino i Żarnowiec.”

Warto zauważyć, że w posiedzeniu brał udział Tomasz Nowacki, nowy dyrektor Departamentu Energii Jądrowej, który od 1 lutego br. zastąpił na tym stanowisku Józefa Sobolewskiego. Jego wypowiedź dotyczyła:

1) uzasadnienia wprowadzania energetyki jądrowej w Polsce, która pozostaje niezmienna, chodzi o sprostanie rosnącemu zapotrzebowaniu na energię elektryczną i zapewnieniu dywersyfikacji dostaw, co poprawia bezpieczeństwo energetyczne,

2) energetyka jądrowa jest źródłem stabilnym [energii elektrycznej] w zakresie dostaw i to niezależnie

od warunków pogodowych,

3) z [przeprowadzonych] analiz wynika, że koszty i ceny energii z elektrowni jądrowych w długim okresie są raczej na stabilnym poziomie,

4) inwestycja w energetykę jądrową jest projektem na tyle dużym, że bezpośrednio i pośrednio przełoży się na rozwój cywilizacyjny naszego kraju. Konieczność spełnienia standardów przemysłowych dla energetyki jądrowej jest znacznie wyższa, niż w innych przemysłach, co przekłada się na podniesienie jakości przemysłu w kraju, który ma energetykę jądrową,

5) rynek paliwa jądrowego jest bardzo dobrze zdywersyfikowany. Paliwo jądrowe tudzież materiały wyjściowe do produkcji tego paliwa pochodzą z krajów stabilnych politycznie,

6) istotnym czynnikiem [w budowie elektrowni jądrowej] [...] jest udział naszego przemysłu. Chodzi o to, aby jak największy był udział polskich przedsiębiorstw zarówno pod kątem bezpośredniej sprzedaży, jak i rozwoju cywilizacyjnego naszego państwa, przemysłu i społeczeństwa. [...] Warto prześledzić drogę, którą przebyli np. Koreańczycy, gdzie pierwsze dwie elektrownie jądrowe były budowane pod klucz przy marginalnym i niewielkim udziale firm koreańskich. Kolejne były budowane z coraz większym udziałem, a obecnie Korea jest eksporterem reaktorów,

7) Współpracujemy bardzo aktywnie z przemysłem, z różnymi branżami. [...] Mamy kilkadziesiąt przedsiębiorstw, które na całym świecie wykonują zlecenia w wielu elektrowniach jądrowych i tych budowanych od podstaw, i tych, które są remontowane lub na nowo wyposażane. Dodatkowe 250 przedsiębiorstw to firmy, które mają tzw. potencjał jądrowy i w krótkim czasie są w stanie przeskoczyć na działalność na rzecz energetyki jądrowej,

8) Jesteśmy w trakcie zapewnienia warunków formalno-prawnych i, co na tym etapie wydaje się najważniejsze, warunków finansowych do budowy i funkcjonowania energetyki jądrowej, nie tracąc z oczu takich rzeczy, jak wykwalifikowana kadra czy dostosowanie obecnych struktur organu dozoru jądrowego do de facto nowej roli,

9) W dalszym polu widzenia, ale nie tracimy tego z naszej perspektywy, są małe reaktory. Najbardziej perspektywiczne to małe, modułowe reaktory oraz w pewnym sensie reaktory wysokotemperaturowe. Natomiast nie stanowi to ani żadnej konkurencji, ani nie ma planów budowania programu na podstawie tych technologii. Są to technologie przyszłościowe, na które tylko zwracamy uwagę. Nie są elementem tej energetyki jądrowej, o której myślimy – wielkoskalowej,

10) Projekt wymaga zakończenia prac nad modelem finansowania i nad strukturą biznesową, która nie jest ustalona. Następnie należy wybrać lokalizację pierwszej elektrowni jądrowej, wybrać technologię i generalnego wykonawcę oraz myślimy o dodatkowym uproszczeniu formalnej strony procesu inwestycyjnego,

¹¹ <http://search.sejm.gov.pl/SejmSearch/ADDL.aspx?DoSearch-NewByIndex>

11) Jeszcze słowo o perspektywicznej roli nowych technologii reaktorowych. Obecnie świat najbardziej myśli o małych reaktorach. Małe reaktory planowane są pod ich specyficzne zastosowania. Mają zastosowanie w miejscach poza siecią elektroenergetyczną jak np. rejon polarny lub pustynie. Oczywiście do tego docho- dzą prace nad mobilnością tych jednostek, aby można było je swobodnie przemieszczać – np. na barkach lub kolejną.

Po tych wystąpieniach posłowie zadali szereg py- tań i z odpowiedzi ministra Tchórzewskiego można wynotować:

1) „Rozmowy [w sprawie energetyki jądrowej] prowadzone są przez poszczególne resorty. Toczą się nie tylko ze Stanami Zjednoczonymi, co stało się gło- śne, ale także z innymi państwami. Nie stawiamy spra- wy jako wyboru technologii. Stawiamy sprawę w taki sposób, że oczekujemy na technologię, ale wraz z do- stawą kapitału. Zatem w całym przedsięwzięciu oczę- kujemy propozycji udziału kapitałowego przez dane państwo lub wskazane firmy. [...] Reasumując, oczę- kujemy oferty pakietowej. [...] Można powiedzieć [w odpowiedzi na pytanie pani poseł Jolanty Hibner z klubu PO-KO], że jeśli chodzi o pierwszy blok, [to] lokalizacja jest przesądzona. Będzie nad morzem. Nie wiemy jeszcze gdzie, ale nie będziemy psuli tego, co państwo przygotowywali. Trzeba to po prostu konty- nuować.”

2) „Kolejne pytanie dotyczyło wiążącej decyzji o budowie elektrowni jądrowej i tego, kto będzie ją budował. Już odpowiadałem na pytanie o wykonawcę. Jeszcze tego nie wiemy. Wiemy, że w EJ najbardziej za- angażowana jest PGE, więc ona jest głównym filarem budowy pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce plus współpracujące z nią spółki. To nie ulega wątpliwości. Jak będzie to wyglądało, czas pokaże. W tej chwili PGE jest główną spółką, ostoją pierwszego bloku.”

3) „Nie zmienialiśmy ustawy o energetyce jądrowej. Idziemy trybem, który został wcześniej przyjęty. Planowane zmiany w ustawie, szczególnie uzupełnie- nie programu jądrowego, będą procedowane i wpro- wadzane wraz z PEP2040. Przyjęcie tych dokumentów przez rząd będzie załatwieniem sprawy, jeśli chodzi o wymagania formalne, tak aby spółki mogły to spo- kojnie realizować. Mam nadzieję, że nastąpi to gdzieś w połowie roku.”

W dalszym ciągu o odpowiedzi na pytania doty- czące energetyki jądrowej poproszony został Krzysztof Sadłowski, od dwóch lat p.o. prezesa PGE EJ1, który na pytanie dotyczące okresu od 2015 r. powiedział:

1) „W 2016 r. podjęto decyzję o zawieszeniu tzw. postępowania zintegrowanego związanego z zakupem technologii, paliwa do tej technologii, współfinansowa- nia i tzw. usług potencjalnego serwisu utrzymania ruchu. Było to wynikiem niepodjęcia finalnej decyzji w sprawie realizacji sposobu finansowania pełnego programu ją-

drowego. Wspólnicy finansujący spółkę EJ1 jako spółkę celową do wybudowania pierwszej elektrowni jądrowej ograniczyli jej działanie do przygotowania jedynie rapor- tów lokalizacyjnego i środowiskowego”.

2) „Mogę oświadczyć, że badania środowiskowe praktycznie są zakończone. Na podstawie tych badań spółka w 2018 r. usiłowała przeprowadzić przetarg na wyłonienie wykonawców raportu zarówno oddzia- ływania na środowisko, jak i raportu lokalizacyjnego. Mówiąc szczerze, nie było zainteresowania. Przetarg nie został sfinalizowany, bo nie wpłynęły oferty speł- niające warunki zamówienia. W tej chwili rozpoczęli- śmy tzw. dialog techniczny, zapraszając potencjalnych zainteresowanych wykonaniem raportów, po to, żeby bardziej zapoznać ich z naszymi oczekiwaniami, a przy okazji wymienić poglądy na temat tego, co powinni- śmy uzyskać”.

3) „Poczyniliśmy bardzo duże przygotowania do wykonania studium wody czy studium wyprowadzenia mocy. [...] Aby posadzić obiekt jądrowy czy jakikol- wiek inny energetyczny, trzeba spełnić przede wszyst- kim trzy warunki: możliwość dostarczenia paliwa, wy- prowadzenia mocy i czynnik podstawowy – woda”.

4) „Obecnie jesteśmy na etapie przeprowadze- nia przetargu na wyłonienie wykonawców raportów oddziaływania na środowisko i lokalizacyjnego, żeby na ich podstawie w najbliższej przyszłości uzyskać de- cyzje lokalizacyjne i środowiskowe. [...] Badania się za- kończyły, a niektóre jeszcze trwają, bo wymagają cią- głości przez 2 lata i więcej, więc są w toku. Natomiast wyniki badań będą odpowiednio podsumowywane i opracowywane według wytycznych rozporządzenia [Ministerstwa Środowiska]”.

Z przedstawionych materiałów widać aktywność parlamentarzystów z okresu ostatniej kadencji (2015-2019) w zainteresowaniu sprawami budowy elektro- wni jądrowej, ale niestety nie przełożyło to się na kon- kretne decyzje, a w tym czasie tylko przesunął się ter- min uruchomienia pierwszego reaktora.

Działania organizacji poza rządowych

W obszarze organizacji pozarządowych związa- nych z energetyką jądrową najstarszą jest Polskie To- warzystwo Nukleoniczne działające od 1990 r. W oma- wianym okresie zorganizowało ono trzy konferencje objęte wspólnym hasłem Mądralin (od pierwszej zor- ganizowanej w Domu pracy Twórczej w Mądralinie) poświęcone takim tematom jak:

(1) Polska nauka i technika dla elektrowni jądrowej w Polsce (13-14 stycznia 2011),

(2) Nauka i technika wobec wyzwania budowy elektrowni jądrowej (13-15 lutego 2013),

(3) Wybrane aspekty bezpieczeństwa elektrowni jądrowej w Polsce (24-25 listopada 2015), z których materiały dostępne są na stronie interneto- wej PTN.

Inną formą działalności są cyklicznie organizowane wspólnie z Komitetem Energetyki Jądrowej (SEP) i Stowarzyszeniem Ekologów na Rzecz Energii Nuklearnej (SEREN) seminaria w budynku Starej Kotłowni na terenie Politechniki Warszawskiej poświęcone różnym aspektom techniki jądrowej.

Drugą organizacją jest Stowarzyszenie Ekologów na rzecz Energii Jądrowej (SEREN) powstałe w 2006 r. W omawianym okresie Stowarzyszenie uczestniczyło w organizacji szeregu konferencji Renesans Energetyki Jądrowej połączonych z Międzynarodowymi Targami Energetycznymi ENEX w Kielcach w latach 2009, 2010, 2012 i 2015 oraz ENERGETAB w Bielsku-Białej w 2012 r. prezentując referaty na temat energetyki jądrowej. Co więcej, w latach 2010-2015 ukazało się 17 wydań internetowego czasopisma EKOATOM, którego dalsze wydawanie zostało niestety wstrzymane z powodu braku funduszy. Przedstawiciele Stowarzyszenia SEREN brali udział w latach 2015, 2016 i 2017 w posiedzeniach Zespołu Parlamentarnego ds. energetyki jądrowej na temat aktualnego stanu przygotowań budowy pierwszej elektrowni jądrowej.

Trzecią organizacją jest Stowarzyszenie Obywatelski Ruch Na Rzecz Energetyki Jądrowej (ORnREJ), który został założony w 2012 r. i działa na rzecz promowania energetyki jądrowej współpracując z takimi organizacjami na Wybrzeżu jak: EJŻarnowiec i Tak dla Atomu w Gminie Choczewo. Stowarzyszenie rozpoczęło działalność od organizacji w Sejmie konferencji „Energetyka Jądrowa Polską Racją Stanu” w 2014 r., a w kolejnych latach było współorganizatorem konferencji w Sejmie zwoływanych przez Zespół Parlamentarny ds. energetyki jądrowej. Inną formą działalności jest publikowanie na portalu CIRE.pl i na Facebook’u informacji o energetyce jądrowej w Polsce i na świecie oraz zamysł odwoływania się do społecznych manifestacji poparcia dla energetyki jądrowej.

Ocena dziesięciolecia realizacji PPEJ

Częściowa ocena realizacji PPEJ w ostatnich dwóch latach dotycząca takich zagadnień jak:

- Sytuacja energetyki jądrowej w Polsce
- Reaktory energetyczne dużej mocy
- Raport Najwyższej Izby Kontroli
- Reaktor wysokotemperaturowy
- Raport „Polska energetyka 2030”
- PGE Raport Zintegrowany 2017
- List do premiera Mateusza Morawieckiego (maj 2018)

została już szczegółowo przedstawiona i skomentowana na łamach kwartalnika PTJ¹² wobec czego zbyteczne jest ich powtarzanie w tym artykule.

Podsumowując całe dziesięciolecie, a szczególnie ostatnie czterolecie, to najważniejsze stwierdzenia, z punktu obserwatora zewnętrznego, są następujące:

- (1) dynamika realizacji PPEJ uległa zahamowaniu po przyjęciu PPEJ przez rząd w październiku 2014 r.,
- (2) nastąpił okres wątpliwości czy budowa elektrowni jądrowej według tzw. postępowania zintegrowanego jest możliwa i wyczekiwano na przyjęcie przez UE kontraktu różnicowego w Wielkiej Brytanii,
- (3) zmiany personalne kierownictwa spółki PGE EJ1 negatywnie wpłynęły na realizację projektu w połączeniu z oczekiwaniem na wyniki wyborów do Sejmu w 2015 r.,
- (4) zmiana rządu i powstanie Ministerstwa Energii na miejsce Ministerstwa Gospodarki automatycznie spowodowała zmianę koncepcji realizacji PPEJ i odsunięcie wszelkich decyzji o kilka miesięcy potrzebnych na zapoznanie się nowych ludzi z projektem jądrowym (w tym wizyty u potencjalnych dostawców technologii jądrowej),
- (5) odsunięto decyzję o budowie elektrowni jądrowej w przyjętej przez rząd i opublikowanej Strategii Zrównoważonego Rozwoju (lipiec 2016),
- (6) realizacja działań określonych w PPEJ (do końca trzeciego kwartału 2017 r.), została negatywnie oceniona w raporcie opublikowanym przez NIK, w którym oszacowano, że każdy rok opóźnienia to dodatkowe koszty zakupu uprawnień do emisji CO₂ wynoszące 1,5-2,6 mld zł. rocznie, nie licząc strat gospodarczych wcześniej oszacowanych na 2 mld zł rocznie¹³,
- (7) działalność spółki PGE EJ1 została ostatnio ograniczona do koordynacji badań środowiskowych i lokalizacyjnych oraz przygotowania odpowiednich raportów w oczekiwaniu na decyzję rządu odnośnie realizacji PPEJ,
- (8) rozpoczęte prace studialne nad reaktorem wysokotemperaturowym, jeśli uznać je za uzasadnione nie są realizowane zgodnie z nakreślonym harmonogramem,
- (9) obietnice szybkiego podjęcia przez rząd decyzji o budowie pierwszej elektrowni jądrowej były wielokrotnie powtarzane od trzech lat przez ministra i wiceministrów energii.

P.S. Czytelników zainteresowanych dziennikarskim podsumowaniem całego okresu odsyłam do portalu Wysokie-napiecie.pl i materiału zatytułowanego „10 lat pogoni za atomowym króliczkiem”¹⁴ wraz z ciekawą grafiką przedstawiającą jak odsuwał się termin uruchomienia pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce na przestrzeni lat 1975-2018.

dr inż. Andrzej Mikulski
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne,
Warszawa

¹² A. Mikulski: Pierwsza połowa 2018 roku w światowej i polskiej energetyce jądrowej, PTJ nr 3/2018, s. 8-17

¹³ Wnioski z Sesji Energetyki Jądrowej na II Kongresie Elektryki Polskiej, PTJ nr 1/2015, s. 53-56 oraz J. Bauski: List do redakcji, PTJ nr 1/2014, s. 52

¹⁴ <https://wysokie-napiecie.pl/16207-10-lat-pogoni-za-atomowym-kroliczkiem/>

W uzupełnieniu do artykułu pt. „Dziesięciolecie drugiego podejścia do energetyki jądrowej w Polsce” dra Andrzeja Mikulskiego zamieszczamy poniższy tekst przygotowany na podstawie materiałów opracowanych w instytutach naukowych atomistyki.

Kilka uwag do zdań PPEJ na przyszłość

Jak ma wyglądać dozór jądrowy

Niezbędnym elementem efektywnego dozoru jądrowego jest dostęp do adekwatnych zasobów finansowych i ludzkich, tak aby mógł on właściwie pełnić swoją rolę. Również w tym przypadku na państwie ciąży obowiązek zapewnienia dozorowi jądrowemu budżetu w wysokości odpowiedniej do skali i rodzaju wykonywanych przez niego zadań oraz adekwatnych do tego zasobów kadrowych (w wymiarze ilościowym i jakościowym). Dotyczy to także finansowania możliwości pozyskiwania eksperckiego wsparcia z zewnątrz od specjalistycznych organizacji wsparcia technicznego (TSO). W tym przypadku źródłami tego obowiązku są wiążące Polskę akty prawa krajowego, międzynarodowego i europejskiego. Wielokrotnie występowano do PAA i ME (poprzednio MG) o uwzględnienie potrzeby istnienia TSO, opierającego się o Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ), CLOR i IChTJ w Prawie atomowym i podjęcie działań przygotowawczych do ustanowienia takiej struktury, podobnej do istniejącej w innych państwach np. na Węgrzech.

Przygotowanie specjalistów w ramach PPEJ

Z uwagi na brak krajowych programów badawczo-rozwojowych niezbędnych dla wdrażania PPEJ, prowadzone są wzmożone działania dotyczące uzyskiwania nowych międzynarodowych projektów z UE i MAEA związanych z problematyką energetyki jądrowej. Pozwala to na utrzymywanie kompetencji instytutów atomistyki w tym zakresie, młodszy pracownicy nauki będą czynni zawodowo jeszcze w latach 2040-2050. Działania dotyczące przygotowania przynajmniej 200 różnych standardów i procedur wdrażanych przez laboratoria zewnętrzne względem struktur inwestora i operatora, kontrolne i audytujące aspekty dotyczące zagadnień materiałowych, technologicznych oraz bezpieczeństwa jądrowego, powinny być podjęte już obecnie, nawet przy bardzo zachowawczym programie dotyczącym uruchomienia pierwszych bloków dopiero w 2033 r.

Poszerzenie działań informacyjno-eksperckich

W związku z faktem, że prace dotyczące budowy EJ w Polsce, powinny być podjęte bez zwłoki i stanowią

priorytetowe zagadnienie dotyczące bezpieczeństwa energetycznego kraju, instytuty atomistyki prowadzą szeroko zakrojone działania informacyjne i eksperckie. Zarówno w ramach współpracy z Ministerstwem Energii, jak i organizacjami pozarządowymi (NGO) – takimi jak Polskie Towarzystwo Nukleoniczne (PTN), czy Stowarzyszenie Ekologów na Rzecz Energii Nuklearnej SEREN. Przykładowo w II połowie 2018 r. przekazano do Ministerstwa Środowiska uwagi dotyczące dokumentu „Polityka ekologiczna państwa 2030” projekt z dnia 11 lipca 2108 r. – wykazując, że dalszy rozwój energetyki i ograniczenie wpływu emisji ze spalania paliw kopalnych na zdrowie człowieka oraz środowisko, nie jest możliwe bez wprowadzenia w Polsce energetyki jądrowej. Opracowano rozdział w raporcie Komitetu Problemów Energetyki Jądrowej PAN „Polska Energetyka w Horyzoncie 2050 – Wybrane Aspekty Technologiczne” (wyd. Gliwice-Warszawa, 2018). W raporcie zgodnie z wnioskami Komitetu zrzeszającego najwybitniejszych znawców problemów energetyki, zarówno naukowców, jak i przedstawicieli przemysłu napisano: „Rozproszone źródła energii, zwłaszcza wykorzystujące energię odnawialną są niewątpliwie ważną opcją rozwoju sektora wytwarzania, jednak opcją, która nie zaspokoi potrzeb. Stąd energia jądrowa musi stać się nowym składnikiem krajowego bilansu energetycznego. Będzie ona ważnym stabilizatorem bezpieczeństwa dostaw (dywersyfikacja bazy paliwowej) oraz kosztów wytwarzania energii elektrycznej w przyszłości. Energetyka jądrowa jest traktowana jako bezemisyjna, czyli nieprzyczyniająca się do wzrostu efektu cieplarnianego, powstawania kwaśnych deszczy i innych zjawisk, wynikających z zanieczyszczenia atmosfery.”

Rola instytutów atomistyki

Szczególne znaczenie dla przyszłości instytutów atomistyki jest podjęcie intensywnych działań w zakresie wdrażania PPEJ. Należy podkreślić, że takie działania są niezwykle ważne z punktu widzenia rozwoju sektora energetycznego w kraju, ale także bezpieczeństwa jądrowego kraju otoczonego elektrowniami jądrowymi. Przyjmując, że niebawem takie działania systemowe zostaną zintensyfikowane, instytuty atomistyki działające w strukturach Ministerstwa Energii, będą odgrywały ważną rolę w ich realizacji.

Szerszy artykuł na ten temat pt.: „Programy badawcze w zakresie energetyki jądrowej – prowadzone obecnie i konieczne do uruchomienia” opublikowano w PTJ nr 3/2018.

Redakcja PTJ

KONTROLOWANA FUZJA TERMOJĄDROWA - UKŁADY Z MAGNETYCZNYM UTRZYMANIEM PLAZMY

Controlled thermonuclear fusion - systems with magnetic plasma maintenance

Sławomir Jednoróg, Ewa Łaszyńska

Streszczenie: W fizyce jądrowej zjawiskiem fuzji nazywamy łączenie jąder pierwiastków lekkich, któremu towarzyszy wydzielanie się energii. Kontrolowanej fuzji izotopów deuteru i trytu przypisuje się wielkie znaczenie dla rozwiązania problemów energetycznych. Koncepcja ta bazuje na rezultatach osiągniętych podczas kampanii eksperymentalnych prowadzonych na największym działającym tokamaku JET (Joint European Torus). Kolejnym krokiem w ujarzmieniu energii termojądrowej będzie budowany we Francji tokamak ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). Rozpoczęło się projektowanie pierwszej prototypowej elektrowni fuzyjnej DEMO (DEMONstration Power Station). Rozwój energetyki opartej na zjawisku fuzji jądrowej nastrocza jednak wiele problemów technologicznych, których rozwiązanie wciąż pozostaje wyzwaniem.

Abstract: In nuclear physics, the fusion is the process of binding together of the nuclei of the light elements with releasing the energy. The controlled fusion of deuterium and tritium is considered as the solution of contemporary energetic problems. This conception based on results achieved in the frame of experimental campaigns conducted on the biggest and still workable JET tokamak. The next step in thermonuclear energy controlling is the tokamak ITER that is being built in France. Currently, work is underway on design of the first prototype fusion power plant DEMO. The development of fusion power engineering carries away the complex technological problems that still have to be solved.

Zjawiskiem syntezy w fizyce jądrowej nazywamy proces łączenia się jąder pierwiastków lekkich, w wyniku którego powstaje jądro cięższego atomu od jąder atomów biorących udział w syntezie. Produktami syntezy są także fotony, neutrony, protony, cząstki alfa lub inne cząstki naładowane. W trakcie syntezy wydzielana jest energia, której ilość można wyznaczyć na podstawie deficytu masy. Innym stosowanym określeniem syntezy jądrowej jest fuzja jądrowa. Określenie to ma między innymi na celu podkreślenie, że chodzi o łączenie jąder pierwiastków lekkich i zdecydowane odróżnienie od syntezy, jaka zachodzi w czasie reakcji chemicznych.

Warunkiem koniecznym zajścia reakcji fuzji jądrowej jest zbliżenie jąder pierwiastków na odległość taką, aby możliwe stało się pokonanie sił odpychania kulombowskiego. Jądra posiadają dodatni ładunek i odpychają się tym silniej, im mniejsza jest odległość pomiędzy nimi. Siła ta jest proporcjonalna do ładunku elektrycznego jąder i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi. Dlatego, aby jądra mogły ulec połączeniu, muszą mieć odpowiednią energię konieczną do pokonania siły odpychania elektrostatycznego. W związku z tym oddziaływujące ze sobą jądra powinny mieć możliwie najniższy ładunek (liczbę atomową) [1]. Pierwiastkiem posiadającym najniższą liczbę atomową jest wodór. Posiada on 3 izotopy: wodór, deuter i tryt,

które różnią się ilością neutronów w jądrze. Te izotopy wodoru są powszechnie stosowane w eksperymentach plazmowych, a ich jądra: protony (p), deuterony (D) i trytony (T) wraz z cięższymi jądrami ^3He i ^4He (tj. cząstkami α) i szybkimi neutronami (n) występują w różnych reakcjach fuzji jądrowej.

Tak więc aby mogła zajść reakcja fuzji jądrowej, należy dostarczyć jądom deuteru lub deuteru i trytu odpowiednią ilość energii. Musi być ona na tyle duża, aby jądra te pokonały siłę wzajemnego odpychania. Jednym ze sposobów dostarczenia energii reagentom, jest podgrzanie deuteru albo mieszaniny deuteru i trytu do odpowiednio wysokiej temperatury, aby umożliwić fuzję termojądrową (tak jak to ma miejsce na Słońcu). W tak wysokiej temperaturze materia znajduje się w stanie plazmy i jest całkowicie zjonizowana i konieczne jest jej odizolowanie od otoczenia. Na Słońcu siły grawitacyjne ściskają plazmę, izolując ją od próżni kosmicznej. Jony nie mogą jej opuścić mimo swej wysokiej energii. W układzie tym dochodzi do wielu zderzeń, czego rezultatem jest równomierny rozkład energii i temperatury. Uwięzione w ograniczonej przestrzeni jądra poruszają się w przypadkowych kierunkach doślad, aż nastąpi ich fuzja jądrowa. Wysokoenergetyczne produkty fuzji jądrowej w wyniku zderzeń przekazują swą energię sąsiadującym jonom doprowadzając je

do kolejnych aktów fuzji. W warunkach ziemskich jedną z metod umożliwiających izolowanie plazmy od otoczenia jest zamykanie jej za pomocą odpowiednio ukształtowanych pól magnetycznych w pułapce magnetycznej, wewnątrz odpowiednio ukształtowanego zbiornika próżniowego. Uformowanie pola magnetycz-

nego tak, aby spełniało funkcję szczelnego naczynia utrzymującego wewnątrz zjonizowany gaz (plazmę) jest jednak niebywale trudne.

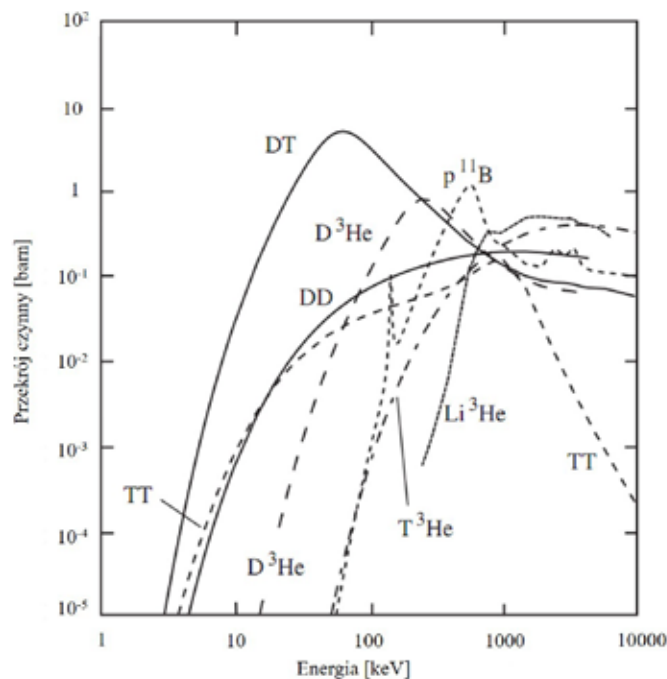
Reakcje jądrowe, które mają kluczowe znaczenie dla przyszłej energetyki opartej na zjawisku fuzji jądrowej, są następujące:

$D + T = \alpha (3,518 \text{ MeV}) + n (14,072 \text{ MeV}) + 17,590 \text{ MeV}$,	Reakcja 1
$D + T = {}^5\text{He} + \gamma + 16,632 \text{ MeV} = \alpha + n + \gamma + 17,590 \text{ MeV}$,	Reakcja 2
$D + D = {}^3\text{He} (0,817 \text{ MeV}) + n (2,452 \text{ MeV}) + 3,269 \text{ MeV}$,	Reakcja 3
$D + D = T (1,008 \text{ MeV}) + p (3,025 \text{ MeV}) + 4,033 \text{ MeV}$,	Reakcja 4
$D + D = \alpha + \gamma + 22,843 \text{ MeV}$,	Reakcja 5
$T + T = \alpha + n + n + 11,332 \text{ MeV}$,	Reakcja 6
$T + T = {}^5\text{He} (1,729 \text{ MeV}) + n (8,645 \text{ MeV}) + 10,374 \text{ MeV} = \alpha + n + n (8,645 \text{ MeV}) + 11,332 \text{ MeV}$,	Reakcja 7
$T + T = {}^5\text{He}^* (1,296 \pm 0,333 \text{ MeV}) + n (6,479 \pm 1,667 \text{ MeV}) + 7,775 \text{ MeV} = \alpha + n + n + 11,332 \text{ MeV}$.	Reakcja 8

W nawiasach podano energię unoszoną przez poszczególne produkty reakcji a poza nawiasami energię reakcji. Reakcje (2), (7), (8), prowadzą do utworzenia krótko-życiowego radionuklidu ${}^5\text{He}$ w stanie podstawowym (${}^5\text{He}$) lub wzbudzonym (${}^5\text{He}^*$). Jeśli w wyniku reakcji jądrowej powstają trzy produkty, to rozkład energii po-

między nimi ma szerokie spektrum energetyczne i jest trudny do wyznaczenia. Wszystkie przedstawione reakcje są reakcjami egzotermicznymi. Pozostałe, istotne reakcje fuzji jądrowej przedstawione są w referencji [2].

Prawdopodobieństwa zajścia poszczególnych reakcji fuzji jądrowej są przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Przekroje czynne na reakcje fuzji jądrowej w zależności od energii reagentów w układzie środka masy [3]

Photo 1. Cross sections for nuclear fusion reactions depending on the energy of reactants in the mass center system [3]

Nawet pobieżna analiza tego wykresu wskazuje, że największe prawdopodobieństwo zajścia fuzji jądrowej, przy relatywnie najniższej energii ma reakcja syntezy deuteru i trytu (D+T). Reakcja ta ma największe prawdopodobieństwo wystąpienia przy temperaturach reagentów osiagających około 100 keV.

Aby z reakcji fuzji jądrowej otrzymać taką ilość energii, która przewyższy straty związane z emisją promieniowania hamowania i promieniowania synchrotronowego – konieczne jest utrzymywanie gorącej plazmy przez odpowiednio długi okres.

Mnożąc przez siebie temperaturę plazmy, jej gęstość i czas jej utrzymania otrzymuje się iloczyn potrójny (ang.: triple product). Po osiągnięciu pewnej wartości tego kryterium następuje zapłon. Reakcja syntezy staje się samopodtrzymująca. Energia wytwarzana w czasie reakcji staje się wystarczająca do podtrzymania plazmy w na tyle wysokiej temperaturze, aby można było zrezygnować z jej zewnętrznego podgrzewania.

Minimalny iloczyn czasu utrzymania energii (T) w plazmie deuterowo-trytowej o gęstości (n), i temperaturze (T) niezbędny do uwolnienia energii większej niż straty energetyczne, został określony przez J. L. Lawsona [4] w formie nierówności (nazywanej często kryterium Lawsona).

Dla plazmy deuterowo trytowej wartość ta wynosi: $nT \geq 5 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-3} \text{ s keV}$. Na JET osiągnięto jedną piątą tej wartości.

Kryterium to pokazuje dwa odmienne podejścia do rozwiązania zagadnienia kontrolowanej syntezy termojądrowej. Pierwsze z nich jest związane z dostatecznie długim utrzymaniem gorącej i rozrzedzonej plazmy (układy kwazistacjonarne), a drugie z szybkim grzaniem gęstej plazmy (układy impulsowe).

Temperatura, przy której zachodzić będzie fuzja jądrowa deuteru i trytu, musi przewyższać 100 mln stopni. Aby ją osiągnąć, w tokamakach używa się trzech systemów grzania. Przy pomocy impulsowego grzania indukcyjnego, za pomocą transformatora, doprowadza się do przepływu prądu w plazmie. Przepływający przez plazmę prąd napotyka opór elektryczny, co prowadzi do wydzielania ciepła. Jest to tzw. grzanie omowe. Drugą metodą grzania plazmy jest wstrzykiwanie neutralów, które polega na przyspieszaniu do wysokich energii jonów, ich neutralizację, a następnie wstrzelenie do wnętrza tokamaka. Te, w wyniku zderzeń przekazują swą energię cząstkom plazmy. Trzecia metoda to odgrzewanie cyklotronowe jonów i elektronów wykorzystujące fale elektromagnetyczne o różnej częstotliwości. Można to porównać do działania kuchenki mikrofalowej. Podczas cyklotronowego rezonansowego podgrzewania jonów ICRH (ang.: Ion Cyclotron Resonance Heating), energia jest przekazywana jonom znajdującym się w plazmie przez wiązkę promieniowania elektromagnetycznego o dużym natężeniu i częstotliwości od 40 do 55 MHz. Układ składa się z generatora, linii przesyłowej oraz anteny. Antena umieszczona wewnątrz komory próżniowej emituje promieniowanie elektromagnetyczne bezpośrednio do plazmy. Rezonansowe cyklotronowe podgrzewanie elektronów ECRH (ang.: Electron Cyclotron Resonance Heating) ogrzewa elektrony w plazmie za pomocą wiązki promieniowania elektromagnetycznego o wysokim natężeniu i częstotliwości 170 GHz. Jest to częstotliwość rezonansowa. Z kolei elektrony przekazują pochłoniętą energię jonom poprzez zderzenia. Cyklotronowy system ogrzewania elektronów jest również używany do

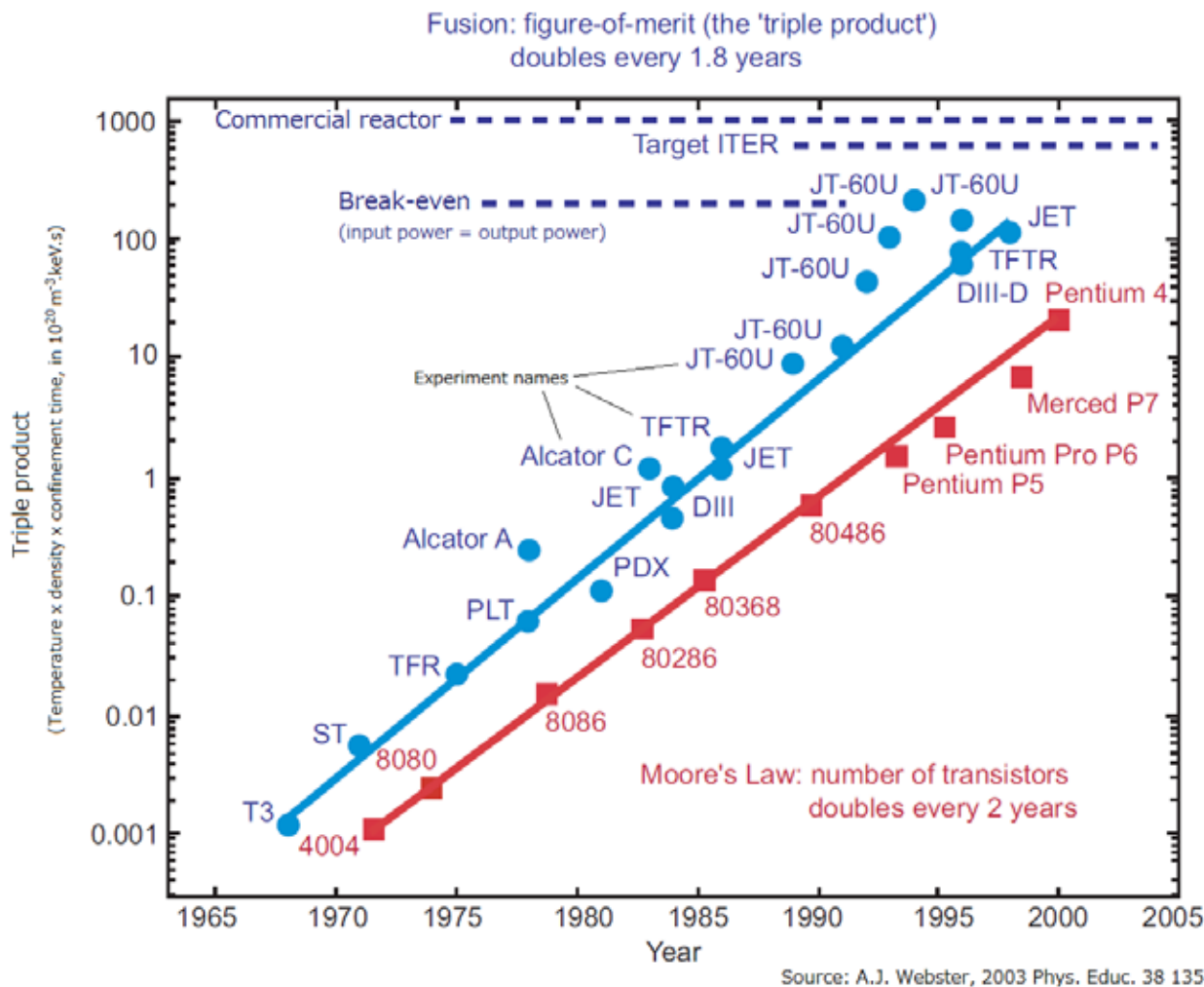
wytwarzania ciepła w bardzo specyficznych obszarach plazmy, jako mechanizm minimalizujący narastanie niestabilności, które prowadzą do ochłodzenia plazmy. W porównaniu do ICRH, system ECRH ma tę zaletę, że wiązka jest przenoszona przez powietrze. Upraszcza to konstrukcję i pozwala na umieszczenie źródła promieniowania z dala od plazmy. Projekt ITER obejmuje opracowanie gyrotronu o mocy 1 MW pracującego przy 170 GHz z czasem trwania impulsu ponad 500 s.

Dzięki zastosowaniu wymienionych powyżej systemów grzania plazma jest na tyle gorąca, aby zachodziły w niej zderzenia prowadzące do fuzji jądrowej. Częsteczki wysokotemperaturowej plazmy wytworzonej w tokamaku mają tendencję do opuszczania obszaru reakcji. Dzieje się tak m.in. ze względu na posiadaną przez nie prędkość. Pozostawione samym sobie oddaliłyby się na tyle, że kolejne zderzenia stałyby się mało prawdopodobne.

Aby utrzymać gęstość plazmy na wystarczająco wysokim poziomie, tak aby zapewnić kolejne zderzenia, komora próżniowa tokamaka jest otoczona przez elektromagnes. Tworzą one pola magnetyczne 10 000 razy silniejsze niż pole magnetyczne Ziemi. Pole to zmusza naładowane cząsteczki plazmy do ruchu jedynie wewnątrz pierścienia ograniczonego tym polem. Jeśli jednak plazma staje się zbyt gęsta, zderzenia między jądrami i elektronami prowadzą do powstania promieniowania hamowania – bremsstrahlung. Energia jest wypromieniowywana z plazmy. Następuje obniżenie jej temperatury, co z kolei prowadzi do zahamowania fuzji jądrowej. Wzrostowi gęstości plamy towarzyszy obniżenie sprawności jej utrzymywania polem magnetycznym. Plazma deuterowa wytwarzana w tokamaku ma gęstość o około dziesięć rzędów wielkości mniejszą niż wewnątrz Słońca.

Ostatnim czynnikiem użytym w kryterium Lawsona jest czas utrzymania plazmy. W wyniku fuzji jądrowej 80% energii wytworzonej jest unoszone przez neutrony poza obszar reakcji. Jądra helu unoszą 20% energii reakcji, ale pozostają w plazmie. Nowo utworzony hel ulega wielokrotnym zderzeniom z jonami paliwa (deuteronami i trytonami), podgrzewając je, zmniejszając tym samym zapotrzebowanie na zewnętrzne systemy grzewcze. W zależności od gęstości i temperatury plazmy potrzebny jest jednak pewien minimalny czas, aby nastąpił transfer energii pomiędzy powstałym helem a niewypalonym paliwem fuzyjnym. Typowe wartości czasu utrzymania plazmy w JET są rzędu sekundy, a w ITER powinny wynosić około czterech sekund.

Jak szybko zbliżamy się do rzekomego urzeczywistnienia kontrolowanej fuzji jądrowej dla potrzeb energetyki, pokazuje rys. 2. Potrójny iloczyn będący miarą zbliżania się do samopodtrzymującej się reakcji fuzji ulega podwojeniu co 1,8 roku. Czy tendencja ta zostanie utrzymana, pokaże zbliżająca się kampania trytowa na tokamaku JET [4].



Rys. 2. Na osi pionowej „Potrójny iloczyn” wielkości wchodzących w kryterium Lawsona (temperatura plazmy, gęstość, czas utrzymania), który ulega podwojeniu co 1,8 lat; na osi poziomej czas w latach. Niebieskie kółka oznaczają nazwy tokamaków (T3 - National Research Center „Kurchatov Institute” Federacja Rosyjska; ST - Spherical Torus: START i MAST Wielka Brytania; TFR - Tokamak de Fontenay-aux-Roses, Francja; PLT- Princeton Large Torus, USA; Alcator A, B, C -Alto Campo Toro, USA; JET - Joint European Torus, Wielka Brytania; TFTR - Tokamak Fusion Test Reactor, USA; JT-60U - Japan Torus-60 Upgrade, Japonia; DIII-D, USA; ITER - International Experimental Thermonuclear Reactor, Francja). Kolorem czerwonym pokazano dynamikę wzrostu ilości tranzystorów wchodzących w skład procesora tzw. prawo Moorea. Break-even oznacza osiągnięcie współczynnika powielenia energii $Q=1$. Commercial reactor oznacza elektrownię fuzyjną. Na podstawie [5]

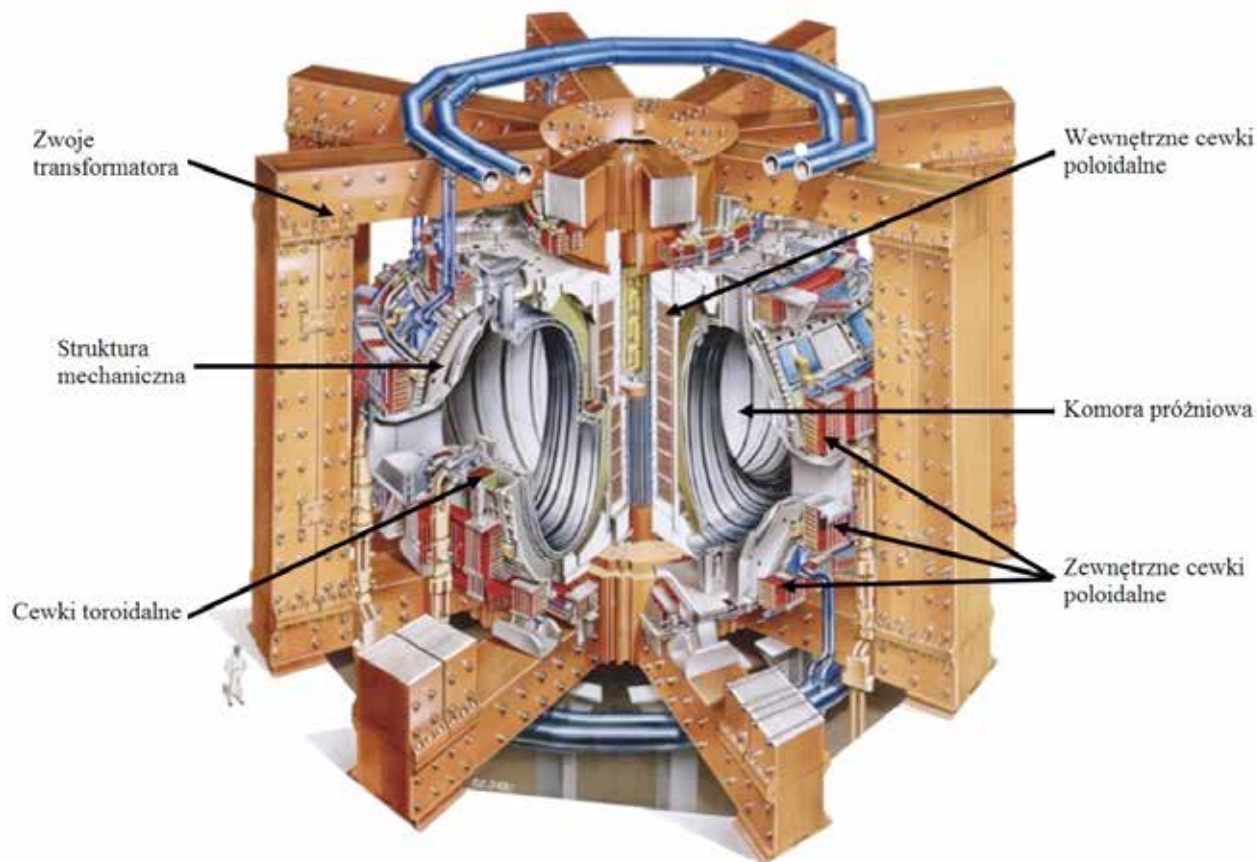
Photo 2. On the vertical axis, the „Triple product” of the quantities falling under Lawson’s criterion (plasma temperature, density, holding time), which doubles every 1.8 years; on the horizontal axis, time in years. Blue circles indicate the names of tokamaks (T3 - National Research Center „Kurchatov Institute” Russian Federation; ST - Spherical Torus: START and MAST Great Britain; TFR - Tokamak de Fontenay-aux-Roses, France; PLT- Princeton Large Torus, USA; Alcator A, B, C -Alto Campo Toro, USA; JET - Joint European Torus, United Kingdom; TFTR - Tokamak Fusion Test Reactor, USA; JT-60U - Japan Torus-60 Upgrade, Japan; DIII-D, USA; ITER - International Experimental Thermonuclear Reactor, France). The red color shows the dynamics of the increase in the number of transistors that make up the so-called processor Moore’s law. Break-even means you have reached the energy multiplication factor $Q=1$. Commercial reactor means a fusion power plant. Based [5]

Prace eksperymentalne nad pokojowym wykorzystaniem kontrolowanej fuzji termojądrowej trwają od lat 50. XX wieku. Ich celem jest zbudowanie pierwszej elektrowni termojądrowej, która rozwiązałaby problemy energetyczne świata. Paliwem w takiej elektrowni będą izotopy wodoru – deuter i tryt. Jak wiadomo, zasoby deuteru w wodach oceanicznych są praktycznie niewyczerpywalne i łatwe do pozyskiwania. Tryt występuje w atmosferze ziemskiej, jako produkt reakcji wywoływanych przez protony docierające z kosmosu. Niestety tak powstałego trytu nie udaje się na razie pozyskiwać. Można go jednak otrzymywać w wyniku reakcji jądrowych. Do celów energetycznych, w przy-

szłej elektrowni termojądrowej, tryt będzie wytwarzany z litu. Lit jest pierwiastkiem powszechnie występującym w przyrodzie i łatwym do pozyskania. W planowanym reaktorze termojądrowym torus tokamaka będzie otoczony płaszczem litowym, który będzie znajdował się w gęstym i silnym strumieniu neutronów¹. W rezultacie zachodzić będzie reakcja jądrowa, zapewniająca dostawę trytu dla reaktora syntezy jądrowej:



Jednym z pierwszych urządzeń, które umożliwiło kontrolowanie syntezy termojądrowej, był tokamak (rus.: Toroidalnaya KAMERA s MAGnitnami Katushkami).



Rys. 3. Schemat poglądowy tokamaka JET [4]. Sylwetka człowieka po lewej stronie układu pozwala ocenić rozmiary urządzenia

Photo 3. Schematic diagram of the JET tokamak [4]. The human silhouette on the left side of the system allows you to assess the size of the device [4]

Wybudowany on został w latach 50. XX wieku pod kierownictwem Igora W. Kurczatowa w Instytucie Energii Atomowej w Moskwie [6]. Tokamak jest urządzeniem umożliwiającym magnetyczne utrzymanie gorącej plazmy. Zasadniczą część tokamaka stanowi komora próżniowa, napełniana deuterem lub mieszaniną deuteru i trytu. Komora o kształcie torusa otacza rdzeń transformatora a na jej powierzchni, w płaszczyźnie poloidalnej, nawinięte są cewki wytwarzające toroidalne pole magnetyczne. Zmienny strumień pola magnetycznego w rdzeniu transformatora generuje wewnątrz komory wirowe pole elektryczne (toroidalne), które przyspiesza naładowane cząstki w gazie wypełniającym komorę. Indukowany w ten sposób prąd powoduje dalszą jonizację gazu, powstanie plazmy oraz wzrost jej temperatury. Dodatkowo wytwarza on również własne pole magnetyczne, prostopadłe do kierunku jego przepływu, tzw. pole poloidalne. Powoduje ono ściśnięcie plazmy i nadanie jej kształtu pierścienia plazmowego. Wskutek działania pola magnetycznego (suma składowych toroidalnej i poloidalnej), cząstki plazmy poruszają się po torach spiralnych, nie zbliżając się do ścianek tokamaka [6, 7]. Pułapka magnetyczna nie zawsze jest jednak efektywna. W plazmie rozwijają się niestabilności magnetohydrodynamiczne prowadzące do zerwania

sznura plazmowego. Wysokotemperaturowa plazma uderza wtedy w ściany komory próżniowej, powodując lokalną ekspozycję na wysoką temperaturę oraz wzburzone promieniowanie hamowania.

JET (ang.: Joint European Torus) jest największym wybudowanym i działającym obecnie tokamakiem. Jest on usytuowany w CCFE (ang.: Culham Centre for Fusion Energy) w Wielkiej Brytanii. Pierwsze eksperymenty w układzie JET przeprowadzone zostały w 1983 r. Uzyskano wówczas w plazmie prąd o natężeniu rzędu 3 MA oraz temperaturę elektronową około 2 keV. Pierwszą kampanię eksperymentalną, z częściowym użyciem trytu (około 10%), przeprowadzono dopiero w 1997 r. Otrzymano wówczas rekordową wielkość mocy pochodzącej z fuzji jądrowej, która w impulsie trwającym około 2 s osiągnęła poziom około 16 MW [3]. Podobny rezultat, choć o nieco mniejszej mocy, udało się osiągnąć jeszcze raz. Na przyszły rok planowana jest kolejna kampania z zastosowaniem trytu na tokamaku JET. Miejmy nadzieję, że uzyskane rezultaty umocnią przekonanie co do słuszności pokładanych w kontrolowaną fuzję jądrową. Przekrój tokamaka JET przedstawiony został na rys. 1, a najważniejsze parametry techniczne tego urządzenia podano w Tabeli 1.

Tabela 1. Parametry techniczne tokamaka JET [3].**Table 1.** Technical parameters of the JET tokamak [3]

Parametr	Wartość
Promień torusa	2,96 m
Pole toroidalne	≤ 4 T
Objętość plazmy	80 m ³
Prąd plazmy	$\leq 4,8$ MA
Moc systemów grzania	30 MW
Średnia gęstość plazmy	$\leq \sim 1 \cdot 10^{20}$ jon·m ⁻³
Temperatura plazmy	≤ 300 mln °C
Osiągnięta moc fuzji	16 MW

Wiedza oraz doświadczenie, zdobyte w eksperymentach przeprowadzonych na urządzeniu plazmowym JET, będą wykorzystane przy budowie i eksploatacji tokamaka ITER (ang.: International Thermonuclear Experimental Reactor). Układ ten ma generować dziesięć razy więcej energii pochodzącej z reakcji fuzji jądrowej niż potrzebnej do jonizacji, podgrzania plazmy i zainicjowania reakcji fuzji. Tokamak ITER powstaje w Cadarache na południu Francji. Pierwsze eksperymenty z użyciem plazmy planowane są na rok 2025.

Pierwszą prototypową elektrownią termojądrową ma być tokamak DEMO (ang.: DEMONstration Power Station). Przed jego powstaniem konieczne jest jednak przetestowanie wszystkich komponentów przyszłej elektrowni, przeprowadzenie licznych badań materiałowych oraz opracowanie nowych technologii. Testy te mają być wykonane w tokamaku ITER.

Pomimo że budowa tokamaka ITER jest daleko zaawansowana, wiele problemów technologicznych nie zostało jeszcze rozwiązanych. Stąd też nasz optymizm jest okraszony odrobiną umiarkowania.

Oprócz przybliżonej tu fuzji jądrowej z magnetycznym utrzymaniem plazmy trwają badania m.in., nad fuzją inercyjną. Analizuje się również inne metody prowadzące do kontrolowanej fuzji jądrowej.

Sławomir Jednoróg,

Ewa Łaszyńska,

Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy,

Warszawa

Literatura:

- [1] Glasstone, S. (1974). Controlled Nuclear Fusion
- [2] Putvinsky, S.V. (1988) Some aspects of kinetics of nuclear reactions in thermonuclear plasma. *Problemy Atomowej Nauki i Technologii* (j. rosyjski)
- [3] <http://www-pnp.physics.ox.ac.uk/~barra/teaching/overheads/Fusion-Cross-Sections.PNG>, (dostęp 15.03.2018 r)
- [4] Orajewski, V. N. (1989) Plazma na Ziemi i w Kosmosie. *Państwowe Wydawnictwo Naukowe*
- [5] Webster A.J. (2003) *Phys Educ* 28 135
- [6] Dziunikowski, B. (2001). O fizyce i energii jądrowej. *Wydawnictwa AGH*
- [7] Woźnicka, U. (2008). Synteza termojądrowa – źródło energii dla elektrowni przyszłości. *Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk*

MANIFESTACJA PROJĄDROWA W WARSZAWIE

W sobotę 14 września 2019 r. Obywatelski Ruch na Rzecz Energetyki Jądrowej wraz z organizacjami sprzymierzonymi zorganizował manifestację pod hasłem „Popieramy energetykę jądrową w Polsce”. Miała ona na celu wywarcie presji na Radzie Ministrów, a głównie Premierze Mateuszu Morawieckim, aby projekt programu rozwoju energetyki opracowany w Ministerstwie Energii, a przewidujący również uruchomienie w Polsce elektrowni jądrowych został oficjalnie przyjęty do realizacji przez cały Rząd. Pozostałe postulaty to zapewnienie stabilnych warunków kształcenia kadr dla przyszłych elektrowni jądrowych, uruchomienie przetargu na wybór technologii reaktorów oraz powołanie Rzecznika Energetyki Jądrowej w randze Ministra, aby pilnował realizacji i zapewnienia w budżecie odpowiednich środków na realizację Programu Polskiej Energetyki Jądrowej.



Fot.1. Fragment manifestacji pod hasłem „Popieramy energetykę jądrową w Polsce” przechodzącej ulicą Nowy Świat w Warszawie (fot. Stanisław Latek)

Manifestacja rozpoczęła się pod pomnikiem M. Kopernika o godzinie 13 moim wystąpieniem, a następnie głos zabrał przewodniczący Parlamentarnego Zespołu do spraw energetyki jądrowej poseł Jan Klawiter oraz dwóch przedstawicieli Stronnictwa Narodowego i Konfederacji. Obecna też była przedstawicielka Partii Razem. Ugrupowania te popierają rozwój energetyki jądrowej w Polsce. Po przemówieniach zebrano podpisy pod dwoma petycjami, pierwszej do Premiera, a druga zostanie rozesłana do sztabów wyborczych partii opozycyjnych. W sprawie budowy elektrowni jądrowej potrzebny jest możliwie szeroki konsensus polityczny. W pochodzie, jaki się odbył później pod kancelarię Premiera w Alejach Ujazdowskich, wzięło udział kilkadziesiąt osób. Skandowane hasła to „Tak dla atomu nie dla demagogii” i „Lepiej w atom inwestować niżli w smogu wegetować!” Manifestacja została zakończona wręczeniem petycji i podziękowaniem uczestnikom za udział.

Jerzy Lipka,

prezes Obywatelskiego Ruchu

na Rzecz Energetyki Jądrowej,

Warszawa

ATOMOWA AUSTRALIA

Atomic Australia

Piotr Leśny

Streszczenie: W Australii nie ma elektrowni jądrowej. Dyskusje na temat budowy trwają w parlamencie Australii i poszczególnych jej krajów. Australia posiada natomiast jedno z największych złóż uranu – trzecie miejsce w świecie po Kazachstanie i Kanadzie, około 30% światowych zasobów. Australijczycy nie dysponują pełnym cyklem paliwowym.

W Międzynarodowym Centrum Konferencyjnym Darling Harbour w Sydney w Australii dwa lata temu odbyła się w dniach 3-7 grudnia 2017 r. 18. Międzynarodowa Grupa ds. Badań Reaktorów (IGORR18). Konferencja IGORR18 była organizowana przez IGORR i ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation) we współpracy z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej (IAEA) w ramach wbudowanych warsztatów MAEA na temat oceny bezpieczeństwa reaktorów badawczych w świetle lekcji wyciągniętych z wypadku Fukushima Daiichi. Autor tego artykułu prezentował polskie działania (z punktu widzenia dozoru jądrowego) oraz poznawał osiągnięcia krajów najbardziej zaawansowanych w dziedzinie przemysłu jądrowego. Konferencja, warsztaty oraz szkolenia były również doskonałą okazją do zapoznania się z australijską fizyką jądrową ze szczególnym uwzględnieniem reaktora badawczego OPAL.

Abstract: Australia has no nuclear power. Discussions on the construction of the last in the Parliament of Australia and different countries. Australia has one of the largest uranium deposits but was third in the world after Kazakhstan and Canada, about 30% of the world's resources. Australians do not have the full fuel cycle.

On December 3-7, 2017, the 18th International Reactor Research Group (IGORR18) took place at the Darling Harbor International Conference Center in Sydney, Australia. The IGORR18 conference was organized by IGORR and ANSTO in cooperation with the IAEA as part of the IAEA's built-in workshops on the safety assessment of research reactors in the light of the lessons learned from Fukushima Daiichi's accident. The author of the article presented Polish activities (from the point of view of nuclear regulatory body) and learned the achievements of the most advanced countries in the field of the nuclear industry. The conference, workshops and trainings were also an excellent opportunity to get acquainted with Australian nuclear physics, with particular emphasis on the OPAL research reactor.

Słowa kluczowe: przemysł jądrowy, OPAL, reaktor badawczy, IGORR 18, Australia.

Keywords: the nuclear industry, OPAL, research reactor, IGORR 18, Australia.

Australia – kraina luzu, uśmiechniętych i uprzejmych ludzi, wspaniałych plaż, misiów koala i kangurów nie kojarzy się przeciętnemu Polakowi, Amerykaninowi, Japończykowi z przemysłem jądrowym. Australijczycy na każdym kroku podkreślają swoją miłość do natury, ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju co łączy się... z fizyką jądrową i jej praktycznymi zastosowaniami.



Fot. 1. Przedstawiciel fauny Australii (fot. Piotr Leśny)

Photo. 1. A representative of Australian fauna

Australijski przemysł jądrowy

W Australii nie ma elektrowni jądrowej. Dyskusje na temat budowy trwają (choć teoretycznie budowa EJ jest zabroniona prawem) w parlamencie Australii i poszczególnych jej krajów (np. Nowej Południowej Walii). Australia posiada natomiast jedno z największych złóż uranu – trzecie miejsce w świecie po Kazachstanie i Kanadzie, około 30% światowych zasobów. Australijczycy nie dysponują pełnym cyklem paliwowym. Wydobywają tylko rudę uranową i przerabiają ją do postaci tak zwanego yellow cake. Tak przerobiony surowiec trafia do odbiorców na całym świecie. Kraj na antypodach jest więc czołowym eksporterem uranu i...bardzo ważnym graczem w światowej energetyce jądrowej. Tak jak historia wcześniejszych australijskich programów jądrowych – do tej pory tajne, militarne programy z czasów zimnej wojny (w skrócie w latach 50. ubiegłego wieku w Australii przeprowadzano próby z brytyjską bronią jądrową na poligonach Maralinga, Emu Fields i wyspach Monte Bello- zainteresowani mogą na ten temat przeczytać książki Franka Walkera „Maralinga” czy Elizabeth Tynan „Atomic thunder. The Maralinga story” lub

dotrzeć do raportów w Australijskim Archiwum Państwowym czy Bibliotece Narodowej Australii. Trudno znaleźć polskie opracowania na ten temat) kładą dość długi cień na tamtejszy przemysł jądrowy, powodując, że antynuklearne organizacje są w krainie kangurów bardzo silne. W 2017 r. pokojową nagrodę Nobla otrzymała założona w australijskim Melbourne organizacja „Międzynarodowa Kampania na rzecz zniesienia broni nuklearnej (ICAN)”. Ponadto australijskie organizacje ekologiczne są, jak to nazywa prawo: zainteresowaną stroną w kwestiach związanych z górnictwem uranowym, jak i energetyką jądrową. Nastroje antyatomowe w społeczeństwie sprawiły, że w niektórych częściach Australii np. w Queensland i na Tasmanii reaktory jądrowe są zabronione przez lokalne prawo.

Paradoksalnie w dziedzinie badań naukowych w fizyce jądrowej Australia znajduje się aktualnie w ścisłej światowej czołówce. Przykładowo: Australijski Uniwersytet Narodowy z Canberrę według rankingu szanghajskiego znajduje się aktualnie na 32 miejscu w świecie w dziedzinie fizyki, według rankingu The Best Schools (korzystającego z rankingu QS) na 44. Ranking rankingiem, ale wyposażenie laboratoriów badawczych na tym uniwersytecie mówi samo za siebie. Znaleźć tam można takie urządzenia badawcze jak: 14UD Akcelerator ciężkich jonów, liniowy akcelerator nadprzewodzący czy stellarator H1-NF (w dziedzinie fuzji Australijczycy prowadzą ponadto bardzo interesujące badania metod inicjowania reakcji termojądrowych za pomocą laserów- temat na oddzielny artykuł). Co istotne wysoki poziom naukowy nie dotyczy tylko fizyki jądrowej – na liście szanghajskiej w pierwszej setce najlepszych uniwersytetów świata znajduje się aż 6 z krainy kangurów (poza uczelnią z Canberrę – Uniwersytety w Melbourne, Sydney, Queensland, Monash i Zachodniej Australii). Poza tym... Australia w tej chwili posiada jeden z najnowocześniejszych reaktorów badawczych w świecie. To prawdziwy klejnot w koronie ANSTO nic dziwnego, że został nazwany imieniem kamienia szlachetnego najbardziej kojarzącego się z Australią.

Reaktor badawczy OPAL

Reaktor badawczy OPAL dysponuje mocą cieplną 20 MW, w kompaktowym rdzeniu może znajdować się 16 niskowzbożonych zestawów paliwowych (to ważne... Australijczycy, sygnatariusze układu NPT o nieprolifracji broni jądrowej bardzo dbają o ten aspekt międzynarodowego bezpieczeństwa, są na tym punkcie mocno wyczuleni). Reflektor stanowi ciężka woda, reaktor chłodzony i moderowany jest natomiast za pomocą zwykłej wody. Dwa niezależne, różne i ze sobą niepowiązane systemy bezpieczeństwa i automatycznego wyłączenia gwarantują bezpieczne użytkowanie OPAL-a. Systemy bezpieczeństwa australijskiego reaktora są inherentne i pasywne. Zaprojektowano bezpieczeństwo geometryczne – to znaczy, że różne platformy

załadunkowe mają inną geometrię dla innych celów, aby uniknąć błędnego załadunku. W przypadku wyłączenia pomp reaktor chłodzony jest pasywnie przepływem wody w wyniku naturalnej konwekcji.



Fot. 2. Basen reaktora OPAL. Wykonany ze stali nierdzewnej i 4,5 m szerokości, zawiera wodę demineralizowaną, używaną do osłony i chłodzenia
Photo 2. The OPAL reactor pools. Made of stainless steel and 4.5-metre (15 ft) wide, it contains demineralised water used for shielding and cooling

OPAL w pierwszej kolejności służy do produkcji radioizotopów dla celów medycznych jak na przykład Mo-99, określanego w świecie anglosaskim „molly”. Do tego dochodzą technet i jodek sodu, bardzo podobnie do asortymentu produkcji polskiego reaktora MARIA. Podobieństw z polskim reaktorem jest więcej. OPAL produkuje radioizotopy do celów naukowych oraz zmodyfikowane półprzewodniki dla potrzeb przemysłu. Ponadto: australijski reaktor znajduje się na przedmieściach Sydney w Lucas Heights około godziny drogi od centrum miasta, podobnie jak MARIA w Świerku pod Warszawą. Tu się kończą podobieństwa. OPAL został oddany do użytku w 2007 r. – jest więc znacznie młodszy od swojego polskiego odpowiednika no i znacznie nowocześniejszy. W tej chwili na świecie pracuje 226 reaktorów badawczych, z tego tylko 87 osiągnęło krytyczność później niż przed czterdziestu laty (klasyfikacja używana przez IAEA). Większość została oddana do użytku w latach 50. i 60. ubiegłego wieku. Nawet polski

reaktor MARIA, który przekroczył „czterdziestkę” nie zalicza się więc do seniorów. Tych zbudowanych według najnowszych wymagań ... jest więc naprawdę niezbyt wiele, a tych, które podobnie jak MARIA ponadto produkują radioizotopy medyczne takie jak molibden, można na palcach jednej ręki policzyć. Wśród producentów dostarczających Mo-99 na światowe OPAL jest na chwilę obecną najmłodszy i najnowocześniejszy. Cała produkcja radioizotopów odbywa się w nim w warunkach zamkniętych. Projektantem reaktora była argentyńska firma INVAP, spin-off z argentyńskiej Narodowej Komisji Energii Atomowej. Spin-off, ponieważ departament laboratoriów badawczych argentyńskiego regulatora stał się prywatną firmą.



Fot. 3. *To opal – Muzeum opali w Sydney (fot. Piotr Leśny)*
Photo. 3. *It's opal - the museum of opals in Sydney*

Ciekawa siatkowa konstrukcja obudowy budynku reaktora (najczęściej bywa to zwykła kopuła lub budynek, który jest otoczony niewidocznym na zdjęciu kanyonem o gwałtownym spadku, stanowi zabezpieczenie na wypadek gwałtownych deszczów, które są jednym z największych zagrożeń w Australii (w ciągu kilku chwil potrafią się na australijskiej pustyni pojawić rzeki okresowe o bardzo burzliwym nurcie).



Fot. 4 *OPAL – Open Pool Australian Light Water Reactor (fot. ANSTO z prezentacji Jason Chakovski & Andrew Frikken)*
Photo. 4. *OPAL – Open Pool Australian Light Water Reactor*

Budynek reaktora jest więc dostosowany do lokalnych warunków.

Tu należałoby wspomnieć o działaniach podjętych w reaktorze badawczym Opal przez Australijską Organizację ds. Nauki i Technologii Jądrowej (Australian Nuc-

lear Science and Technology Organisation – ANSTO) po Fukushima, [9]ANSTO dokonało przeglądu bezpieczeństwa OPAL-a dla zagrożeń związanych z reaktorem i zagrożeniami zewnętrznymi w trakcie okresowej oceny bezpieczeństwa PSR (Periodic Safety Review). Zakres przeglądu ANSTO obejmował następujące wydarzenia:

- Awaria stacji (blackout-zaciemnienie do 30 minut, 30 minut, do 10 dni i powyżej 10 dni);
- Wydarzenia zewnętrzne (uderzenie samolotu, pożary buszu, wypadki przemysłowe i transportowe, działania wojskowe, działania lokalne, ekstremalny wiatr, trzęsienie ziemi);
- Połączenie zdarzeń zewnętrznych (łącznie zagrożenia zewnętrzne, wynikające z nich dodatkowe zagrożenia zewnętrzne i przypadkowe zagrożenia zewnętrzne);
- Wybuch wodoru;
- Awaria systemu chłodzenia basenu wypalonego paliwa;
- Uwolnienia z obudowy reaktora.

W wyniku analizy ANSTO zalecił zmiany w spisie zagrożeń dotyczących bezpieczeństwa OPAL. Zmiany dotyczyły następujących obszarów:

- a. Analiza bezpieczeństwa utraty mocy (blackout) powinna zostać zaktualizowana, aby uwzględnić 15-dniowy blackout. Wcześniejsza analiza obejmowała awarię instalacji trwającą do 10 dni. Zalecenie dotyczące przedłużenia okresu zaciemnienia opiera się na ustaleniach ANSTO w celu przeanalizowania zaniku dla zawsze bezpiecznego czasu (ever-safe) dla paliwa reaktora OPAL, który wynosi 15 dni.
- b. Zalecana jest dalsza ocena potencjalnego połączenia ruchomych generatorów energii z systemem dystrybucji mocy reaktora OPAL.
- c. Sugeruje się włączenie kombinacji zagrożeń zewnętrznych do analizy bezpieczeństwa OPAL, rozdział 16 SAR (Raportu bezpieczeństwa).
- d. Raport zaleca dalszą analizę uwalniania wodoru pochodzącego ze źródła zimnych neutronów z którym obudowa reaktora jest połączona.
- e. Należy przeprowadzić analizę systemu chłodzenia basenu wypalonego paliwa podczas przedłużonej utraty mocy (15 dni), która powinna również zostać włączona do OPAL SAR (Raportu bezpieczeństwa).

Australijski Dozór Jądrowy ARPANSA dokonał wstępnej oceny działań ANSTO w ramach kontroli PSR. A oto wnioski dozoru [9] „Inspektorzy ARPANSA są zadowoleni z rozwoju ponownej oceny bezpieczeństwa OPAL w kontekście wniosków wyciągniętych z wypadku w Fukushima. Wstępna ocena implikacji dla wypadku bezpieczeństwa OPAL i wnioski wyciągnięte z wydarzenia w elektrowni jądrowej Fukushima Dai-ichi zostały uznane za odpowiednie.

Recenzenci ARPANSA są usatysfakcjonowani, że działania wynikające ze wstępnej oceny reaktora OPAL przez ANSTO w związku z wypadkiem w Fukushima zo-

stały odpowiednio umieszczone w programie działań następczych (After Action-Programme).

Pełny przegląd ostatecznej ponownej oceny bezpieczeństwa OPAL w świetle wypadku Fukushima Da-ichi zostanie przeprowadzony niezależnie od tej oceny PSR."



Fot. 5. Rdzeń reaktora OPAL (fot. ANSTO – z prezentacji Jason Chakovski & Andrew Frikken)

Photo. 5. The core of the OPAL reactor



Fot.6. Sterownia reaktora OPAL (fot. IAEA, ANSTO i Rządu Australii z oficjalnej prezentacji „Rozruch reaktora OPAL” podczas konferencji IAEA w Sydney w listopadzie 2007 r.)

Photo.6. OPAL control room

Reaktor został zaprojektowany tak, aby jak najefektywniej wykorzystywać wytworzony strumień neutronów. Integralną częścią reaktora jest hala fizyczna, w której znajduje się kompleksowy zestaw urządzeń badawczych wykorzystujących wiązki neutronów emitowanych przez OPAL:

- a. Echidna — jest dyfraktometrem proszkowym o wysokiej rozdzielczości neutronowej. Przyrząd służy do określania krystalicznych struktur materiałów przy użyciu promieniowania neutronowego analogicznego do technik rentgenowskich. Nazwa to angielskie określenie... kolczatki, ponieważ kolczaste szczyty instrumentu wyglądają jak kolczatka.
- b. Platypus — to reflektometr czasu przelotu zbudowany na źródle zimnych neutronów. Przyrząd służy do określania struktury za pomocą wysoko skolimowanych wiązek neutronów. Platypus to po prostu angielskie określenie dziobaka.
- c. Wombat — to dyfraktometr proszkowy o wysokiej intensywności. Przyrząd służy do określania krystalicznych struktur materiałów przy użyciu promieniowania neutronowego analogicznego do technik rentgenowskich. Nazwa pochodzi od wombata, zwierzęcia z rodziny torbaczy z Australii. Pracuje na neutronach termicznych.
- d. Kowari jest dyfraktometrem resztkowego naprężenia neutronowego. Służy do skanowania odkształceń za pomocą neutronów termicznych. Nazwa pochodzi od kowari, australijskiego torbacza.
- e. Taipan — 3-osiowy spektrometr neutronów termicznych (nazwa to gatunek węża).
- f. Koala — dyfraktometr Laue'go.
- g. Quokka — przyrząd do badania neutronów o małym kącie rozpraszania. Nazwa pochodzi od sympatycznego torbacza australijskiego.
- h. Pelikan — spektrometr czasu przelotu zimnych neutronów.
- i. Sika — 3-osiowy spektrometr neutronów zimnych (nazwa od gatunku jelenia, który występuje w Australii).
- j. Kookaburra — urządzenie do badań neutronów o ultra-małym kącie rozproszenia (nazwa od gatunku australijskiego ptaka).
- k. Dingo — Radiografia neutronowa i tomografia.
- l. Bilby — rozpraszanie o małym kącie neutronów (nazwa od małego torbacza).
- m. Emu — rozpraszanie wsteczne.



Fot. 7. Quokka (fot. Piotr Leśny)

Photo. 7. Quokka

Australijczycy na każdym kroku manifestują swój patriotyzm, wszystkie nazwy urządzeń badawczych są krajowe. Pod zarządem ANSTO znajduje się również Australijski Synchrotron (oficjalna nazwa tego 216-metrowego urządzenia – The Australian Synchrotron), jak i laboratoria akceleratorowe. Australia została oficjalnie przyjęta do umowy ramowej Międzynarodowego Forum Generacji IV (GIF), dzięki któremu uczestniczy w międzynarodowych pracach nad rozwojem przyszłych technologii energii jądrowej. Naukowcy z Australii, wnoszą swój wkład w ITER, największy na świecie

projekt inżynierski, w celu budowy reaktora opartego na syntezie jądrowej we Francji. Wkład Australii w badania ITER obejmuje zasadniczo trzy obszary: diagnostykę, teorię plazmy i modelowanie oraz rozwój zaawansowanych materiałów dla ekstremalnych środowisk. Kraj na antypodach ma również olbrzymie i wspaniałe tradycje naukowe wystarczy wspomnieć noblistę Wiliama Lawrence'a Bragga. Należy zauważyć przy tym pewną ciekawostkę. Australijscy fizycy uczestniczą często we wspólnych projektach badawczych ze swoimi kolegami ze Stanów Zjednoczonych czy Wielkiej Brytanii. Dość trudno znaleźć w naszym kraju materiały o australijskim przemyśle jądrowym. Celem niniejszego artykułu jest zasygnalizowanie tego bardzo ciekawego i kształcącego zagadnienia, a także zainteresowanie tematyką polskich Czytelników.

18. Międzynarodowa Grupa ds. Badań Reaktorów (IGORR18)

18. Międzynarodowa Grupa ds. Badań Reaktorów (IGORR18) odbyła się dwa lata temu w Międzynarodowym Centrum Konferencyjnym Darling Harbour w Sydney w Australii. Konferencja IGORR18 była zorganizowana przez IGORR i ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation) we współpracy z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej (MAEA) w ramach wbudowanych warsztatów MAEA na temat oceny bezpieczeństwa reaktorów badawczych w świetle lekcji wyciągniętych z wypadku Fukushima Daiichi.

Autor tego artykułu prezentował polskie działania (z punktu widzenia dozoru jądrowego) oraz poznawał osiągnięcia krajów najbardziej zaawansowanych w dziedzinie przemysłu jądrowego. Konferencja, warsztaty oraz szkolenia były również doskonałą okazją do zapoznania się z australijską fizyką jądrową ze szczególnym uwzględnieniem reaktora badawczego OPAL.

Warsztaty szkoleniowe "Workshop on Safety Reassessment of Research Reactors in the Light of the Lessons Learned from the Fukushima Daiichi Accident" zorganizowane były przez MAEA, IGORR oraz ANSTO. Szkolenie dotyczyło problematyki dokonania ponownej oceny bezpieczeństwa w reaktorach badawczych po awarii w Fukushima (zalecanej przez MAEA w wytycznych SRS-80). Szkolenie MAEA było zintegrowane z IGORR 18. Zajęcia oraz prezentacje podczas konferencji i wykłady odbywały się jednocześnie w trzech salach. Uczestnicy szkolenia wybierali te wykłady i prezentacje, które były dla nich najbardziej potrzebne lub interesujące. Podstawowa część wykładów odbywała się natomiast w ramach warsztatów MAEA i była przeznaczona dla wszystkich. Szkolenie było więc podzielone na „kurs obowiązkowy” i zajęcia do wyboru. Prezentacje i wykłady w ramach warsztatów MAEA dotyczyły:

- działań MAEA w zakresie bezpieczeństwa reaktorów badawczych,
- nowych wymagań dozorowych dotyczących bezpieczeństwa, będących odpowiedzią na awarię w Fukushima,
- działań kierownictwa reaktorów badawczych wynikających z doświadczeń wynikających z awarii w Fukushima,
- aspektów dozorowych wprowadzania nowych środków bezpieczeństwa,
- aktualnego stanu japońskich reaktorów badawczych, jak np. w Kioto, ponownie uruchomionych po przerwie w działalności spowodowanych FDA (Fukushima Daiichi accident),
- wzmocnienia odporności sejsmicznej projektów reaktorów badawczych, jak na przykład HANARO w Korei Południowej,
- doświadczeń dozorowych z kontroli wykonania ponownej analizy bezpieczeństwa po FDA, np. reaktor badawczy ORPHEE we Francji,
- wykorzystania doświadczeń z FDA w innych niż reaktory badawcze obiektach jądrowych oraz składowiskach odpadów promieniotwórczych, na przykładzie między innymi Stanów Zjednoczonych,
- poszczególnych rodzajów analiz bezpieczeństwa, np. dotyczących kwestii ciepło-przepływowych, m. in. Korea i Jordania itd.

Podczas szkolenia w ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation) odpowiednika polskiego Narodowego Centrum Badań Jądrowych z antypodów – na każdym kroku demonstrowano proekologiczne nastawienie: nawet zeszyty i materiały piśmiennicze wykonane były z materiałów pochodzących z recyklingu (makulatura) lub nieszkodzących środowisku (bambus). Ta postawa dotyczy również starej kultury Aborygenów, o szacunku, do której w publicznych wystąpieniach australijscy naukowcy często wspominają. W związku z tym, że kultura Aborygenów funkcjonowała w zgodzie z przyrodą, obydwie kwestie harmonijnie się ze sobą łączą.

W Australii w ramach warsztatów prezentowane były polskie działania wynikające z awarii elektrowni jądrowej w Fukushima. W skrócie: ponowna ocena bezpieczeństwa reaktora MARIA zalecona przez MAEA w raporcie SRS-80 po wypadku w Fukushima została uwzględniona w zaktualizowanym raporcie analizy bezpieczeństwa MARIA (ERBM2015), który został starannie sprawdzony przez Państwową Agencję Atomistyki (PAA). PAA zweryfikowało ponowną ocenę bezpieczeństwa reaktora MARIA zalecaną przez MAEA w raporcie SRS-80. Skontrolowana została dokumentacja (ERBM2015, Plan awaryjny reaktora MARIA i Plan reagowania kryzysowego NCBJ, procedury, instrukcje itd.). Przygotowano raport z oceny zgodności z SRS-80 i sformułowano zalecenia dotyczące dalszych działań.

Tabela 1. Przykładowa tabela z przeglądu postulowanych zdarzeń inicjujących. Litera A oznacza spełnienie wszystkich wymagań dozоровych dotyczących danej kwestii, litera B dotyczy tych zagadnień w których dozór domagał się uzupełnienia dokumentacji.

(1) Loss of electrical power supplies:	
1. Loss of normal electrical power.	A
(2) Insertion of excess reactivity:	
1. Criticality during fuel handling (due to an error in fuel insertion);	B
2. Startup accident;	A
3. Control rod failure or control rod follower failure;	A
4. Control drive failure or system failure;	A
5. Failure of other reactivity control devices (such as a moderator or reflector);	B

Znacznie bardziej różnorodna była tematyka wykładów i prezentacji na 18. Międzynarodowej Konferencji Reaktorów Badawczych, choć również była ściśle powiązana z ocenami bezpieczeństwa po doświadczeniach związanych z awarią w Fukushima. Wykłady i prezentacje przygotowane zostały przez naukowców z najbardziej zaawansowanych laboratoriów i instytutów badawczych z całego świata (między innymi MIT, Oak Ridge, KAIST, North Caroline itd.) i dotyczyły między innymi:

- najnowszych projektów reaktorów badawczych i kierunków ich rozwoju,
- akceptacji przez dozór jądrowy najnowszych projektów reaktorów badawczych np. w Jordani, i
- doświadczeń z funkcjonowaniem zintegrowanych pasywnych systemów bezpieczeństwa w reaktorach badawczych,
- aktualnego stanu okresowych przeglądów bezpieczeństwa np. w HANARO (Korea Południowa),
- analiz bezpieczeństwa rdzenia prototypowych reaktorów badawczych np. w Chinach,
- integracji pasywnych środków bezpieczeństwa w wielofunkcyjnych reaktorach badawczych,
- rozwoju technologii reaktorów badawczych np. w Argentynie itd.

Wnioski z warsztatów i konferencji.

- Wymagania dotyczące analiz bezpieczeństwa dla reaktorów badawczych są zbliżone w większości krajów jak dla elektrowni jądrowych. Interesujący jest tu przypadek Korei Południowej. Reaktor badawczy HANARO, aby spełnić wymagania dotyczące odporności sejsmicznej musiał wstrzymać na około trzy lata działalność, w tym czasie przebudowano całą konstrukcję (zbudowano nowe ściany nośne).
- Podobne w wielu krajach rozwiązania zagadnień wynikających z przeprowadzonych analiz bezpieczeństwa.

Podwyższenie poziomu ustawienia akumulatorów przy polskim reaktorze MARIA zostało przeprowadzone w podobny sposób jak we francuskim reaktorze badawczym. Potwierdza to skuteczność korzystania z doświadczeń i uczenia się na dobrych wzorcach.

- Stosowanie podejścia stopniowanego w ocenie analiz bezpieczeństwa przez dozór jądrowy. Zgodnie z niemieckim prawodawstwem raport z okresowej oceny bezpieczeństwa otrzymuje zarówno dozór jak i jego TSO. PSR w Niemczech przeprowadzany jest zgodnie z zasadami podejścia stopniowanego.
- Wymagania MAEA (SRS-80) stanowią tylko pewne minimum wymagane przez dozory jądrowe. W niektórych krajach wymagania dotyczące analiz bezpieczeństwa przeprowadzanych po FDA są znacznie bardziej szczegółowe (np. ASN we Francji.)
- Oprócz warsztatów czy konferencji gospodarze (czyli ANSTO) zaprezentowali swój dorobek w dziedzinie energetyki jądrowej czy może lepiej to nazywając ogólnie pojętych praktycznych zastosowań fizyki jądrowej. Australia jest krajem bardzo zaawansowanym w fizyce jądrowej, który wypracował w tej dziedzinie swoją własną specyfikę.

*Piotr Leśny,
Inspektor Dozoru Jądrowego,
Departament Nadzoru i Kontroli,
Państwowa Agencja Atomistyki,
Warszawa*

Literatura:

- [1] Materiały z konferencji międzynarodowej organizacji reaktorów badawczych IGORR 18 w Sydney, Australia, między innymi: „The Journey of Continuous Improvement in the Reliability and Availability of the OPAL Reactor IGORR 18 – Sydney, Australia Jason Chakovski & Andrew Frikken, ANSTO
- [2] ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation) oficjalna strona internetowa.
- [3] Frank Walker „Maralinga” Hachette 2016
- [4] Elizabeth Tynan „Atomic thunder. The Maralinga story” University of New South Wales Press 2016
- [5] The Best Schools – 50 najlepszych programów fizyki w świecie link: <https://thebestschools.org/rankings/best-physics-programs-in-world-today/>
- [6] Lista szanghajska ARWU World University Ranking link: <http://www.shanghai ranking.com/>
- [7] International Atomic Energy Agency Research Reactor Database link: <https://nucleus.iaea.org/Pages/rr-db.aspx>
- [8] IAEA konferencja w Sydney listopad 2007 materiały. Oficjalna prezentacja „Rozruchu reaktora OPAL” link: https://www.pub.iaea.org/Mtcd/Meetings/PDFplus/2007/cn156/cn156presentations/cn156_Irwin.pdf
- [9] REGULATORY ASSESSMENT REPORT Periodic Safety Review of OPAL Reactor Facility Licence F0157



POLSKO-CZESKIE KONSULTACJE MIĘDZYRZĄDOWE

Polsko-czeskie konsultacje międzyrządowe na temat długookresowej strategii dla klimatu oraz transformacji europejskiej i współpracy w dziedzinie polityki jądrowej odbyły się 28 sierpnia 2019 r. w Warszawie.



Fot. 1. Uczestnicy spotkania (fot. ME)

Dyskutowano w szczególności o kwestiach związanych ze zmianami w unijnej polityce klimatycznej, o dążeniach do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r. i krajowych projektach na rzecz energii i czystego powietrza. Rozmowom przewodniczyli premierzy Polski i Czech: Mateusz Morawiecki i Andrej Babis.

Wiceminister energii Tomasz Dąbrowski przypomniał, że Polska nie jest zwolennikiem rewolucyjnych przemian w energetyce. – *Stawiamy na sprawiedliwą transformację oznaczającą przeciwdziałanie nierównomiernemu rozkładowi kosztów pomiędzy państwa członkowskie. Należy też pamiętać o kosztach społecznych, które obciążą w szczególności gospodarkę i regiony Unii o wysokim wykorzystaniu węgla* – posumował.

Uczestnicy spotkania opowiedzieli się za inicjatywą utworzenia polsko-czeskiej grupy eksperckiej, która zajęłaby się wymianą informacji na temat energetyki jądrowej, negocjacji z Komisją Europejską, rozważanych modeli biznesowych i finansowych. Strona polska z zadowoleniem przyjęła zdecydowane stanowisko Czech, Słowacji i Węgier w sprawie konieczności rozwoju energetyki jądrowej.

Na podstawie informacji podanej na stronie internetowej Ministerstwa Energii.



MŁODZI NAUKOWCY NA START

Stu wybitnych młodych naukowców, będących przyszłością polskiej nauki i których badania mogą przyczynić się do przełomu w wielu dziedzinach, odebrało stypendia START Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. W spotkaniu zorganizowanym 25 maja br. na Zamku Królewskim w Warszawie oprócz laureatów i ich rodzin uczestniczyli przedstawiciele środowiska naukowego oraz władz naukowych i państwowych. Program START FNP jest największą w Pol-

sce ofertą stypendialną dla najlepszych młodych naukowców ze wszystkich dziedzin nauki. Jego celem jest wspieranie i zachęcanie ich do dalszego rozwoju naukowego. Laureaci otrzymują roczne indywidualne stypendium w wysokości 28 tys. zł. W ciągu 27 lat realizacji programu prestiżowe stypendia zdobyło ponad 3 000 wybitnych badaczy (łącznie z tegorocznymi laureatami), którym FNP przekazała w sumie ponad 81,5 mln zł. W tym roku o stypendia ubiegało się 899 kandydatów.



Fot. 1. Uroczystość wręczenia stypendiów START 2019 (fot. Wojciech Głuszewski)

Laureaci są wybierani w drodze kilkuetapowego konkursu, w którym uczeni będący autorytetami w danej dziedzinie nauki, oceniają dorobek kandydatów. Dorobek ten musi być udokumentowany publikacjami w uznanych polskich i zagranicznych periodykach naukowych. Formalnie poprawne wnioski najpierw ocenia co najmniej dwóch ekspertów, a następnie panel ekspercki, który najlepsze aplikacje kieruje do recenzji. Każdemu wnioskowi zakwalifikowanemu do tego etapu przygląda się kolejnych trzech recenzentów. Ostateczną decyzję o przyznaniu stypendium podejmuje Zarząd Fundacji, a zatwierdza ją Rada FNP. Kilka informacji statystycznych: 3 000 000 zł to łączna kwota przeznaczona przez FNP na stypendia w 27. konkursie; 100 laureatów (11, 12% spośród ubiegających się o stypendium) w tym 58 mężczyzn i 42 kobiety; 60% laureatów (60 osób) ma stopień doktora, w tym 27 kobiet i 33 mężczyzn; Dziedziny najczęściej reprezentowane przez laureatów: nauki techniczne (23 stypendia); nauki humanistyczne i społeczne (15 stypendiów); nauki biologiczne (14 stypendiów); nauki chemiczne (13 stypendiów); nauki medyczne (10 stypendiów); nauki fizyczne (8 stypendiów); Instytucje, z których pochodzi największa liczba stypendystów: Uniwersytet Warszawski – 9 stypendystów, Uniwersytet Jagielloński – 8 stypendystów, Politechnika Wrocławska i Uniwersytet Wrocłowski – po 7 stypendystów, Uniwersytet Gdański, Politechnika Warszawska oraz Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu – po 5 stypendystów, Akademia Górniczo-Hutnicza – 4 stypendystów; Miasta, z których rekrutuje się najwięcej stypendystów: Warszawa (30 stypendystów), Kraków (16 stypendystów), Wrocław (15 stypendystów); Poznań (11 stypendystów); Gdańsk (7 stypendystów); Placówki naukowe, z którymi najczęściej związani są stypendyści, to: uczelnie (80, z czego 21 to politechniki) oraz instytuty PAN (19).

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



TECHNICZNE ASPEKTY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W POLSCE I W CZECHACH

Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej wspólnie z czeską firmą VF Nuclear po raz kolejny zorganizowali międzynarodową konferencję na temat technicznych aspektów ochrony radiologicznej. Tegoroczne spotkanie było okazją do wymiany doświadczeń w zakresie postępu w dziedzinie technik nuklearnych i bezpieczeństwa radiologicznego między polskimi i czeskimi instytucjami, organizacjami i przedsiębiorcami. W miejscowości Černá Hora omawiano zagadnienia związane z zastosowaniem promieniowania jonizującego w medycynie, przemyśle i badaniach naukowych.



Fot. 1. Uczestnicy spotkania w Černéj Horze (fot. VF Nuclear)

Warto przypomnieć, że program pierwszej konferencji w roku 2013 obejmował przepisy prawne, dozymetrię i monitoring wokół elektrowni jądrowych, medycynę nuklearną w aspekcie ochrony radiologicznej, zastosowania przemysłowe promieniowania jonizującego oraz wynikające z nich zagrożenia. W konferencji wykładowcami byli zarówno polscy, jak i czescy eksperci. Spotkanie rozpoczęli goście. Na wstępie Maciej Budzanowski (z Instytutu Fizyki Jądrowej z Krakowa) odpowiedział na pytanie, co naukowcy IFJ mają do zaoferowania medycynie i przemysłowi. Obecnie Instytut Fizyki Jądrowej wykonuje szereg usług naukowych w wielu dziedzinach od radioterapii protonowej do badań dla przemysłu, badań w niskich temperaturach, badań radioaktywności powietrza, wody, gleby, skażeń wewnętrznych, wzorcowania przyrządów dozymetrycznych i dozymetrii indywidualnej oraz środowiskowej. Następnie Karol Łyskawiński z Państwowej Agencji Atomistyki omówił zagadnienia przygotowań na zdarzenia radiacyjne. Odnosił się do tzw. Dyrektywy BSS (Basic Safety Standards), która wprowadziła do otoczenia prawnego Unii Europejskiej nowe przepisy w zakresie ochrony radiologicznej. Transpozycja dyrektywy stanowiła doskonałą okazję do nowelizacji polskich przepisów oraz wprowadzenia zalecanego przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej nowego podejścia w tym zakresie, szczególnie z myślą o rozwoju Programu Polskiej Energetyki Jądrowej. Beata Aniołek i Kamil

Kamiński opowiedzieli, jak powinno wyglądać optymalne wyposażenie Zakładu Medycyny Nuklearnej (ZMN), które wspólnie stanowi doskonałe uzupełnienie dla badań obrazowych, takich jak tomografia komputerowa czy rezonans magnetyczny. Obok tradycyjnej scyntygrafii kości, tarczycy czy serca istotną rolę w algorytmie postępowania medycznego zwłaszcza w onkologii i kardiologii zaczyna odgrywać tomografia pozytonowa. Organizacja Zakładu Medycyny Nuklearnej ściśle wiąże się z profilem działalności placówki medycznej. Gwarancją uzyskiwania wiarygodnej informacji diagnostycznej jest wyposażenie go w źródła kontrolne, markery izotopowe, fantomy do testów kontroli jakości aparatury diagnostycznej. Ze względu na wykorzystywanie radiofarmaceutyków do badań diagnostycznych zakład należy wyposażyć w urządzenia do preparatyki izotopów (komora laminarna, miernik aktywności dawek oraz sprzęt dozymetryczny), radiometr, bramkę dozymetryczną, osłony przed promieniowaniem jonizującym. Stanisław Dziuba reprezentujący Zakłady Usługowo-Produkcyjne DELTA z Zamościa przedstawił, jak można w praktyce osłonić się przed promieniowaniem jonizującym. Zrelacjonował doświadczenia w produkcji zabezpieczeń wykonanych z laminowanych płyt warstwowych. Tadeusz Kucharski z EUROATOM SERWIS wygłosił wykład na temat zastosowania promieniowania jonizującego w przemyśle oraz w zapewnieniu bezpieczeństwa obiektów publicznych. Gospodarzy reprezentowali z jednym wyjątkiem pracownicy firmy VR. I tak Jiří Studený omówił zagadnienie dozymetrii OSL i porównał dawki pracowników medycznych i przemysłowych w Czechach. Przedstawił technologię stosowaną w laboratorium oraz omówił system zapewnienia jakości mierzonych dawek, usług i komunikacji z klientami za pośrednictwem interfejsu internetowego. Martin Holcner poinformował o monitorach i systemach do pomiaru promieniowania jonizującego w medycynie oferowanych przez VF. Lukáš Džbanek zreferował temat monitorowania strumienia neutronów w przemyśle i nauce. Pojawienie się nowoczesnych technologii przetwarzania sygnałów z detektorów i rozwój materiałów scyntylicyjnych do detekcji, otworzyło nowy obszar technologiczny w detekcji promieniowania neutronowego do użytku komercyjnego. VF odgrywa wiodącą rolę w tej dziedzinie w skali globalnej. Firma opracowała urządzenie umożliwiające identyfikację widma mocy strumienia neutronów w trybie on-line. Jan Adam i Jana Rozenová z ÚJV Řež opowiedzieli o historii i aktualnej sytuacji medycyny nuklearnej i radiofarmaceutyków PET w Republice Czeskiej. Kateřina Krkavcová mówiła o rejestrowaniu dawek z badań radiodiagnostycznych. Opisała oprogramowanie do obliczania dawek pacjentów dla takich metod, jak skiografia, fluoroskopia, mammografia i tomografia komputerowa. To oprogramowanie dostarcza danych do optymalizacji napromieniania medycznego pod względem ochrony przed promieniowaniem. Zapewnia również automatyczną kontrolę ustawień urządzeń radiologicznych podczas poszczególnych ekspozycji, co pomaga poprawić jakość napromieniania medycznego. Tradycyjnie już w ramach konferencji odbył się walny Zjazd Członków SIOR, na którym omówiono aktualne kwestie organizacyjne.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



DR MARIA HELENA SAMPA NAUKOWA LAUREATKĄ IIA 2019

W poprzednim numerze PTJ zamieściliśmy sprawozdanie z przebiegu międzynarodowej konferencji poświęconej technologiom radiacyjnym (International Meeting on Radiation Processing – IMRP-2019). Wspomnieliśmy, że prestiżową nagrodę w dziedzinie badań naukowych (IMRP19/IIA) otrzymała Maria Helena Sampa z Brazylii. Warto przybliżyć zawodowy dorobek uczoney, która jest wielkim przyjacielem naszego kraju i IChTJ. Należy podkreślić Jej wieloletnią współpracę z polskim środowiskiem chemików i technologów radiacyjnych. W okresie, kiedy pełniła ważne funkcje w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA), uczestniczyła w licznych wydarzeniach na temat technologii radiacyjnych odbywających się w Polsce. Miała udział w wypromowaniu organizowanej, co trzy lata przez AGH i IChTJ międzynarodowej konferencji NUTECH. Wielokrotnie wizytowała IChTJ, a będąc pracownikiem IAEA i kierując projektami z dziedziny technologii radiacyjnej, zasięgała porad ze strony jego pracowników, pełniących rolę międzynarodowych ekspertów. Powierzyła IChTJ koordynację programu regionalnego z tej tematyki oraz przygotowania wielu warsztatów (workshops) i kursów. Była inicjatorką testów porównawczych (dosimetry intercomparison) dla dozymetrycznych laboratoriów europejskich, w organizacji, których IChTJ do dziś pełni przewodnią rolę.



Fot. 1. Helena Sampa (czwarta od lewej) wśród uczestników konferencji IRaP w kopalni w Wieliczce (fot. Wojciech Gluszewski)

Dr Maria Helena Sampa uzyskała tytuł magistra, a następnie doktora na Uniwersytecie w São Paulo /University of São Paulo/ w dziedzinie zastosowań technologii jądrowej. W latach 1976-2005 była pracownikiem naukowym i jednocześnie kierownikiem Wydziału Badań i Rozwoju Centrum Technologii Radiacyjnych w IPEN/CTR (Nuclear and Energy Research Institute/

Centro de Tecnologia das Radiações). Do jej zadań należało zarządzanie i koordynowanie projektami badawczo-rozwojowymi z zakresu zastosowania promieniowania jonizującego (akceleratorowe wiązki elektronów, promieniowanie gamma) w przemysłowych procesach i ochronie środowiska. Opracowano kilka projektów wykorzystujących technologie radiacyjne do: modyfikacji polimerów, syntezy chemicznej oraz sterylizacji nowych wyrobów. Były one następnie wdrażane w skali technologicznej w Brazylii. Dr Sampa brała również udział w organizacji konferencji, seminariów, sympozjów i spotkań naukowych lub pełniła funkcję członka ich komitetów naukowych. W latach 2006–2011 pracowała w MAEA (Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej), jako specjalista ds. technicznych pełniąc między innymi funkcję sekretarza naukowego w Departamencie Zastosowań Jądrowych (NA), Wydziale Nauk Fizycznych i Chemicznych. Koordynowała działania MAEA (ang. IAEA) w zakresie przemysłowego wykorzystania promieniowania jonizującego w różnych dziedzinach. W ciągu siedmiu lat przyczyniła się do wdrożenia kilku technologii radiacyjnych w państwach członkowskich IAEA. W latach 2000-2002 została wybrana na funkcję przewodniczącej Brazylijskiego Stowarzyszenia Energii Jądrowej (ABEN). Angażowała się również w działalność stowarzyszeń zawodowych, takich jak American Nuclear Society (ANS), Latin American Section (LAS), Centrum Inkubatorów Biznesowych Opartych na Technologii (CIETEC) i innych. Otrzymała nagrody za działalność na rzecz rozwoju technologii jądrowej. W 2001 r. przyznano jej Medal „Carneiro Felipe” Brazylijskiej Komisji Energii. W tym roku z grupą IPEN odebrała nagrodę ATOMEXPO 2019 podczas Międzynarodowego Forum Atomexpo w Rosji. Jest autorką wielu publikacji, wygłasza wykłady na różnych forach krajowych i międzynarodowych, recenzuje artykuły dla naukowych czasopism. Obecnie dr Maria Helena Sampa jest konsultantem w dziedzinie technologicznego wykorzystania promieniowania jonizującego w przemyśle, ochronie środowiska, konserwacji obiektów o znaczeniu historycznym oraz jest ekspertem w zakresie instalacji do napromieniowania w MAEA, IPEN i CNEN (National Nuclear Energy Commission). W okresie pracy w IAEA była inicjatorką kilku międzynarodowych projektów badawczych (CRP – Coordinated Research Activities), w tym kontynuowanego obecnie projektu w dziedzinie radiacyjnej modyfikacji materiałów polimerowych. Wspomniane CRP ułatwiły zakup i rozpowszechnienie know-how oraz technologii radiacyjnych między innymi w: dziedzinie sieciowania i degradacji polimerów, syntezy membran reagujących na bodźce, hydrożeli, materiałów analitycznych oraz wykorzystaniu promieniowania jonizującego do produkcji i modyfikacji biomateriałów, oraz farmaceutyków. Pod jej nadzorem opublikowano raporty techniczne IAEA, podsumowujące wyniki spotkań technicznych (TM) i skoordynowanych projektów

badawczych, które są ważnym źródłem praktycznych informacji dla naukowców na całym świecie. Opracowania, których była współautorką, dotyczyły perspektyw i wyzwań w zastosowaniu promieniowania gamma, wiązek elektronów i jonów w produkcji nanomateriałów; sterylizacji materiałów opakowaniowych; degradacji zanieczyszczeń wód i ścieków oraz innych zastosowań, które otwierają nowe obszary działalności badawczo-rozwojowej i aplikacyjnej.

DR MARIA HELENA SAMPA SCIENTIFIC LAUREATE IIA 2019

In the previous issue of our quarterly, we published a short report on the course of the international conference on radiation technologies (International Meeting on Radiation Processing - IMRP-2019). We mentioned that the prestigious research award (IMRP19 / IIA) was received by Helena Sampa from Brazil. We would like to present the achievements of a scholar who is a great friend of our country and Institute of Nuclear Chemistry and Technology (INCT), emphasizing her long-term cooperation with the Polish milieu of chemists and radiation technologists. During the period when she held important functions at the International Atomic Energy Agency she supported and participated in numerous conferences on radiation technologies organized in Poland. She participated in the promotion of the international NUTECH conference organized every three years by INCT and AGH UST (AGH University of Science and Technology, Krakow). Dr Sampa repeatedly visited the INCT, and being an employee of the IAEA and managing projects in the field of radiation technology, she consulted on the part of its employees, acting as international experts. She entrusted institute with the coordination of the regional program on this subject and the organization of many workshops and courses. She was the initiator of comparative tests (dosimetry intercomparison) for dosimetric European laboratories, in which the INCT still plays a leading role.

Dr Maria Helena Sampa obtained her M.Sc. and Ph.D. in Nuclear Technology Applications at IPEN/University of São Paulo – Brazil. From 1976 to 2005 she was researcher and head of Division of Research and Development of Radiation Technology Center at IPEN/CTR where the main activities were to manage and coordinate R&D projects in the field of application of ionizing radiation (electron beam accelerators and gamma radiation) in industrial and environmental process. Several radiation processing lines for polymers processing, new products synthesis and sterilization etc have been developed which were basis for further technology implementation in the country. She was also involved in organization

of Conferences, Seminars, Symposia and Meetings and has been acting as Member of Scientific Committee of national and international conferences. She worked at IAEA – International Atomic Energy Agency from 2006 to 2011 as Technical Officer (Scientific Secretary) in Radiation Processing Technology at Industrial Applications and Chemistry Section of the Nuclear Applications (NA) Department, Division of Physical and Chemical Sciences. During those seven year she has implemented several projects on radiation processing in Member States of IAEA. She was President of the Brazilian Nuclear Energy Association (ABEN) from 2000 to 2002 and has been involved in professional societies such as American Nuclear Society – Latin American Section (ANS/LAS), Technology Based Business Incubator Center (CIETEC) and others. She received awards in the nuclear field: in 2001 Medal “Carneiro Felipe” received from Brazilian Nuclear Energy Commission (CNEN) and in 2002 Medal “Friends of Navy” received from Brazilian Navy. She also received a award from International Irradiation Association (IIA) as Scientific Researcher and recently, together with the IPEN’s group, a award from ATOMEXPO 2019 during the Atomexpo International Forum held in Russia. She has many publications in the field and has delivered lectures in different forums and a reviewer of papers for international journals. Dr. Sampa currently is Consultant in radiation processing technology for industry, environment preservation, decontamination of art objects and irradiation facilities for the IAEA, IPEN and CNEN. During the time when she was working in IAEA she has implemented several coordinated research projects (CRP) recently, including one on-going project, in the field of radiation processing of polymeric materials. These CRPs facilitated the acquisition and dissemination of know-how and technology for controlling of degradation effects in radiation processing of polymers, radiation synthesis of stimuli-responsive membranes, hydrogels and absorbents for separation purposes and the use of radiation processing to prepare biomaterials for applications in medicine. Under her supervision IAEA published technical documents, covering the findings of thematic technical meetings (TM) and coordinated research projects being important source of valuable practical information for worldwide use. Important papers which she co-authored were related to prospects and challenges in application of gamma, electron and ion beams in processing of nanomaterials; radiation treatment for sterilization of packaging materials; remediation of polluted waters and wastewater by radiation processing and other, which were opening new fields of R&D activities and implementation of new techniques in the field of radiation processing.

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



KOBIETY WESZŁY W XXI WIEK Z NOWĄ SIŁĄ

W Zamku Królewskim w Warszawie odbyła się organizowana przez Francusko – Polską Izbę Gospodarczą piąta już edycja „Spotkań Warszawskich”. Hasłem tegorocznej konferencji było „kobiety weszły w XXI wiek z nową siłą, ale jest jeszcze wiele do zrobienia”. Na wstępie Pierre Levy, Ambasador Francji w Polsce zwrócił uwagę, że obecnie CCIFP jest jedną z największych i najbardziej dynamicznych Izb bilateralnych w Polsce, i jedną z największych Izb Francuskich na świecie. Gość specjalny, Jadwiga Emilewicz (Minister Przedsiębiorczości i Technologii) oraz Jean-François Fallacher, (Prezes CCIFP) podkreślili, że temat tegorocznych „Spotkań Warszawskich” nie jest przypadkowy i stanowi odzwierciedlenie trendów społecznych, politycznych oraz zmian zachodzących w świadomości ludzi biznesu. Luc Ferry francuski filozof (jeden z prelegentów) zauważył, że „Kobiety w ciągu ostatnich 50 lat osiągnęły więcej niż przez poprzednie 5000 lat. To oznacza, że w XXI wiek weszły silne, zmotywowane i walczące o należne im miejsce w społeczeństwie. Nie jest to jednak jednoznaczne z faktem, że już wszystko, co można było zrobić w kwestii równouprawnienia, zostało zrobione”. W trakcie wystąpień i debat pojawił się temat parytetu, czy też tzw. kwot. Dyskusja o tego typu rozwiązaniach trwa od lat. I tak pani Minister Emilewicz uważa, że wprowadzenie kwot w firmach, czy instytucjach państwowych nie jest konieczne. „Nie potrzebujemy parytetów, ponieważ jesteśmy równie dobre lub lepsze od mężczyzn”. Zgodził się z nią Luc Ferry, który uważa parytety za szkodliwe i przymuszające do dokonywania wyborów, nie na podstawie kompetencji, a narzuconego prawa. Faworyzowanie kobiet, jego zdaniem, tylko z powodu płci jest sprzeczne z Deklaracją Praw Człowieka, gdyż ta chroni kobiety, ponieważ są ludźmi, a nie z powodu kobiecych cech. Innego zdania była Magdalena Środa, etyczka, filozofka, publicystka oraz współzałożycielka Kongresu Kobiet. Według prof. Środy, badania faktycznie wskazują na to, że jedyną różnicą między kobietami a mężczyznami jest płeć. Reszta różnic i sposób postrzegania świata wynika z głęboko zakorzenionych tradycyjnych wzorców wychowawczych. Dlatego zdaniem Magdaleny Środy, tymczasowe wprowadzenie parytetów jest konieczne, aby dać czas społeczeństwu na wychowanie kolejnych pokoleń w świadomości równości i tolerancji. Wielokrotnie odwoływano się do przykładu Marii Skłodowskiej-Curie. Podkreślono, że w czasach kiedy nie myślano nawet o parytetach, uczona znakomicie sobie radziła w konkurencji z mężczyznami. Dowodem na to jest fakt, że jako jedyna osoba jak dotąd otrzymała dwie Nagrody Nobla w dwóch różnych dziedzinach naukowych. Wszyscy prelegenci i uczestnicy debat zgodzili się, że kobiety wprowadzają nowe spojrzenie i wartości dodane do miejsc, w których pracują. Emmanuelle

Duez (założycielka The Boson Project, a jednocześnie oficer marynarki francuskiej) w swoim wystąpieniu, podkreślała, jak ważną cechą kobiet, a szczególnie matek, jest umiejętność długofalowego planowania oraz świadomość, że dokonywane zmiany, aby mogły być efektywne i przetrwać, muszą mieć na względzie odpowiedzialność za następne pokolenia. Jérôme Chartier, założyciel Entretiens de Royaumont podsumowując konferencję powiedział, że w kwestii równouprawnienia kobiet i mężczyzn „Zmiana trwa i jest jeszcze wiele do zrobienia. Jest spór między cywilizacją, która wspiera kobietę i jej dążenia do osiągania sukcesów, a cywilizacją tradycjonalizmu”.

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



I KONGRES KOGENERACJI

W dniach 4-6 czerwca 2019 r. w Kazimierzu Dolnym nad Wisłą Polskie Towarzystwo Elektrociepłowni Zawodowych we współpracy z Europejskim Centrum Biznesu zorganizowało I edycję Kongresu Kogeneracji. Spotkanie zainaugurowała ceremonia wręczenia statuetki „Przyjaciela Kogeneracji”. W tym roku otrzymał ją Krzysztof Tchórzewski, Minister Energii. Wyróżnienie przyznawane jest osobom, które swoimi inicjatywami przyczyniły się do rozwoju sektora kogeneracyjnego w Polsce. W uzasadnieniu zwrócono uwagę, że bez szeregu inicjatyw i projektów podejmowanych przez Ministerstwo Energii i aktywnej działalności administracji rządowej, nie byłoby ustawy z dnia 14 grudnia 2018 r. o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji. Tytuł „Przyjaciela Kogeneracji” to również podkreślenie zasług na rzecz ochrony środowiska oraz efektywności energetycznej.



Fot. 1. Uczestnicy panelu otwierający I Kongres Kogeneracji (fot. Wojciech Głuszewski)

Kongres otworzył panel pt. „Kogeneracja 2.0”. Moderatorem debaty (i całego spotkania) był Wojciech Jakóbiak (Redaktor Naczelny BiznesAlert.pl). W dyskusji

udział wzięli: Krzysztof Tchórzewski – Minister Energii; Sławomir Mazurek – Podsekretarz Stanu, Ministerstwo Środowiska; Wojciech Dąbrowski – Prezes Zarządu Polskiego Towarzystwa Elektrociepłowni Zawodowych, Prezes Zarządu, PGE Energia Ciepła S.A.; Jarosław Głowacki – Prezes Zarządu, PGNiG Termika S.A.; Piotr Górnik – Prezes Zarządu, Fortum Power and Heat Polska Sp. z o.o.; Anna Kędziora-Szwagrzak – Prezes Zarządu, Veolia Energia Łódź S.A.; dr hab. Mariusz Swora – Adwokat, Rada Odwoławcza ACER. Początek debaty poświęcony był wyzwaniom związanym z transformacją sektorów energii, w szczególności roli kogeneracji i ciepłownictwa w realizacji celów polityki energetycznej Polski i Unii Europejskiej. Następnie odniesiono się do problematyki finansowania rozwoju oraz mechanizmów wsparcia kogeneracji. Na koniec zwrócono uwagę na korzyści społeczne rozwoju kogeneracji: nie tylko w rozumieniu likwidacji niskiej emisji i wysokich standardów wytwarzania ciepła, ale również, jako oszczędność paliw pierwotnych. Minister Energii podkreślił, że w dłuższej perspektywie czasowej krajowy system energetyczny nie będzie się mógł obyć bez energetyki jądrowej.

W debacie pt. „Europejskie znaczący polskie szanse i wyzwania dla energetyki” uczestnicy dyskusji odnieśli się do założeń pakietu klimatyczno-energetycznego oraz wyzwań dla lokalnych producentów energii elektrycznej i ciepła. Następnie zastanawiano się nad kierunkami transformacji rynku ciepła oraz starano się oszacować koszty dostosowania przedsięwzięć do nowych wymagań wynikających z pakietu klimatyczno-energetycznego. Trzeci panel poświęcony był tematyce „Kogeneracji na rynku energii – stanowi obecnemu i nowym wyzwaniom”. Prelegenci rozpoczęli dyskusję od szerokiego omówienia sytuacji na rynku energii i jego transformacji. Stanowiło to wstęp do rozważań na temat roli kogeneracji w krajowym i lokalnym rynku energii elektrycznej i współpracy z systemem elektroenergetycznym. Starano się również odpowiedzieć na pytanie, czy rynek energii elektrycznej zapewni rozwój kogeneracji. Spotkanie zamknęła debata na temat „Ciepłownictwa jako filaru nowoczesnej energetyki”. Zastanawiano się nad kwestią nowoczesnego ciepłownictwa opartego na scentralizowanych źródłach produkcji energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji. Pozwoliło to na nakreślenie możliwych strategii rozwoju sektora ciepłowniczego w Polsce. Interesująca dyskusja, zarówno pomiędzy uczestnikami paneli, jak i dzięki licznym pytaniom z sali świadczy o dużym zainteresowaniu poruszonymi tematami i stanowi punkt wyjścia do debaty w kolejnej edycji Kongresu Kogeneracji, który odbędzie się w przyszłym roku.

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



XV SZKOŁA STERYLIZACJI I MIKROBIOLOGICZNEJ DEKONTAMINACJI RADIACYJNEJ

Stało się już tradycją, iż co dwa lata Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie organizuje Szkołę Sterylizacji i Mikrobiologicznej Dekontaminacji Radiacyjnej. Ogólnym celem spotkań jest próba podsumowania dorobku krajowych instytucji naukowo-badawczych produkcyjnych w dziedzinie sterylizacji i mikrobiologicznej dekontaminacji. Jak ogólnie wiadomo, podstawową cechą wyrobów medycznych, produktów leczniczych oraz przeszczepów jest jałowość. Proces sterylizacji (zabicia drobnoustrojów oraz ich form przetrwalnikowych) można prowadzić różnymi metodami, dostosowanymi do aktualnych wymagań medycznych oraz rodzaju materiału, z którego wykonano dany wyrób. Na skalę przemysłową stosowane są głównie dwie metody sterylizacji: gazowa, wykorzystująca toksyczne właściwości tlenu etylenu i radiacyjna, w której bakterioobójczo działa promieniowanie jonizujące. Sterylizacja metodą radiacyjną jest w naszym kraju coraz lepiej znana, jednak nie wszyscy wytwórcy wyrobów medycznych, produktów leczniczych i kosmetyków zdają sobie sprawę, że wysokoenergetyczne elektrony i promieniowanie gamma a obecnie również promieniowanie hamowania można z powodzeniem stosować do unieszkodliwiania drobnoustrojów chorobotwórczych. Niedostatecznie promuje się również unikalne zalety tej metody tj.: wyjałowienia całej objętości materiału, dużą wydajność, niezawodność, brak szkodliwych pozostałości po napromieniowaniu, możliwość wykorzystania produktu bezpośrednio po sterylizacji oraz możliwość wyjaławiania wyrobu w zbiorczym opakowaniu handlowym. W Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej działa jedyna w kraju przemysłowa Stacja Sterylizacji Radiacyjnej, wyposażona w akcelerator Elektronika 10/10 oraz posiadająca Certyfikat Systemu Zarządzania w zakresie projektowania i przeprowadzania procesu napromieniowania wyrobów medycznych oraz certyfikat GMP. Stacja świadczy usługi dla ponad 50 wytwórców pracujących dla potrzeb Służby Zdrowia oraz wytwórców kosmetyków i produktów leczniczych. Z myślą o tych użytkownikach, jak również o przedsiębiorcach, którzy potencjalnie mogą stosować metody sterylizacji radiacyjnej, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej organizuje Szkoły Sterylizacji Radiacyjnej. Ich podstawowym zadaniem jest przedstawienie obiektywnych informacji na temat różnych metod wyjaławiania w taki sposób, aby wytwórcy wyrobów medycznych mogli wybrać najlepsze, z punktu widzenia ich wyrobów rozwiązania. Do udziału w Szkole w charakterze wykładowców zapraszamy najlepszych specjalistów z kraju.

Kolejną dwudniową Szkołę planujemy zorganizować w dniach 17-18 października 2019 r. w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie.

Wykłady odbywać się będą w Sali Seminarijnej Instytutu. Pragniemy podobnie jak w latach poprzednich zwrócić się w równym stopniu do wytwórców wyrobów medycznych, produktów leczniczych, opakowań dla przemysłu farmaceutycznego i spożywczego, jak i lekarzy, farmaceutów, pracowników Stacji Sanitarnej-Epidemiologicznych oraz konserwatorów dzieł sztuki. Tematyka Szkoły obejmować będzie następujące zagadnienia: Porównanie różnych metod sterylizacji; Przemysłowe wykorzystanie wiązki elektronów i promieniowania gamma w sterylizacji; Możliwości wykorzystania promieniowania hamowania w sterylizacji; Wpływ promieniowania na materię i organizmy żywe; Mikrobiologiczne aspekty sterylizacji, badania jałowości, wyznaczanie dawki sterylizacyjnej; Przegląd materiałów poddawanych sterylizacji radiacyjnej; Dobra praktyka wytwarzania; Walidacja procesu sterylizacji radiacyjnej. Komitet Organizacyjny: dr inż. Zbigniew Zimek, dr inż. Andrzej Rafalski, dr inż. Wojciech Głuszewski, dr Rafał Kocia (r.kocia@ichtj.waw.pl).

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



TERAZ POLSKA 2019

Na uroczystej gali w Teatrze Wielkim w Warszawie ogłoszono wyniki konkursów „Teraz Polska” i „Wybitny Polak”. W tym roku wyróżniono 13 produktów, 7 usług oraz 3 innowacje. W konkursie dla samorządów nagrodzono dwie gminy, a wyróżnienie honorowe trafiło do Polskiego Komitetu Olimpijskiego. Krzysztof Przybył, prezes Fundacji Polskiego Godła Promocyjnego podkreślił, że Konkurs „Teraz Polska” to najstarsza inicjatywa wyróżniająca i promująca przedstawicieli krajowego biznesu. 30 lat temu w Konkursie nie nagradzano diagnostyki genetycznej, innowacyjnych technologii górniczych czy rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, bo ich wówczas nie było. A dziś te innowacyjne projekty powstają również w naszym kraju, choć chciałoby się, aby było ich jeszcze więcej.

Już po raz dziesiąty wyróżnienia odebrali również „Wybitni Polacy”. W tym roku nagrodzeni zostali: Marcin Gortat, Andrzej Pągowski i Krzysztof Zanussi. Michał Kleiber, podsumowując wyniki konkursów, powiedział, że o randze polskiego sukcesu przekonują się osobiście od kilkunastu lat, przewodnicząc Kapitulie Konkursu „Teraz Polska”. Wyłoniliśmy już ponad 700 laureatów Konkursu „Teraz Polska” i 26 laureatów Konkursu „Wybitny Polak”. Obserwowanie ewolucji polskiej przedsię-

biorczości to niezwykle doświadczenie. Krajowe firmy po zmianie systemu ustrojowego, której rocznicę, co znamienne, również w tym roku świętujemy, musiały nadążyć nie tylko za oczekiwaniami wewnętrznymi, ale także dogonić świat. Konkurs „Teraz Polska” znakomicie pokazuje, że przedsiębiorczy i kreatywni Polacy znakomicie wywiązali się z tego zadania.

Jednym z wyróżnionych w tym roku produktów jest beton towarowy/beton ciężki opracowany w Hydrobudowie-1 Betoniarnia-Laboratorium Sp. z o.o. Warto przypomnieć, że to przedsiębiorstwo uczestniczyło w polskim projekcie nowej technologii produkcji betonu osłonowego o podwyższonej funkcjonalności. Beton taki mógłby posłużyć do budowy specjalistycznych osłon, które ochronią przed promieniowaniem jonizującym, stosowanych w elektrowniach jądrowych, składowiskach odpadów promieniotwórczych, pracowniach izotopowych, szpitalach onkologicznych, akceleratorach medycznych i przemysłowych. Opracowując nową technologię, badano i udoskonalano m.in. składniki i warunki technologiczne wykonania mieszanki i dojrzewania, właściwości mechaniczne i mikrostrukturę różnych rodzajów betonu czy właściwości osłonowe przed różnymi promieniowaniami jonizującymi. Do badań wykorzystano polski badawczy reaktor jądrowy MARIA znajdujący się w Świerku pod Warszawą. Podczas testów sprawdzana była zmiana właściwości betonów osłonowych poddanych intensywnej ekspozycji na promieniowania gamma i neutrony. Dla porównania pobrano i przeanalizowano próbki z nieczynnego już, badawczego reaktora EWA eksploatowanego przez ponad 30 lat.

Krzysztof Zanussi jeden laureatów konkursu „Wybitny Polak” studiował fizykę na Uniwersytecie Warszawskim (1955–1959) i filozofię na Uniwersytecie Jagiellońskim (1959–1962), reżyser, producent, scenarzysta. Autor znanych na całym świecie filmów: „Struktura kryształu” (1968), „Iluminacja” (1973), „Barwy ochronne” (1976), „Constans” (1980), „Rok spokojnego słońca” (1984), „Gdziekolwiek jest, jeśliś jest” (1988), „Cwał” (1996), „Persona non grata” (2004), „Rewizyta” (2009), „Obce ciało” (2014); nagradzany na wielu międzynarodowych festiwalach, m.in. w Cannes, Wenecji, Locarno, Moskwie, Chicago, Montrealu, Berlinie, Tokio. Krzysztof Zanussi reżyseruje także spektakle teatralne, wystawiane na całym świecie. Jest autorem kilku książek. Doktor honoris causa wielu renomowanych uczelni prowadzi wykłady dla studentów w różnych krajach. Od 1979 r. pełni funkcję dyrektora Studia Filmowego „Tor”. Producent filmów, m.in. Krzysztofa Kieślowskiego i Agnieszki Holland. Profesor Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

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



85 ROCZNICA ŚMIERCI MARII SKŁODOWSKIEJ – CURIE

Jak zwykle 4 lipca br., w rocznicę śmierci Marii Skłodowskiej-Curie grono osób związanych z atomistyką złożyło kwiaty przed pomnikiem uczonyej znajdującym się przed budynkiem dawnego Instytutu Radowego (obecnie Instytut Onkologii przy ulicy Wawelskiej).



Fot. 1. Zgromadzeni przed pomnikiem Marii Skłodowskiej-Curie (fot. z archiwum Towarzystwa Marii Skłodowskiej-Curie w Hołdzie)

Pomnik został zaprojektowany przez znaną polską artystkę Ludwikę Nitschową, która poznała noblistkę przed I wojną światową, uczęszczając w Paryżu na jej wykłady. Pomnik odlano w brązie w firmie Bracia Łopieńscy i uroczyste odsłonięto 5 września 1935 r. na polecenie prezydenta Warszawy Stefana Starzyńskiego. Pomnik przetrwał okres okupacji (w niewielkim tylko stopniu uszkodzony pociskami karabinowymi).

Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



LITWA KUPUJE JOD DLA SWOICH OBYWATELI. OBAWY BUDZI OTWARCIE BIAŁORUSKIEJ ELEKTROWNI JĄDROWEJ

20 sierpnia br. na portalu internetowym czasopisma WPROST pojawiło się doniesienie, które poniżej w skrócie – i z niewielkimi zmianami – prezentujemy. Otóż w ciągu najbliższych miesięcy na Litwie ma się pojawić ponad 4 mln tabletek jodu. Rząd litewski obawia się problemów związanych z uruchomieniem elektrow-

ni jądrowej w białoruskim Ostrowcu, zaledwie kilkadziesiąt kilometrów od Wilna.

Kupione przez rząd tabletki mają być dostępne za darmo dla litewskich obywateli, którzy dostaną je jesienią, jeszcze przed otwarciem budowanej w białoruskim Ostrowcu elektrowni jądrowej. W pierwszej kolejności trafią do osób mieszkających najbliżej elektrowni. Koszt ich zakupu ma wynieść około 900 tys. euro i zostanie pokryty z litewskiego budżetu.

„Ministerstwo zdrowia skierowało wszystkie możliwe wysiłki, by zabezpieczyć mieszkańców Litwy jodem w tabletkach. Chodzi o poszukiwania dostawców, uzgodnienie terminów dostaw, ilości towaru, konkretnego rodzaju opakowań itp. Rząd w najbliższym czasie określi też źródła finansowania i rozpocznie proces zakupu” – informuje kancelaria litewskiego rządu, cytowana przez agencję BNS.

Białoruska elektrownia atomowa powstaje tuż obok białorusko-litewskiej granicy, w odległości około 50 km od Wilna. Budowę realizują i finansują spółki córki rosyjskiego Rosatomu. Elektrownia ma składać się z dwóch reaktorów o mocy 1200 MW każdy. Inwestycja ma roczne opóźnienie, ale pierwszy blok elektrowni ma zostać uruchomiony jeszcze w 2019 r.

Obawy Litwinów wynikają między innymi z incydentów, jakie miały miejsce podczas budowy elektrowni, takie jak wypadek z 2016 r., podczas którego korpus reaktora spadł podczas transportu. Dodatkowym powodem niepokoju jest to, że głównym źródłem chłodzenia reaktorów ma być rzeka Wilija – rzeka przepływająca przez litewską stolicę.

Litwa twierdzi, że podczas budowy elektrowni złamano międzynarodowe konwencje regulujące budowę tego typu obiektów na terenach przygranicznych. Zdaniem władz litewskich Białoruś miała nie przeprowadzić także dokładnych badań możliwych skutków dla litewskich obywateli, wód i środowiska w przypadku wystąpienia awarii.

W publikacji WPROST poinformowano dodatkowo, że elektrownia może być też problemem dla samej Białorusi, gdyż generować będzie duże nadwyżki prądu, które trzeba będzie gdzieś sprzedać. Ze względu na kontrowersje dotyczące bezpieczeństwa prądu nie chce u siebie Litwa. Także Polska i republiki bałtyckie mogą nie być chętne do kupna białoruskiego prądu, bo, jak informuje „Rzeczpospolita”, planują odłączenie się od systemu połączeń z Rosją i Białorusią, w którym znajdują się od czasu ZSRR i podłączenie do systemu energetycznego Unii.

O uruchomieniu białoruskiej EJ będziemy szczególnie informować w następnych numerach naszego czasopisma.

Stanisław Latek,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



NIEMCY ZŁOŻYŁY ZAMÓWIENIE NA 190 MILIONÓW TABLETEK JODU!

Jak podano na portalu dojczland.info Niemcy złożyły zamówienie na 190 mln tabletek jodu, na wypadek awarii elektrowni atomowej. Według podanej informacji Federalny Urząd Ochrony przed Promieniowaniem (BfS) zamówił tabletki od producenta w Austrii. Tabletki mają być rozprowadzane wśród ludności w przypadku uwolnienia substancji radioaktywnych.

Zamówienie zostało złożone na polecenie Komisji Ochrony przed Promieniowaniem (SSK). Po katastrofie reaktora w Fukushima, gremium doradcze niemieckiego rządu zaproponowało znaczne rozszerzenie zakresu możliwych odbiorców tabletek jodowych. Ponadto zostały powiększone strefy kryzysowe wokół elektrowni jądrowych. Oznacza to, że w całych Niemczech wszystkie dzieci i młodzież poniżej 18 roku życia oraz kobiety w ciąży muszą otrzymać tabletki z jodem w razie wystąpienia zagrożenia.



Fot. 1. Tabletki jodowe (fot. <https://dojczland.info/>)

Przyjmowanie dużych dawek jodu ma na celu zapobieżenie wchłanianiu przez organizm jodu radioaktywnego, który może być uwalniany w wypadkach reaktorów jądrowych. Radioaktywny jod po wchłonięciu do organizmu przez powietrze lub żywność jest przechowywany w różnych organach ciała, zwłaszcza w tarczycy, której organizm używa do produkcji hormonów. Celem podawania jodu w przypadku wypadków reaktorów atomowych, jest dostarczenie organizmowi tak dużej ilości nieszkodliwego jodu, że przestaje on wchłaniać radioaktywny jod z otoczenia i przechowywać go w tarczycy. Ma to na celu zapobieżenie zachorowania na raka tarczycy, zwłaszcza u młodzieży i dzieci. Jednakże tabletki jodowe nie pomagają w zwalczaniu innych substancji radioaktywnych, takich jak cez, czyli produkt rozszczepienia uranu, który emituje promieniowanie radioaktywne znacznie dłużej niż radioaktywny jod.

Władze miasta Aachen zaopatrzyły swoich mieszkańców w tabletki jodu już dwa lata temu. „Fukushima nauczyła nas dwóch rzeczy: jedną z nich jest to, że trzeba się liczyć również z wypadkami reaktorów poziomu INES 7, tzn. poważniejszymi niż wcześniej zakładano” – wyjaśnił biolog radiacyjny z Essen, były przewodniczący SSK, prof. Wolfgang Müller. „Po drugie, uwolnienie substancji radioaktywnych może trwać kilka dni, co oznacza, że kierunek wiatru może ulec zmianie i te mogą się przemieścić w inne rejony, niż miałyby to miejsce po jednodniowym uwolnieniu” – dodał specjalista.

Mimo że decyzja rządu Niemiec o wycofaniu się z energetyki jądrowej ma wejść w życie w 2022 r., według Müllera ryzyko wystąpienia zagrożenia jest nadal duże – zwłaszcza ze względu na liczne elektrownie jądrowe znajdujące się w pobliżu granicy Niemiec. Dwa lata temu w regionie miejskim Aachen rozprowadzano tabletki jodowe wśród wszystkich mieszkańców poniżej 45 roku życia ze względu na ryzyko awarii związane z sąsiednią belgijską elektrownią jądrową Tihange.

Według BfS, koszty zakupu tabletek jodu wyniosą 8,4 mln euro i są ponoszone przez rząd federalny. Za ich dystrybucję i magazynowanie są odpowiedzialne kraje związkowe.

*Stanisław Latek,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*

PODSUMOWANIE UCZESTNICTWA POLSKI W PROGRAMIE EURATOM FISSION. RAPORT KPK PB UE

Eksperti Krajowego Punktu Kontaktowego Programów Badawczych UE opracowali raport dotyczący naszego dotychczasowego uczestnictwa w Programie Euratom Fission, odnoszący się do trzech konkursów realizowanych w latach 2014-2018. Pełną wersję raportu można pobrać pod linkiem: http://www.kpk.gov.pl/?-page_id=22776

Raport został opracowany na podstawie danych opublikowanych przez Komisję Europejską, z bazy eCorda v.12.0 po 586 konkursach, stan na dzień 29 września 2018 r.

W wyniku oceny zgłoszonych wniosków wyłoniono do realizacji 50 projektów, przyznając łączne dofinansowanie w wysokości 199 397 276,75€. Do realizacji projektów przystąpiło 12 krajów z EU13, 14 z EU15, a także Szwajcaria, Norwegia, Ukraina, USA, Japonia, Rosja, Kanada, Korea, Turcja i Meksyk.

Tabela 1. Uczestnictwo krajów członkowskich UE w projektach zakwalifikowanych do realizacji (MAINLIST) i złożonych wnioskach projektowych

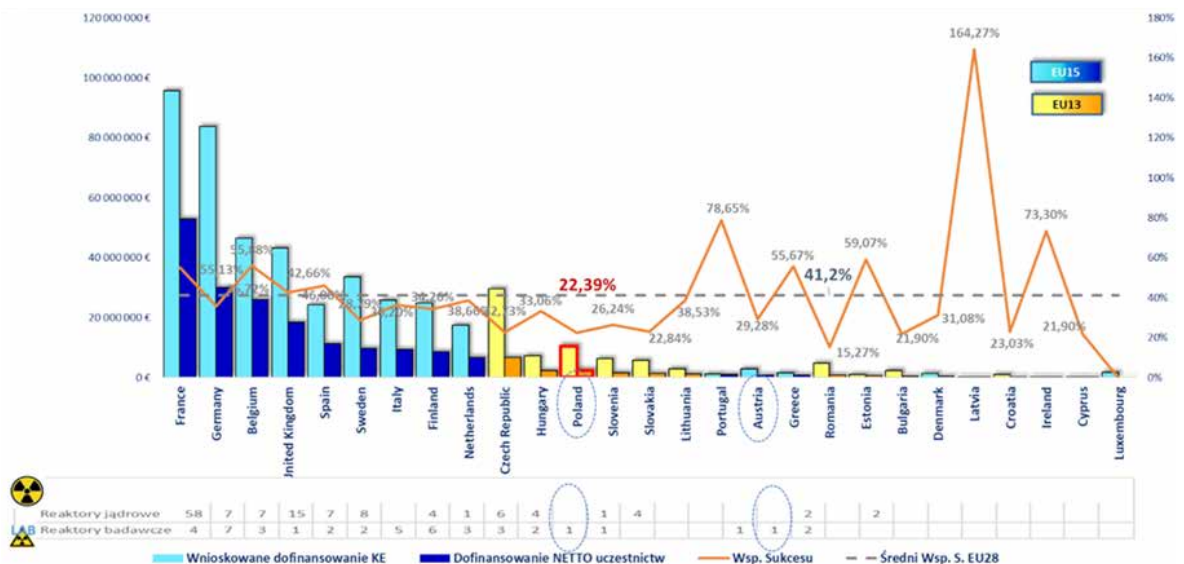
Uczestnictwo UE28 w H2020 w obszarze Euratom-Fission - Polska na poz. 11						
Kraj	Liczba uczestnictw we wnioskach	Liczba uczestnictw w projektach (MAIN LIST)	Wsp. Sukcesu	Wnioskowane dofinansowanie KE	Dofinansowanie KE (MAIN LIST)	Wsp. Sukcesu
France	314	162	51,59%	95 802 712,42 €	50 372 553,90 €	52,58%
Germany	242	108	44,63%	83 858 698,77 €	38 831 503,69 €	46,31%
Belgium	136	70	51,47%	46 417 454,44 €	23 637 544,71 €	50,92%
United Kingdom	164	80	48,78%	43 239 269,53 €	16 254 742,53 €	37,59%
Spain	113	57	50,44%	24 362 822,88 €	9 846 582,75 €	40,42%
Sweden	113	38	33,63%	33 596 229,50 €	9 443 762,25 €	28,11%
Finland	79	34	43,04%	24 873 343,70 €	8 435 699,25 €	33,91%
Italy	117	44	37,61%	25 855 140,27 €	7 771 491,46 €	30,06%
Czech Republic	132	49	37,12%	29 668 212,63 €	6 746 328,75 €	22,74%
Netherlands	62	25	40,32%	17 526 515,30 €	6 625 664,55 €	37,80%
Poland	50	20	40,00%	10 471 177,25 €	2 390 887,25 €	22,83%
Hungary	46	16	34,78%	7 344 294,25 €	2 149 004,50 €	29,26%
Slovenia	36	11	30,56%	6 255 522,75 €	1 541 639,25 €	24,64%
Slovakia	32	10	31,25%	5 822 069,34 €	1 177 300,00 €	20,22%
Lithuania	32	12	37,50%	2 939 209,55 €	1 063 601,00 €	36,19%
Portugal	11	7	63,64%	1 247 185,00 €	963 732,00 €	77,27%
Greece	11	5	45,45%	1 523 233,00 €	915 313,00 €	60,09%
Austria	12	6	50,00%	2 944 464,00 €	863 116,00 €	29,31%
Romania	47	20	42,55%	4 858 173,93 €	806 493,33 €	16,50%
Bulgaria	18	7	38,89%	2 291 645,50 €	517 659,00 €	22,59%
Denmark	6	3	50,00%	1 433 291,25 €	311 460,00 €	21,73%
Estonia	8	3	37,50%	999 629,00 €	278 489,00 €	27,86%
Croatia	9	4	44,44%	950 798,00 €	253 627,00 €	26,58%
Latvia	2	2	100,00%	183 775,00 €	183 775,00 €	100,00%
Ireland	2	1	50,00%	163 264,75 €	46 848,75 €	28,59%
Cyprus	2	1	50,00%	107 875,00 €	23 625,00 €	21,90%
Luxembourg	4	0	0,00%	1 687 781,25 €	0,00 €	0,00%
Suma UE28	1800	795	44,17%	476 423 788,26 €	191 452 443,92 €	40,19%
Suma H2020	1969	855	43,42%	501 174 352,05 €	197 261 298,24 €	39,36%

Udział organizacji z Polski w rozdziale całego budżetu H2020 EURATOM-Fission wynosi 1,18%, natomiast wśród krajów EU28 Polsce przypadło 1,21% budżetu, w tym 13,03% budżetu zakontraktowanego przez kraje „nowej Unii” (EU13).

Jak wskazują opracowania statystyczne, Polska zajmuje 11 pozycję w UE, pod względem uzyskanego do-

finansowania KE wniosków zakwalifikowanych do realizacji (MAINLIST), co daje nam finansowy współczynnik sukcesu na poziomie 22,83%.

Polskie organizacje składając 7 wniosków o koordynację znalazły się na 7 pozycji ex aequo z Belgią i Włochami oraz na 2 pozycji wśród Nowych Krajów Członkowskich za Republiką Czeską, z której wpłynęło 10 wniosków.



Rys. 1. Dofinansowanie UE28 w EURATOM-Fission na tle „potencjału” (liczba reaktorów jądrowych i badawczych)

Aneta Maszewska,
Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE,
Warszawa

ŚWIATOWY SUKCES NAUKOWCÓW Z INSTYTUTU CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ

Na początku lipca b.r. w stoczni w Rydze (Łotwa) odbyła się pierwsza w świecie praktyczna demonstracja możliwości oczyszczania spalin z okrętowych silników diesla za pomocą nowatorskiej hybrydowej technologii łączącej w sobie napromieniowanie spalin wiązką elektronów z akceleratora z pochłanianiem zanieczyszczeń w roztworze wodnym. Badania prowadzone w ramach projektu H2020 ARIES (Accelerator Research and Innovation for European Science and Society) były realizowane we współpracy międzynarodowej pomiędzy instytucjami z trzech państw: Polski (Instytut Chemii i Techniki Jądrowej oraz firma Biopolinex), Niemiec (Fraunhofer Institute for Organic Electronics, Electron Beam and Plasma Technology FEP) oraz Łotwy (Riga Technical University) w powiązaniu z Europejską Organizacją Badań Jądrowych – CERN koordynującym projekt europejski.

Transport morski jest jednym z największych źródeł emisji zanieczyszczeń do atmosfery w skali globalnej. Emisja zanieczyszczeń z jednego statku pełnomorskiego jest porównywalna do emisji miliona samochodów osobowych. Dlatego też w ostatnich latach nastąpiło znaczne zaostrzenie norm emisji z silników okrętowych.



Fot. 1. Skruber zaprojektowany w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej, a wykonany przez lubelską firmę Biopolinex (fot. <https://biopolinex.pl/od-badan-laboratoryjnych-do-zastosowania-w-przemysle>)

Na świecie prowadzone są badania nad wykorzystaniem różnych procesów do potrzeb redukcji emisji tlenków siarki i azotu ze spalin mających zastosowanie do źródeł mobilnych. Spośród już wdrożonych rozwiązań najczęściej stosowane jest pochłanianie tlenków

siarki w wodzie morskiej (ang. sea water scrubbing) oraz metoda redukcji katalitycznej (SCR) do usuwania tlenków azotu. Są to dwa odrębne procesy, co przy ograniczeniu miejsca na statku stanowi istotny problem konstrukcyjny. Odpowiedzią na te wyzwania może być proponowana technologia hybrydowa pozwalająca na usuwanie obu zanieczyszczeń w jednym procesie.

Wdrożone w praktyce rozwiązanie jest wynikiem prac prowadzonych w IChTJ w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – Tango 2 „Plazmowa technologia usuwania tlenków azotu z gazów spalinowych” jest chronione przez polskie oraz europejskie zgłoszenie patentowe. Źródłem spalin do demonstracji możliwości operacyjnych badanej instalacji był dwusuwowy silnik wysokoprężny zainstalowany na holowniku „ORKANS” zacumowanym przy nabrzeżu stoczni. Pozostała część instalacji pilotowej zlokalizowana była na nabrzeżu. Spaliny transportowane były rurociągiem do mobilnego akceleratora elektronów, gdzie zostały poddawane napromieniowaniu wiązką elektronów, co powoduje utlenienie zanieczyszczeń i ułatwia ich późniejszą absorpcję w roztworze wodnym. Absorpcja zanieczyszczeń stanowiąca drugi etap całego procesu i odbywała się w specjalnie skonstruowanym skruberze.

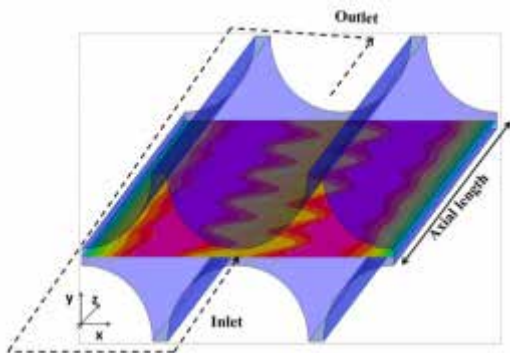
Dwa podstawowe elementy instalacji pilotowej zostały dostarczone z dwóch różnych państw. Mobilny akcelerator elektronów został dostarczony przez Fraunhofer Institute z Drezna (Niemcy), natomiast skruber został zaprojektowany w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej, a wykonany przez lubelską firmę Biopolinex. Z kolei Politechnika Ryska (Łotwa) odpowiedzialna była za zapewnienie źródła spalin oraz organizację badań na terenie stoczni. Dodatkowo IChTJ odpowiedzialny był za integrację całego układu oraz prowadzenie prac badawczych.

Pomimo trudnych warunków pracy i napiętych terminów projekt okazał się ogromnym sukcesem. Od razu po uruchomieniu instalacja pilotowa pracowała poprawnie, pozwalając na uzyskanie wysokiego stopnia usunięcia zanieczyszczeń. Udowodniło to możliwość integracji akceleratora z absorberem w warunkach rzeczywistych. Uzyskane wyniki posłużą do przygotowania następnego etapu prac wdrożeniowych technologii hybrydowej – budowy instalacji pilotowej na pokładzie statku.

Jednym z niewymiernych, aczkolwiek ważnych aspektów pracy była doskonała współpraca zespołu IChTJ z partnerami niemieckimi i łotewskimi działającymi wspólnie z IChTJ w ramach projektu Proof of Concept ustanowionego przez ARIES, co stanowi dobry prognostyk dalszej współpracy między naszymi instytucjami oraz świadczy o integracji europejskich jednostek naukowych działających w ramach wspólnych programów europejskich.

Andrzej Chmielewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa

JAK SPRAWDZIĆ CZY TURBULENCJE MOGĄ BYĆ NIEBEZPIECZNE DLA REAKTORA?



Projekt doktorski mgr. inż. Tomasza Kwiatkowskiego został nominowany przez międzynarodowe stowarzyszenie NUGENIA do zaprezentowania w konkursie dla młodych naukowców na cyklicznej światowej konferencji FISA 2019 / EuradWaste'19 zakończony 4 czerwca br. w Rumunii. Polski naukowiec badał wpływ turbulencji w przepływającym materiale chłodzącym na bezpieczeństwo reaktorów jądrowych.

Praktycznie wszystkie wykorzystywane obecnie reaktory jądrowe chłodzone są za pomocą substancji płynnych lub gazu opływających rdzeń reaktora i odbierających ciepło. W reaktorach energetycznych ciepło to jest wykorzystywane do wytwarzania pary wodnej napędzającej turbiny generujące prąd. Najczęściej stosowanym chłodziwem reaktorowym jest woda, ale istnieją także konstrukcje wykorzystujące ciekłe metale lub chłodzone gazami. Chłodziwo – niezależnie od jego rodzaju – nie przepływa w sposób gładki przez przestrzeń wewnątrz rdzenia. Rzeczywisty przepływ pełen jest zaburzeń w postaci lokalnych zawirowań, czyli turbulencji. Zjawisko znamy dobrze z życia codziennego: gdy turbulencje pojawiają się w rurach domowej sieci wodociągowej, zazwyczaj słyszymy charakterystyczne, często nieprzyjemne dźwięki. Biorą się one z drgań materiału rur, które wzbudzone są przez zawirowania. W reaktorach jądrowych ważne są przede wszystkim powodowane przez turbulencje nierównomierności w chłodzeniu elementów paliwowych i ścian zbiornika reaktora. Ich pojawienie się może prowadzić do dużych lokalnych różnic temperatur, lokalnych różnic ciśnienia, a w rezultacie do powstania naprężeń i do szybszego zmęczenia materiału, czego skutkiem mogą być np. niepożądane mikropęknięcia. Materiał, z którego wykonana jest instalacja musi być odporna na tego typu zjawiska. Należy też dążyć, by skala niekorzystnych procesów była jak najmniejsza.

„Bardzo trudno jest wykonać pomiary pokazujące przebieg zjawisk związanych z turbulencjami w rzeczywistych konstrukcjach” – wyjaśnia dr Sławomir Potemski, kierownik Centrum Doskonałości MANHAZ – pracowni w Zakładzie Energetyki Jądrowej i Ochrony Środowiska Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ). „Takie pomiary w większości przypadków musiałyby same wprowadzać dodatkowe zaburzenia, co miałyby wpływ na wiarygodność wyników. Oczywiście przeprowadzenie pomiarów wiązałoby

się z bardzo wysokimi kosztami, a wykonanie ich przy pracy reaktora po prostu trudno sobie nawet wyobrazić”.

Konstruktorzy reaktorów przyjmują zwykle pewne założenia co do wymaganej wytrzymałości materiałów konstrukcyjnych na wszelkiego rodzaju przewidywalne i nieprzewidywalne zaburzenia. „Zapas bezpieczeństwa” jest bardzo duży, ale mimo to naukowcy i inżynierowie dążą do tego, by zminimalizować skalę niewiadomych. Wiedzę można istotnie wzbogacić, wykorzystując modele matematyczne i zaprzęgając do obliczeń potężne moce obliczeniowe.

„Chcielibyśmy umieć modelować przy pomocy narzędzi numerycznej dynamiki płynów (CFD) przepływy w obszarze całego zbiornika reaktora” – mówi mgr inż. Tomasz Kwiatkowski z Zakładu Energetyki Jądrowej i Analiz Środowiska NCBJ. „Obecnie w dość ograniczonym stopniu potrafimy przeprowadzać analizy dla pojedynczych kaset paliwowych, wycinków przestrzeni międzyprętowej lub uproszczonych modeli całego zbiornika. Takie obliczenia zostały wykonane w naszym zespole. Poprawność i efektywność używanych przez nas modeli została potwierdzona w sytuacjach, gdy było możliwe porównanie przewidywań teoretycznych z wynikami pomiarów. Między innymi w tym roku, wraz z holenderskimi partnerami, opublikowaliśmy analizę numeryczną zjawisk następujących, gdy nagle, w trybie awaryjnym, należy wstrzyknąć do zbiornika reaktora dodatkowe chłodziwo, gdyż nastąpiła utrata chłodziwa roboczego. Obliczenia można było skonfrontować z pomiarami wykonanymi wcześniej w Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf na rzeczywistym modelu zbiornika wykonanym w odpowiedniej skali. Okazało się, że wyniki naszych obliczeń przeprowadzonych wspólnie z kolegami z Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) w Holandii dobrze opisują to, co zmierzono w eksperymencie”.

Przepływ chłodziwa wokół elementów paliwowych to również ważny proces. Zarówno obliczenia, jak i próby pomiarów przepływów w kanałach symulujących przestrzeń międzyprętową reaktora były wykonywane wcześniej przez naukowców z innych ośrodków, ale obliczenia opierały się na bardzo uproszczonych modelach matematycznych. Trudność techniczna polega na tym, że wykonanie obliczeń w zaawansowanym modelu wymaga bardzo dużych mocy obliczeniowych i jest czasochłonne.

„Konstruktorzy instalacji potrzebują narzędzia, które w miarę szybko i bardzo wiarygodnie pozwoli opisać i ocenić konkretną zaistniałą sytuację” – przekonuje mgr inż. Kwiatkowski. „Projekt, który przedstawiłem w konkursie odbywającym się w czasie konferencji FISA/EuradWaste w Pitesti w Rumunii, zakładał sprawdzenie modeli uproszczonych i ewentualnie zaproponowanie ich poprawy na podstawie porównania z modelem zaawansowanym. Dzięki temu w razie potrzeby będzie można posłużyć się modelem uproszczonym bez obawy, że wyniki będą odległe od rzeczywistości. Prace w ramach projektu były wykonane wspólnie z kolegami z NRG, z którymi współpracujemy od pewnego czasu, a obliczenia wykonamy w Centrum Informatycznym Świerk (CIŚ) i przy wsparciu tamtejszych specjalistów”.

„Bardzo nas cieszy sukces pana Kwiatkowskiego” – podkreśla prof. Mariusz Dąbrowski, kierownik Zakładu Ener-

getyki Jądrowej i Analiz Środowiska NCBJ. „Projekt, mimo bardzo silnej konkurencji młodych uczonych z najlepszych ośrodków europejskich, został wyróżniony w marcu w Paryżu na konferencji NUGENIA – Nuclear Generation II & III Association – międzynarodowego stowarzyszenia skupiającego najwyższej klasy ekspertów i wspierającego badania i prace rozwojowe na rzecz bezpieczeństwa reaktorów jądrowych. Dzięki temu wyróżnieniu projekt znalazł się w gronie pięciu propozycji rekomendowanych przez NUGENIA na konkurs na konferencji w Pitesti.”

Współpraca naukowo-badawcza pomiędzy NCBJ i NRG, której efektem jest m.in. projekt pana Kwiatkowskiego, trwa od ponad dwóch lat. „Od samego początku współpraca między NCBJ i NRG została zawiązana zgodnie z dwiema zasadami” – dodaje prof. Dąbrowski. „Są to strategia wygrany-wygrany (win-to-win strategy) oraz ‘nauka w zamian’ (science-in-return). NCBJ udostępniło olbrzymie moce obliczeniowe – do 10 000 rdzeni obliczeniowych CIŚ, co było niezbędne do wytworzenia baz danych wysokiej wierności. Z kolei dr Afaque Shams z NRG, mający ogromne doświadczenie w wykonywaniu istotnych tu obliczeń, podjął się merytorycznego kierowania projektem.”

Konferencja FISA 2019/EuradWaste’19 – to największe cykliczne europejskie spotkanie ekspertów z dziedziny bezpieczeństwa jądrowego organizowane już po raz dziewiąty.

Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Miła uroczystość:



Fot. 1. Od lewej: dyr. NCBJ prof. Krzysztof Kurek i dr Afaque Shams z Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) fot. NCBJ

Nasz holenderski współpracownik, dr Afaque Shams z Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) w Petten otrzymał z rąk dyrektora NCBJ, prof. Krzysztofa Kurka dyplom i drobny artystyczny upominek. W dedykacji napisano: “for fruitful research cooperation with the National Centre for Nuclear Research in the field of the application of CDF methods to nuclear reactor design and safety”. O efektach współpracy z dr. Shamsem wspominaliśmy m.in. w naszej notatce: <https://www.facebook.com/notes/narodowe-centrum-badań-jądrowych/jak-sprawdzić-czy-turbulencje-mogą-być-niebezpieczne-dla-reaktora/2493873740646068/>

Marek Pawłowski,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Otwock-Świerk

NUTECH 2020, WARSZAWA

W imieniu komitetu organizacyjnego mamy przyjemność zaprosić Państwa na międzynarodową konferencję NUTECH2020, która uzyskała wysoką rangę w środowisku związanym z atomistyką i jest jednym z ważniejszych wydarzeń naukowych na świecie w obszarze wykorzystania energii jądrowej. Konferencja odbędzie się w dniach 4–7 października 2020 r. w Warszawie, rodzinnym mieście Marii Skłodowskiej-Curie.

NUTECH-2020 jest kontynuacją Ogólnopolskich Sympozjów Zastosowań Techniki Jądrowej w Przemśle, Rolnictwie, Medycynie i Ochronie Środowiska, które od roku, 1960 co trzy lata odbywają się w Polsce. W 2008 r. symposium uzyskało status międzynarodowy i ze znacznym udziałem zagranicznych uczestników stanowi platformę do dzielenia się doświadczeniami oraz poznania najnowszych nuklearnych osiągnięć naukowych i aplikacyjnych.

Podobnie jak w poprzednich latach, prosimy o przesłanie streszczenia swojego artykułu do oceny międzynarodowego komitetu naukowego. Proponowane tematy NUTECH2020 to:

- radiacyjna modyfikacja materiałów,
- sterylizacja radiacyjna i postęp w zakresie produkcji wyrobów medycznych,
- przemysłowe zastosowanie technik jądrowych,
- medycyna nuklearna i radiofarmaceutyki,
- nuklearne systemy kontroli,
- techniki radioanalityczne i radioznaczniki,
- technologie radiacyjne w badaniach i aplikacjach środowiskowych i geologicznych,
- technologie jądrowe w konserwacji i identyfikacji obiektów o znaczeniu historycznym,
- pomiary promieniowania, przetwarzanie i przechowywanie danych,
- źródła promieniowania i ich wykorzystania (EB, X, γ itd.),
- kontrola jakości i zapewnienie jakości w technologiach jądrowych,
- zarządzanie odpadami jądrowymi,
- ochrona radiologiczna i radiobiologia,
- obecny stan i przyszłość energii jądrowej,
- inne tematy związane z wykorzystaniem promieniowań jonizacyjnych.

Więcej szczegółów na temat programu konferencji, miejsca i terminów zgłoszeń zostanie opublikowanych na stronie internetowej konferencji, która zostanie utworzona wkrótce.

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego:
prof. dr hab. Wojciech Migdał,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, w Warszawie



SZANOWNNA REDAKCJO POSTĘPÓW TECHNIKI JĄDROWEJ

W związku z opublikowaniem w nr 2/1019 PTJ artykułu: **BADANIA NAD TOROWYM CYKLEM PALIWOWYM W AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ** autorstwa Mikołaja Oettingena, Pawła Gajdy (str. 14) chciałbym dodać kilka słów komentarza.

W pewnym sensie współpracowałem ze znanym zespołem indyjskim zajmującym się problematyką reaktora na płynnych solach, czego wynikiem była m.in. publikacja

[Characterization of pyrolytic graphite exposed to molten LiCl-KCl salt](#) DOI: [10.1179/1743294412Y.000000013](#) w Surface Engineering oraz komunikaty konferencyjne itd.

Autorzy słusznie zauważyli, że cykl torowo-uranowy ciągnie się w czasie jak guma do żucia, ze względu na długi czas T1/2 Pa233.

Pominęli jednak inny aspekt – U233 jest jedynym izotopem rozszczepialnym (pomijając egzotyczne transplutonowce), dla którego możliwy jest cykl mnożenia paliwa przy pracy na neutronach termicznych i to jest główna przyczyna zainteresowania.

Natomiast trzy inne aspekty są zdecydowanie negatywne:

- z „Trinity” (U233, U235, Pu239) U233 przy rozszczepieniu emituje NAJMNIEJ neutronów opóźnionych,
- kwestie związane z emisją toronu, wyjątkowo komplikujące, w porównaniu z U235, prace w cyklu Th-U wymagają specjalnych zabezpieczeń. Pisał o tym ś.p. prof. Zbigniew P. Zagórski (niestety, nie mam linku do tych publikacji),
- tor jest podobny do tytanu, a uran do chromu, stąd zupełnie inna przeróbka rud i metalurgia tych metali. Do tego tor nie tworzy, w przeciwieństwie do uranu, złóż hydrotermalnych, jedynie złoża okruczowe w strefach wietrzenia skał wulkanicznych, gdzie następuje koncentracja na drodze grawitacyjnej. Poza piaskami monacytowymi związanymi z najstarszymi formacjami geologicznymi (Wyżyna Dekan) tor jest rozproszony w skałach wulkanicznych, dlatego, wbrew zdaniu Autorów, jego wyższe stężenie w skorupie ziemskiej wcale nie przekłada się na jego większą od uranu dostępność. Również przeróbka rud jest skomplikowana, a poza azotaniem toru brak jest innych rozpuszczalnych w wodzie soli tego pierwiastka (pomijam hydrolizujące halogenidy, operowanie którymi jest skomplikowane).

Z wyrazami poważania dla Redakcji
Andrzej Nowicki Ph.D.
emeryt Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej



SZANOWNNY PANIE REDAKTORZE,

Pańskie czasopismo rzadko publikuje teksty na temat energetyki termojądrowej. Natomiast moim zdaniem zbliża się wielki przełom w dziedzinie energetyki termojądrowej, rozpoczęła się nowa rewolucja przemysłowa. Energia czysta, tania, bezpieczna i w nieograniczonej ilości zacznie odmieniać świat już w następnej dekadzie. Nadchodzi trwałe rozwiązanie światowego kryzysu energetycznego i poprawa klimatu Ziemi. Wiele prywatnych firm bierze udział w wyścigu, aby podłączyć elektrownię termojądrową do sieci elektrycznej.

Przygotowałem dla Postępów Techniki Jądrowej materiał, który zawiera przegląd firm termojądrowych budujących mini reaktory fuzyjne.

Bardzo proszę o opublikowanie poniższego tekstu
Bogdan Kasierski

Energia termojądrowa – czysta i tania energia

Drugi Święty Graal fizyki i niespełnione od kilkadziesiąt lat marzenie ludzkości to energia termojądrowa.

W ciągu ostatnich dwóch dekad kapitał podwyższonego ryzyka zaangażował miliardy \$ w badania nad energią termojądrową (mini reaktory fuzyjne), a wiele prywatnych firm bierze udział w wyścigu, aby podłączyć elektrownię termojądrową do sieci elektrycznej.

Paliwo termojądrowe dzieli się na trzy „generacje”:

1 generacja: $d+t$ i $d+d$
 $d + t = n + 4He + 17,6 \text{ MeV}$ oraz
 $d + d = n + 3He + 3,65 \text{ MeV}$ i $d + d = p + t + 3,65 \text{ MeV}$
 2 generacja: $d+3He$
 $d + 3He \rightarrow p + 4He + 18,4 \text{ MeV}$
 3 generacja: $p+11B$ i $3He+3He$
 $p + 11B = 3 \cdot 4He + 8,7 \text{ MeV}$ i
 $3He + 3He = 2 \cdot p + 4He + 12,9 \text{ MeV}$

Najbardziej perspektywiczną techniką termojądrową jest aneutronowa laserowa fuzja wodorowo-borowa, ale wymaga ona o wiele wyższej temperatury (3 mld stopni Kelwina).

$p + 11 B = 3 \cdot 4He + 8,7 \text{ MeV}$ – to równanie zmieni naszą cywilizację.

Co najmniej 55 prywatnych zespołów i firm z kapitałem 1,6 mld \$ opracowuje mini reaktory termojądrowe.

Trzej główni gracze w dziedzinie fuzji to: Tri Alpha Energy Technologies, Helion Energy i General Fusion oraz największy koncern zbrojeniowy świata Lockheed Martin (produkujący w Polsce helikoptery).

Lockheed Martin zapowiada pierwszy komercyjny reaktor fuzyjny już za 5 lat.

Prywatne finansowanie energetyki termojądrowej jest kluczem do rozwiązania problemów energetycznych i klimatycznych tego stulecia.

Wszelkie prognozy mówią, że mini reaktory fuzyjne będą wytwarzać energię elektryczną w cenie 0,5-2 centów za kWh, czyli kilka razy taniej niż z obecnych elektrowni jądrowych.

Koszt budowy laserowego reaktora wodorowo-borowego powinien być 2 razy mniejszy niż reaktora rozszczepieniowego typu SMR.

Firmy termojądrowe zajmujące się projektowaniem i budową mini reaktorów termojądrowych oraz większość fizyków jądrowych (MIT-CFS, prof. Heinrich Hora z Uniwersytetu Nowej Południowej Walii, Michael Laberge) prognozują dostarczanie komercyjnych mini reaktorów termojądrowych za 5-15 lat.

Fuzja H-11B jest aneutronowa – nie wymaga działania neutronów ani ich wytwarzania.

Fuzja ta nie uwalnia żadnych neutronów w swojej podstawowej reakcji – innymi słowy, nie jest radioaktywna. Produktem „odpadowym” jest hel, również nie-radioaktywny.

Dramatyczne postępy w mocy laserów umożliwią wytwarzanie energii w oparciu o reakcje wodorowo-borowe.

W odróżnieniu od innych metod generowania energii, nie są potrzebne turbiny parowe i generatory prądu – fuzja wodorowo-borowa uwalnia energię prawie bezpośrednio w postaci elektryczności.

Produkcja energii z fuzji wodorowo-borowej ma być 4-krotnie tańsza od energii z węgla i bez emisji dwutlenku węgla.

W 2015 r. japońscy naukowcy (laser LFEX 2) obliczyli, że 30 PW pikosekundowe impulsy laserowe o energii 30 kJ napromieniowujące cylinder z paliwem o długości centymetra i promieniu milimetra mogą wytworzyć ponad 280 kWh energii elektrycznej (o wartości około 28 \$). Koszty wyniosą około 18 \$ za strzał związany z wymianą paliwa. Przy jednej reakcji na sekundę wytworzona energia elektryczna przyniesie dochód netto w wysokości ponad 300 mln \$ rocznie.

Prof. Heinrich Hora z University of New South Wales w Sydney udowadnia, że reakcja 12 mg paliwa boru może wytworzyć 277 kWh energii elektrycznej.

Potrzeba 100 mln \$ na kompletny projekt reaktora. Są to śmiesznie małe nakłady finansowe w porównaniu do wydatkowanych na dotychczasowe poszukiwania tego świętego Graala fizyki.

Prof. Heinrich Hora przewidział w latach 70., że fuzja wodoru i boru może być możliwa bez potrzeby równowagi termicznej. Zamiast podgrzewać paliwo do temperatury 100 mln stopni za pomocą masywnych magnesów, fuzję wodorowo-borową osiąga się za pomocą dwóch silnych laserów.

Seria ostatnich eksperymentów na całym świecie wskazuje, że reakcja „lawinowa” może być wywołana w pikosekundzie pod wpływem impulsu laserowego o mocy rzędu petawatów.

Prof. Heinrich Hora, uzbrojony w opatentowany projekt i współpracujący z międzynarodowymi fizykami twierdzi, że droga do fuzji wodorowo-borowej jest bliższa realizacji niż inne podejścia.

Wraz z 10 kolegami z sześciu krajów – w tym z izraelskiego Centrum Badań Jądrowych Soreq i Uniwersytetu Kalifornijskiego – Hora opisuje plan działania na rzecz fuzji wodorowo-borowej na podstawie jego projektu.

Dlaczego nastąpiło w ostatnich latach przyspieszenie w opracowaniu mini reaktorów fuzyjnych ?

Dzięki opracowaniu przez zespół z Massachusetts Institute of Technology (MIT) magnesów nadprzewodzących nowego typu, nastąpi 8-krotne zmniejszenie rozmiarów i masy reaktora.

Bardziej perspektywiczna jest technika laserowa, która od 40 lat kroczy po krzywej wykładniczej, ponieważ zwiększa moc laserów 10-krotnie co 3 lata.

Laser o mocy 30 PW z 30 kJ energii powinien wyzwoić fuzję paliwa wodorowo-borowego.

A oto zestawienie, w którym ujęte zostały największe prywatne firmy termojądrowe:

1. Tri Alpha Energy Technologies – 7010 Rancho Santa Margarita, CA 92688.

Firma została założona w 1998 r., w ciągu ostatnich 20 lat ewoluowała w zaawansowanym podejściu opartym na konfiguracji z odwróceniem pola (FRC). Jest to największa prywatna firma termojądrowa, zebrała już 1 mld \$ (Goldman Sachs, Vulcan, Venrock, Wellcome Trust, Ray Rothrock, Google) i jest wyceniana na 3 mld \$.

Reaktor TAE Technologies tworzy plazmowe pierścienie blisko każdego końca i wystrzeliwuje je w kierunku środka z prędkością 250 km na sekundę. Firma TAE Technologies spodziewa się, że temperatura plazmy w jej reaktorze osiągnie około 3 mld stopni Kelwina. Reaktor Norman kosztował 100 mln \$, został ujawniony w maju 2017 r. Pierwszą plazmę osiągnięto w czerwcu 2017 r.

Po ponad 100 000 eksperymentach firma TAE Technologies dokonała przełomu w stabilizacji plazmy, osiągając komponent Long Enough w roku 2015. Opatentowana technika FRC, napędzana wiązką magnetyczną wstrzykuje wysoko-energetyczne atomy wodoru do plazmy, aby system był bardziej stabilny.

To rozwiązanie jest kompaktowe i energooszczędne, co da praktyczną komercyjną elektrownię, która będzie ekonomicznie konkurencyjna w stosunku do innych technik energetycznych.

Następny reaktor Copernicus (koszt 200 mln \$) będzie pracował na mieszance deuter-tryt DT (komercyjna energia za 5 lat), a następnie na mieszance wodorowo-borowej PB (komercyjna energia za 11 lat). Opro-

gramowanie Google pomaga ustawić pole magnetyczne w reaktorze, by rozgrzana plazma nie uszkodziła jego ścian. Gdybyśmy nie mieli do dyspozycji superkomputera IBM i programów Google, projektowanie reaktora trwałoby o kilka lat dłużej – mówi Michl Binderbauer, prezes TAE Technologies. I zapowiada, że w ciągu dwóch lat prototyp Copernicus zacznie produkować energię.

TAE Technologies będzie licencjonować technikę fuzji D-T, D-He3 i H-11B.

Na początku 2019 r. uzyskano temperaturę plazmy 50 mln stopni.

TAE Technologies wykonuje 60 zdjęć dziennie i otrzymuje 10 gigabajtów danych na jedno ujęcie, a superkomputer przetwarza te dane w 3-4 sekundy.

TAE Technologies ma ponad 800 patentów.

- Instalacja elektrowni gazowej kosztuje 2000 \$ za kW.
- Reaktor jądrowy w USA kosztuje 9000 \$ za kW
- Reaktor Copernicus TAE Technologies będzie kosztować 4300 \$ za kW.

2. LPPFusion – 128 Lincoln Blvd. Middlesex, NJ 08846-1022

Stworzona w 1994 r. z funduszy NASA, z siedzibą w New Jersey. Finansowanie wynosi 1,2 mln \$ od Fundacji Abella i indywidualnych inwestorów.

1 mld \$ inwestycji od Wefunder, reaktor wodorowo-borowy Focus Fusion o mocy 5 MW, który nie będzie wymagał turbiny parowej i generatora prądu, ma kosztować około 300 000 \$ i wytwarzać energię elektryczną w cenie 0,5 centa za kWh, 10 razy mniej niż z najtańszych obecnie elektrowni.

3. Helion Energy – siedziba w Redmond.

Ma 12 mln \$ z firm inwestycyjnych Peter Thiel, Mithril Capital Management, Capricorn Investment Group. Helion Energy otrzymał 7 mln \$ z NASA, Departamentu Energii USA i Departamentu Obrony i 1,5 mln \$ z sektora prywatnego w sierpniu 2014 r. Celem firmy jest uruchomienie termojądrowej elektrowni komercyjnej w ciągu 6 lat.

Helion Energy buduje reaktor termojądrowy oparty na magnesach.

4. Commonwealth Fusion Systems (CFS) – założony przez MIT w roku 2017, z siedzibą w Massachusetts.

Finansowanie: 50 mln \$ od ENI (globalny koncern energetyczny). CFS chce wykorzystać nową generację półprzewodników, dzięki którym konstrukcja reaktora będzie prostsza i tańsza. Bazując na pracach uczonych z Massachusetts Institute of Technology, firma ma zbudować prototypowy reaktor SPARC za jedyne 50 mln dolarów.

CFS używa nadprzewodników wysokotemperaturowych, aby utrzymać ciągłe reakcje, które w przeciwnym razie stopiłyby konwencjonalne materiały stałe. Naukowcy z obu instytucji tych uczelni i firm zamierzają opracować nowe magnesy nadprzewodzące z wykorzystaniem taśmy stalowej pokrytej unikatowym związkami zawierającym tlenek itru-baru-miedzi.

Nowe nadprzewodzące elektromagnesy zostaną opracowane w ciągu 3 lat przez naukowców z MIT i CFS, a potem zostanie zaprojektowany i zbudowany mini reaktor fuzyjny SPARC.

Następnie będzie zaprojektowana komercyjna elektrownia termojądrowa o mocy 200 MW i takie elektrownie będą oferowane na rynku w ciągu 15 lat, mówi Whyte, Greenwald i Hartwig z MIT i CFS.

5. Tokamak Energy – założony w 2009 r. w Wielkiej Brytanii.

Finansowanie: 13 mln \$ w jednej rundzie z funduszy venture. Tokamak Energy potrafi już wyprodukować plazmę o temperaturze 15 mln st. C. Do 2025 r. ma uruchomić instalację zdolną do produkcji energii elektrycznej, a pięć lat później – pierwszą komercyjną elektrownię.

6. Lockheed Martin Corporation – największy koncern zbrojeniowy świata. Skunk Works Lockheed'a Martina rozpoczął budowę mini reaktora fuzyjnego Compact Fusion Reactor (CFR) w roku 2010.

Patent złożony przez Lockheed'a Martina został zatwierdzony dla mini reaktora fuzyjnego (CFR), który może być zainstalowany nie tylko na pokładzie lotniskowca do zasilania swoich systemów, ale także na pokładzie myśliwca.

W 2014 r. Lockheed Martin (znany m.in. z myśliwców F-16) ogłosił, że prowadzi prace nad mini reaktorem fuzyjnym do napędzania lotniskowców. Prototyp reaktora Lockheed Martin ma zostać uruchomiony w przyszłym roku. Po ukończeniu kilku cykli projektowania i budowania testów zespół przewiduje, że będzie w stanie wyprodukować komercyjny reaktor w ciągu 5 lat.

7. General Fusion Inc. – założony w 2002 r., z siedzibą 106-3680 Bonneville Pl, Burnaby, BC V3N 4T5, w Kanadzie.

50 naukowców, finansowanie: 90 mln\$. General Fusion ma otrzymać wsparcie finansowe w wysokości 100 mln \$ kanadyjskich inwestorów wysokiego ryzyka, założyciela Amazona Jeffa Bezosa i rządu kanadyjskiego, w dążeniu do pełnej komercjalizacji energii termojądrowej.

General Fusion nawiązał współpracę z Laboratorium Fizyki Plazmy na University of Saskatchewan, aby skoncentrować się na fuzji jądrowej:

Podejście General Fusion to fuzja magnetyczna celu (MTF). Namagnesowana fuzja docelowa jest hybrydą między fuzją magnetyczną a inercyjną fuzją zamknięcia. W MTF kompaktowy toroid lub namagnesowana plazma w kształcie pączka jest kompresowana mechanicznie przez implodującą powłokę przewodzącą, ogrzewającą plazmę do warunków fuzji. General Fusion twierdzi, że komercyjna fuzja jądrowa może zadebiutować na rynku już za 10 lat.

8. Woodruff Scientific, Inc. – założony w 2005 r., z siedzibą w Seattle.

Badania kontraktowe w zakresie fuzji jądrowej, pracuje zarówno dla firm publicznych, jak i prywatnych.

9. First Light Fusion – Spun Out z Oxfordu założony w 2011 r., z siedzibą w Wielkiej Brytanii. Finansowanie: 32 mln \$.

10. CTFusion – założony w roku 2015, z siedzibą w Seattle. Finansowany przez rząd USA.

CTFusion opiera się na ponad 30 latach badań i doświadczeń na University of Washington, finansowanych głównie przez DOE i NSF.

11. Hyperjet Fusion – powstał w 2017 r., z siedzibą w Wirginii.

Finansowanie: 28 mln \$ od rządu USA plus nieznaną sumą od Strong Atomics.

12. HB11 Energy – UNSW Sydney. Firma utworzona we wrześniu 2017 r.

Australijska spółka typu spin-off HB11 Energy posiada patenty na proces fuzyjny prof. Heinrich'a Hora'y. Rozwija technikę energii fuzyji H-11B z wykorzystaniem dwóch laserów z reakcją lawinową.

Polega ona na reakcji między wodorem H i izotopem boru 11 (H-11B).

W przeciwieństwie do technik fuzyji deuteru i trytu reakcja H-11B ma potencjał do bezpośredniego wytwarzania energii elektrycznej bez potrzeby stosowania turbiny parowej i generatora prądu do wytwarzania energii elektrycznej. Pozwoli to na budowę elektrowni przy stosunkowo niewielkich nakładach kapitałowych.

*mgr inż. Bogdan Kasierski,
Wojnowice*

P.S. Firmy termojądrowe zajmujące się projektowaniem i budową mini reaktorów termojądrowych oraz większość fizyków jądrowych (MIT, prof. Heinrich Hora z Uniwersytetu Nowej Południowej Walii, Michael Laberge) prognozują dostarczanie komercyjnych mini reaktorów termojądrowych już za 6-15 lat.

Dlatego należałoby rozważyć próbę nawiązania kooperacji Polski z firmami takimi jak Lockheed Martin, MIT wraz z Commonwealth Fusion Systems czy TAE Technologies, aby uzyskać szybszy dostęp do komercyjnej techniki termojądrowej i przejść od schyłkowej techniki rozszczepieniowej do przyszłościowego wytwarzania czystej i taniej energii w technice mini fuzyjnej.

Od redakcji.

Powyższy tekst – w wersji rozszerzonej – nie został zaakceptowany do druku jako artykuł. Recenzenci znaleźli w nim szereg nieścisłości i stwierdzili, że autor swoich tez nie podpira literaturą naukową za pomocą, której można byłoby zweryfikować rzetelność przedstawianych informacji.

Sam autor odrzuca te zarzuty twierdząc, że jego przegląd doniesień o budowie prywatnych mini reaktorów termojądrowych nie jest artykułem naukowym, więc pytanie naukowca o ocenę tego tekstu nie ma sensu. I dodaje: „Ja nie uwzględniam takich eksperymentalnych budowli jak ITER, która służy do wytwarzania publikacji „rządowym uczonym” i nigdy nie dojdzie do etapu komercyjnej elektrowni”.

Jak mogą przeczytać nasi Czytelnicy w artykule na temat kontrolowanej fuzyji termojądrowej (str. 27) właśnie rozpoczęto projektowanie pierwszej prototypowej elektrowni fuzyjnej DEMO.

Wracając do powyższego tekstu; redakcja dostrzeża w nim szereg ciekawych informacji, ale miała niekiedy kłopoty jak – na przykład – zweryfikować podane dane, skróty, nazwiska. Informujemy jednak naszych Czytelników, że wymienione przez autora firmy istnieją i mają swoje strony internetowe.

Sprawą dyskusyjną są podawane na tych stronach informacje dotyczące terminów uruchomienia reaktorów fuzyjnych i kosztów produkowanej w nich energii.

Będziemy wdzięczni Czytelnikom za wszelkie uwagi i opinie na temat tekstu p. Bogdana Kasierskiego.

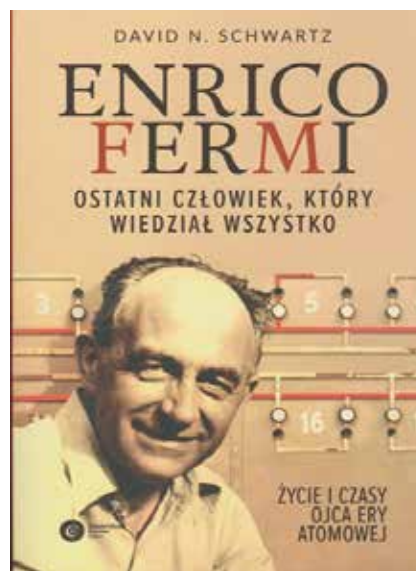
Redakcja PTJ



ENRICO FERMI

OSTATNI CZŁOWIEK, KTÓRY WIEDZIAŁ WSZYSTKO
ŻYCIE I CZASY OJCA ERY ATOMOWEJ

David N. Schwartz
Wydawnictwo Copernicus Center 2019



Fot. 1. Projekt okładki Bartłomiej Drązkiewicz

Jest to kolejna z serii niezwykle obszerna (716 stron), publikacja wydawnictwa Copernicus przedstawiająca osiągnięcia naukowe, życie prywatne oraz zainteresowania wybitnych uczonych tworzących podstawy atomistyki i nowoczesnych badań naukowych. Publikacja jest poświęcona wybitnemu włoskiemu fizykowi Enrico Fermiemu.

Fascynacja autora tego opracowania Davida N. Schwartza, osobowością Fermiego, wynika z rozmów z ojcem Melvinem Schwartzem, fizykiem cząstek elementarnych, laureatem Nagrody Nobla wraz z J. Steinbergerem i L. Ledermanem. Mimo że, sam autor nie jest fizykiem, zręcznie przedstawia opis dokonań Fermiego. Odślania niezwykle życie tego nieprzeciętnego naukowca w sposób przejrzysty i zrozumiały nawet dla Czytelników niezwiązanych z problemami atomistyki. Jest to jednocześnie atrakcyjny opis historii tej dziedziny nauki.

Enrico Fermi urodził się 29 września w Rzymie, zmarł 28 listopada 1954 r. w Chicago (Illinois). Ojciec Enrico, Alberto był urzędnikiem we włoskim Ministerstwie Kolei. Rodzina Fermich „od wieków uprawiała ziemię” w okolicach Piacenzy. Alberto mimo bardzo dobrych wyników w liceum nie mógł podjąć studiów uniwersyteckich ze względów finansowych i rozpoczął pracę w kolejnictwie. Około roku 1888 przeniesiono go do Rzymu, gdzie podjął pracę na stanowisku księgowego w Ministerstwie Kolejnictwa, następnie inspektora a ostatecznie został naczelnikiem wydziału (*capo divisione*) co w strukturze organizacyjnej odpowiadałoby w armii stanowisku generała brygady. W roku 1898 poślubił Idę de Gattis. Alfredo miał troje dzieci Marię, Giuli i Enrica. Obaj bracia bardzo wcześnie zainteresowali się nauką głównie przedmiotami ścisłymi, które stały się ich pasją. Giulio zmarł w 1915 r., co wstrząsnęło całą rodziną i miało ogromny wpływ na charakter Enrica ukrywającego od tego czasu swoje emocje. Jak silne musiało być zainteresowanie Enrica fizyką i matematyką świadczy fakt, że z kolegą z klasy brata, Persico, zakupili podręcznik fizyki i po jego opanowaniu prowadzili śmiało eksperymenty, np. sprawdzali gęstość wody w wodociągach rzymskich, obliczali natężenie pól grawitacyjnych i magnetycznych. Na niezwykle zainteresowania 13-letniego Enrico zwrócił uwagę przyjaciel z pracy ojca inżynier Adolfo Amidei i stał się jego opiekunem naukowym. Mimo sprzeciwu rodziny, Enrico postanowił studiować w najbardziej prestiżowej uczelni w tym czasie we Włoszech *Scuola Normale Superiore* w Pizie. Temat egzaminacyjny „analiza drgań pręta zamocowanego na jednym końcu” była tak opracowana przez Fermiego, że poproszono go na specjalną rozmowę mającą wyjaśnić oryginalność pracy, po której egzaminator powiedział Fermiemu, że jest ona napisana na poziomie pracy doktorskiej i przepowiedział mu wielką karierę naukową. Doktorat, dotyczący dyfrakcji promieniowania X na kryształach uzyskał w 1922 r. W latach 1923-1924 przebywał na uniwersytetach w Getyndze i Lejdzie, gdzie wówczas poznał wybitnych atomistów. Jego kolejnym opiekunem naukowym był wybitny włoski fizyk O.M. Cobrino.

Enrico Fermi 28 lipca 1928 r. poślubił Laurę Capon absolwentkę Uniwersytetu Rzymskiego z zamożnej

rodziny żydowskiej. Ojciec Laury, Augusto był admirałem. Wprowadzone we wrześniu 1938 r. ustawy rasowe, początkowo przewidywały możliwość wyłączenia spod ich działania osób wybitnie zasłużonych dla Włoch, jednakże po odsunięciu Musoliniego od władzy admirał został wywieziony do obozu koncentracyjnego, gdzie zginął. Małżeństwo Fermi miało dwoje dzieci Nelly i Guilia.

W roku 1926 Fermi został profesorem fizyki teoretycznej na Uniwersytecie Sapienza w Rzymie, którym był do czasu emigracji do Stanów Zjednoczonych w roku 1938. W roku 1929 został członkiem Włoskiej Akademii Królewskiej.

Uważa się, że do największych sukcesów Fermiego należą:

- opracowanie statystyki cząstek podlegających zakazowi Pauliego (statystyka Fermiego-Diraca),
- metoda obliczania rozkładu elektronów w atomie (opracowaną wraz z Llewelynem. Thomasem 1927),
- teoria rozpadu beta (1934), proces zachodzący w nietrwałym jądrze atomowym, podczas którego dochodzi do przemiany neutronu w proton oraz emisji elektronu i antyneutrina ($n \rightarrow p + e + \bar{\nu}$). Fermigo po wnikliwej analizie wprowadził nowy rodzaj siły – oddziaływanie słabe.

W latach 1934-1938 Fermi ogłosił doniosłe prace teoretyczne z fizyki neutronów mające na celu „odkrycie nowych substancji promieniotwórczych... i odkrycie selektywnego działania spowolnionych neutronów”. *„Nie było w tym przecucia ani świadomego rozumowania... przypadkowo wziąłem kawałek parafiny” zaobserwowane wówczas zjawisko spowolnienia neutronów doprowadziły do budowy reaktora jądrowego.*

Fermi otrzymał w 1938 r. Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Rok 1938 jest jednocześnie okresem początku nowego rozdziału w życiu uczonego i jego rodziny w nowym kraju – Stanach Zjednoczonych, odwiedzanym wcześniej bardzo często i od dawna kuszącego ogromnymi możliwościami badań dla wybitnego naukowca. Fermi nie mógł się zdecydować na emigrację bez zgody żony, uzyskaną dopiero po spodziewanych restrykcjach faszyzmu włoskiego.

Bardzo interesującym fragmentem książki jest działalność naukowa Enrico Fermiego w Stanach Zjednoczonych, szczególnie w zakresie budowy pierwszego reaktora jądrowego (zwanego Chicago Pile-1) – wywołania kontrolowanej reakcji łańcuchowej, którą przewidywano w rozważaniach teoretycznych. Odkrycie przez Fermiego zjawiska spowalniania neutronów przy pracy nad „odkryciem nowych substancji promieniotwórczych” (Nobel) było fundamentem sukcesu. Umożliwiło to zbudowanie pierwszego reaktora jądrowego dla potrzeb produkcji plutonu do budowy bomby. Bardzo inżynierskie podejście Fermiego do rozwiązania problemów naukowych przyczyniło się do

powstania i rozwoju całej nowej dziedziny – energetyki jądrowej i są niezaprzeczalnie jego dziedzictwem. Okres powojennej niezwykle szerokiej działalności Enrico Fermiego jest bardzo dokładnie przedstawiony w książce. Prowadził on badania naukowe (z pionierskim wykorzystaniem pierwszych komputerów) nie tylko w atomistyce, ale i astronomii, prowadził zajęcia dydaktyczne (wielokrotnie podkreślano jego wybitne zdolności w tej dziedzinie), działał społecznie.

Pamiętkami po Fermim są:

fermi — jednostka długości stosowana w fizyce jądrowej,

fermiony — cząstki materii, mające połowkowy spin (1/2, 3/2 itd.). Kwarki, leptoni, jak również większość cząstek złożonych (np. protony i neutrony) są **fermionami**,

Fermiego ciecz — silnie oddziałujący układ cząstek kwantowych, fermiony — elektrony, neutrina, nukleony, hiperony, jądra atomowe, o nieparzystej liczbie nukleonów,

Ferm (Fm) — pierwiastek promieniotwórczy o liczbie atomowej 100, odkryty 1952,

Fermilab (*Fermi National Accelerator Laboratory*) — Narodowe Laboratorium Przyspieszania Cząstek Elementarnych im. Enrico Fermiego.

Enrico Fermi był człowiekiem całkowicie niezainteresowanym filozofią, religią i stronił od polityki, co przy statusie emigranta jest całkowicie zrozumiałe. Fascynowała go przyroda i wolne chwile wykorzystywał na przebywanie w jej otoczeniu. Jednakże jego faktycznym i jedynym zainteresowaniem, jak wynika z opracowania była fizyka i matematyka co pozwalało mu łączyć dwie specjalizacje eksperymentatora i teoretyka. Ta fascynacja wiedzą miała również wpływ na życie rodzinne, co zostało przedstawione w książce.

Powszechna opinia głosi, że był to „ostatni człowiek, który wiedział wszystko” o współczesnej mu fizyce, której był jednym z najważniejszych twórców.

Pewną wadą książki jest brak tablic chronologicznych i indeksu nazwisk, które przy tak obszernej treści ułatwiłyby odtworzyć kolejność wydarzeń i wyszukiwanie powiązań z osobami mającymi wpływ na losy bohatera opracowania. Kompozycja całości tekstu jest jakby gawędziarskim opowiadaniem historii z licznymi dygresjami ułatwiającymi zrozumienie tła wydarzeń. Książka ma bardzo wnikliwe przygotowaną bibliografię.

Krzysztof Rzymkowski,
Stowarzyszenie Ekologów na
Rzecz Energii Nuklearnej,
Warszawa



NOWA WAŻNA PUBLIKACJA: "ELECTRON ACCELERATORS FOR RESEARCH, INDUSTRY AND ENVIRONMENT – THE INCT PERSPECTIVE"

Andrzej Grzegorz Chmielewski, Zbigniew Zimek
Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej



Książka została wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej jako tom 52 serii *Accelerator Science*. Seria ta jest związana z realizowanym w ramach programu Unii Europejskiej „Horyzont 2020” (H2020) projektem „Badania akceleratora i innowacje dla europejskiej nauki i społeczeństwa” – Accelerator Research and Innovation for European Science and Society (ARIES). Publikacja jest dostępna na stronie internetowej projektu: <https://aries.web.cern.ch/>. Aktualnie pozycja ta osiągnęła jedną z największych liczb pobrań ze wszystkich zamieszczonych na tej stronie publikacji. Redaktorami naukowymi książki są Andrzej G. Chmielewski i Zbigniew Zimek, a do druku przygotowała ją Ewa Godlewska-Para.

Materiał podzielono na 9 rozdziałów, których autorami są pracownicy Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej (ICHTJ): Zbigniew Zimek, Andrzej Rafalski, Wojciech Migdał, Urszula Gryczka, Marta Walo, Anna Korzeniowska-Sobczuk, Grażyna Liśkiewicz, Magdalena Miłkowska, Grzegorz Guzik, Dagmara Chmielewska-Śmietanko, Andrzej G. Chmielewski, Janusz Licki, Yongxia Sun, Andrzej Pawelec, Liang Zhao, Sylwester Bułka, Marcin Sudlitz, Małgorzata Siwek, Agnieszka Miśkiewicz. Przedstawiono w nich:

- strukturę i działalność Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej;
- bazę akceleratorową Instytutu oraz zbudowane i działające w IChTJ instalacje akceleratorowe do obróbki radiacyjnej polimerów (fot.1), sterylizacji radiacyjnej, napromieniowania żywności;



Fot. 1. Sieciovanie izolacji przewodów na akceleratorze ILU-6

- działalność dwóch laboratoriów akredytowanych przez Polskie Centrum Akredytacji: Laboratorium Pomiarów Dawek Technologicznych oraz Laboratorium Identyfikacji Napromieniowania Żywności;
- rozwijane w IChTJ nowe technologie z wykorzystaniem wiązki elektronów do modyfikacji polimerów, napromieniowania żywności niskimi dawkami, konserwacji papieru, obróbki gazów odlotowych z silników Diesla czy oczyszczania ścieków;



Fot. 2. Elementy akceleratora Elektronika 10/10 wykorzystywanego do sterylizacji wyrobów medycznych



Fot. 3. Fragment hali Stacji Utrwalania Płodów Rolnych we Włochach wyposażonej w akcelerator o energii 10 MeV i mocy 10 kW (fot. Sylwester Wojtas, Zbigniew Zimek)

- udział Instytutu w przygotowaniu i budowie instalacji do obróbki gazów spalinowych przy użyciu wiązki elektronów w elektrociepłowniach Kawęczyn (Warszawa) i Pomorzany (Szczecin) oraz w rafinerii Jeddah (Arabia Saudyjska);
- wstępne studium wykorzystania przeznaczonej do prowadzenia badań i wdrożeń instalacji radiacyjnej z wykorzystaniem wiązki elektronów wytwarzanej za pomocą czterech akceleratorów o różnej konstrukcji.
- nowe projekty dotyczące przemysłowego wykorzystania wiązki elektronów, które są planowane lub nad którymi trwają już w Instytucie prace, jak: zbadanie metod oczyszczania spalin z silników Diesla aktualnie wykorzystywanych w transporcie morskim, oczyszczanie wód balastowych i osadów ze statków czy „zeroenergetyczna” technologia do higienizacji ścieków i osadów powstałych w wyniku oczyszczania ścieków.

Recenzentami książki zostali profesorowie: Ryszard S. Romaniuk z Instytutu Systemów Elektronicznych, Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej i Mirosław Dors z Instytutu Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk. Kierownik Ośrodka Techniki Plazmowej i Laserowej.

A oto fragmenty opinii recenzentów omawianej publikacji.

„Poziom merytoryczny i techniczny monografii jest bardzo wysoki, co nie dziwi, gdyż redaktorzy są doświadczonymi i cenionymi na świecie ekspertami w tematyce dotyczącej akceleratorów cząstek. Zaprezentowany zakres kompetencji IChTJ w tej tematyce jest bardzo szeroki, od badań podstawowych prowadzonych eksperymentalnie i numerycznie aż po wdrożenia dużych instalacji przemysłowych dla elektrociepłowni. Taką też hierarchię widać w strukturze monografii, przy czym na pozytywną ocenę zasługuje zrównoważenie opisów, tj. bez szczególnego uwydatniania badań podstawowych czy też stosowanych. Zawarte w nich informacje są wartościowe dla naukowców i inżynierów z branży szczególnie w kontekście implementacji wyników badań. Istotą monografii jest zaprezentowanie potencjału IChTJ oraz zamierzeń dotyczących propagowania zastosowań akceleratorów, w szczególności w przetwórstwie żywności, do obróbki polimerów, oczyszczania spalin ze szkodliwych gazów, higienizacji osadów ściekowych oraz unieszkodliwiania wód balastowych. Tematy te są niezwykle ważne dla europejskiej społeczności pokoleń obecnych i przyszłych. Opiniowana monografia jest zatem zgodna z ideologią projektu ARIES i w pełni zasługuje na publikację”.

(Dr hab. inż. Mirosław Dors)

„Monografia jest pewnego rodzaju syntetycznym podsumowaniem wiedzy, działań obecnych i perspektywicznych, a także rozumienia tego obszaru nauki i techniki oraz polityki Instytutu w zakresie akceleratorów elektronowych. W aspekcie połączenia różnych wątków merytorycznych jest to praca wyjątkowa. Pokazuje całkowicie autorskie rozumienie przez Instytut obszarów istniejących i potencjalnych zastosowań akceleratorów. Jest to spojrzenie ciekawe i nowe, nietrywialne, niepowtarzające utartych ścieżek typowej i znanej powszechnie monograficznej eksploatacji tego tematu. Autorami poszczególnych rozdziałów jest aż kilkunastu pracowników Instytutu, co uzasadnia tutaj stwierdzenie personifikujące Instytut i jego monograficzną opinię na temat omawianego obszaru techniki akceleratorowej. Redaktorom pracy udało się ujednoczyć merytorycznie i technicznie wieloautorskie rozdziały tak, aby wyglądały, jakby wyszły spod jednego pióra. Monografia jest dzięki temu jednolita, nie sprawia wrażenia zbioru odrębnych artykułów, a przez to jest znacznie łatwiejsza i przyjemniejsza, oraz bardziej wartościowa do odbioru przez czytelnika. Wartość monografii mierzę jej przydatnością dla środowiska specjalistów w dziedzinie techniki akceleratorowej, konstruktorów akceleratorów, ale także, a może przede wszystkim, środowisk stosujących akceleratory w poszczególnych dziedzinach gospodarki jak przemysł chemiczny, sterylizacja, przemysł spożywczy, rolnictwo, energetyka, ochrona środowiska, inżynieria procesowa itp.

Omawiana monografia zawiera wszystkie te warstwy w odpowiedniej proporcji, jak: przedstawienie akceleratorowych zasobów badawczych, budowa akceleratorów w IChTJ, metrologię i akredytację akceleratorów i technik funkcjonalnych, oferowane usługi akceleratorowe dla kilku różnych dziedzin przemysłu, rozwój nowych konstrukcji i technik aplikacyjnych akceleratorów, zaangażowanie w duże krajowe i międzynarodowe projekty aplikacyjne poza Instytutem we współpracy z przemysłem energetycznym, okrętowym, ochrony środowiska itp. Monografia zawiera także wyczerpujący opis udziału Instytutu w projekcie ARIES”.

(Prof. dr hab. inż. Ryszard S. Romaniuk)

Wydanie monografii zbiegło się z informacją o przyznaniu Instytutowi przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) środków finansowych na realizację dwu projektów POIR dotyczących zastosowania technologii akceleratorowych: „Zaprojektowanie i weryfikacja w skali pilotażowej przyjaznego dla środowiska, zintegrowanego z dokiem pływającym, systemu odbioru i oczyszczania wód balastowych i szlamów ze statku oraz wód technologicznych z procesu czyszczenia kadłuba statku, wykorzystującego do utylizacji zanieczyszczeń promieniowanie jonizujące” uzyskany wspólnie z firmą Stocznia Remontowa S.A. Gdańsk oraz „Zero-energetyczna technologia wytwarzania biologicznie bezpiecznego nawozu organicznego na bazie osadów ściekowych” uzyskany wspólnie z firmą Biopolinex S.A., Lublin. W ten sposób Instytut, nominowany przez

Międzynarodową Agencją Energii Atomowej – Centrum Współpracującym (Collaborating Centre), ugruntował swą pozycję światowego lidera w zakresie wykorzystania akceleratorów elektronów w przemyśle i ochronie środowiska.

Tymczasem przedstawiona w książce hybrydowa technologia oczyszczania gazów spalinowych z okrętowego silnika Diesla została zweryfikowana w ramach projektu ARIES w Stoczni w Rydze, Łotwa (<http://www.ichtj.waw.pl/drupal/?q=node/997>).

*Stanisław Latek,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*



ZMARŁ DYREKTOR GENERALNY MIĘDZYNARODOWEJ AGENCJI ENERGII ATOMOWEJ YUKIYA AMANO



(9 maja 1947-18 lipca 2019)

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) ogłosiła 2 lipca 2019 r. „z głębokim smutkiem” odejście swojego dyrektora generalnego, Yukiya Amano. Jego trzecia kadencja rozpoczęta we wrześniu 2017 r. miała się skończyć pod koniec 2021 r., ale Amano, który miał 72 lata, planował zrezygnować ze stanowiska wcześniej.

Yukiya Amano urodził się 9 maja 1947 r. w Yugawara. Był absolwentem Wydziału Prawa Uniwersytetu w Tokio. W kwietniu 1972 r. rozpoczął pracę w japońskim Ministerstwie Spraw Zagranicznych. Był uczestnikiem delegacji japońskiego MSZ składających wizyty w Belgii, Francji, Laosie, Szwajcarii i USA.

Miał duże doświadczenie jako dyplomata zajmujący się problematyką rozbrojenia i nieprolifracji, a także kwestiami energii jądrowej. W japońskim MSZ był dyrektorem generalnym Departamentu Rozbrojenia, Nieprolifracji i Nauki od 2002 do 2005 r.

Yukiya Amano był przewodniczącym Rady Gubernatorów MAEA od września 2005 r. do września 2006 r. Był przedstawicielem Japonii w Agencji od 2005 r. do czasu wyboru na funkcję dyrektora generalnego, którego obowiązki objął 1 grudnia 2009 r.

Koordynował reakcję MAEA na wypadek w Fukushimie w marcu 2011 r. We wrześniu 2017 r. powiedział: „Wszystkie lekcje z wypadku w Fukushimie Daiichi zostały teraz włączone do podstawowych wymogów bezpieczeństwa jądrowego MAEA, co oznacza, że staną się one częścią globalnej praktyki bezpieczeństwa”.

Pełniąc funkcję dyrektora generalnego Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, Yukiya Amano był skutecznym orędownikiem nierozprzestrzeniania broni jądrowej i pokojowego wykorzystania technologii jądrowych do celów rozwoju. Pan Amano miał długą i wybitną karierę w służbie społeczności międzynarodowej. Był wzorowym dyplomatą reprezentującym Japonię i dążył do osiągnięcia bardziej pokojowego i dostatniego świata.

Podczas spotkania żałobnego, które odbyło się 22 września br. w siedzibie Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, urzędnicy, dyplomaci i koleżanki i koledzy Yukiya Amano oddali hołd zmarłemu dyrektorowi generalnemu MAEA.

„IAEA opłakuje utratę wielkiego przywódcy”, powiedział Cornel Feruta, pełniący obowiązki dyrektora generalnego MAEA, który pracuje jako główny koordynator w Biurze Koordynacji Dyrektora Generalnego od 2013 r. Mówił o uczciwości, opiniach i umyśle analitycznym zmarłego dyrektora generalnego i wyróżnił jego osiągnięcia m.in.: wiodącą rolę w opracowaniu międzynarodowej reakcji po awarii nuklearnej w elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi, modernizację laboratoriów jądrowych MAEA pod Wiedniem oraz zwiększenie międzynarodowego zaufania do wiarygodności i bezstronności zabezpieczeń jądrowych MAEA osiągnięte podczas jego kadencji.

„MAEA uhonoruje jego dziedzictwo tak, jak sobie tego życzył – pozostając organizacją doskonałości, która w bardzo konkretny sposób przyczynia się do międzynarodowego pokoju i bezpieczeństwa oraz do rozwoju i dobrobytu świata” – powiedział Feruta.

Wraz z jego odejściem świat stracił prawdziwego przyjaciela zaangażowanego w pracę na rzecz lepszej przyszłości.

Redakcja Postępów Techniki Jądrowej wyraża szczerą kondolencję i współczucie dla rodziny Pana Yukiya Amano, przyjaciół i personelu MAEA



POŻEGNANIE DYREKTORA JERZEGO KOZIEŁA

(1934–2019)



Fot. 1. Jerzy Kozieł

Rytm życia i odejścia jest okrutny i nieunikniony. W dniu 14 lipca br. pożegnaliśmy pracownika Instytutów Atomistyki: Dyrektora, Kierownika i przede wszystkim starszego Kolegę, Pana mgr inż. Jerzego Kozieła, który od lat 60. ubiegłego wieku związany był z Ośrodkiem Świerk. Człowieka o wielkiej wiedzy, ogromnych kompetencjach zawodowych i szerokim doświadczeniu.

Przez większość życia pracował przy reaktorze MARIA i zajmował się programami, których realizacja pozostawała w ścisłym związku z potencjalnymi możliwościami uruchomionego reaktora w latach 70. Od chwili jego uruchomienia był ściśle związany z zespołami eksploatacji, pełniąc w kolejnych latach ważne funkcje, zarówno bezpośrednio kierując zespołami reaktora, jak i organizując pracę w szerszym zakresie, czego ukoronowaniem było pełnienie funkcji Dyrektora ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Radiologicznej Ośrodka Świerk. Warto przypomnieć, że to właśnie Jerzy Kozieł kierował zespołem reaktora w trakcie pierwszego doświadczenia krytycznego reaktora MARIA. Oprócz działalności zawodowej w Świerku prowadził zajęcia edukacyjne, wykorzystując swoją wiedzę w nauczaniu przyszłych operatorów reaktora w Technikum Nukleonicznym w Otwocku. Wielu absolwentów tej szkoły zasililo później zespoły eksploatacyjne reaktora MARIA.

Reaktor badawczy MARIA budowany był z myślą o wykorzystaniu go w badaniach materiałowych, eksploatacji pętli, sond reaktorowych. Wówczas rozpoczynały się duże programy badawcze, które miały wpisywać się w te zadania. Czynnym uczestnikiem i osobą kierującą tymi programami był Pan Dyrektor Kozieł. Zapomniane dziś hasła PUMA, sondy MAK, gazy dysocjujące, skupiały wówczas grupy młodych inżynierów, którymi kierował Pan Kozieł. Czas i uwarunkowania nie zawsze merytoryczne, stopniowo weryfikowały te programy, nie mniej warto docenić entuzjazm i wkład pracy w równym stopniu Jerzego Kozieła, jak i kierowanego przez niego zespołu.

Dyrektor Kozieł, Pan Jerzy, czyli Jurek był znakomitym dyskutantem, o niezaprzeczonej wiedzy na temat reaktorów. Dyskusje z nim, niekiedy dość spolaryzowane i to nie tylko w odniesieniu do tematu technik reaktorowych, były inspirującymi i budującymi doświadczeniami.

Żegnając Pana Kozieła, nie sposób nie wspomnieć o Jego zainteresowaniach poza zawodowych. Był konsersem muzyki poważnej, a ponadto zadeklarowanym frankofilem i miłośnikiem win, co niekiedy dość zdecydowanie manifestował, gdy podczas przyjmowania gości zagranicznych, nasi partnerzy zamawiali wino niezgodnie z przyjętym kodem.

Żegnamy jedną z ostatnich osób, które tworzyły historię polskich reaktorów badawczych. Osobę, która niekiedy wzbudzała różne oceny, ale jednocześnie prezentowała bardzo dużą wiedzę i najwyższe kompetencje zawodowe.

*Janusz Jaroszewicz,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Otwock-Świerk,*

Od badań laboratoryjnych międzynarodowego projektu H2020ARIES do zastosowań przemysłowych

Ryga, lipiec 2019 r.



Nabrże stoczni z holownikiem, mobilnym akceleratorem zainstalowanym na przyczepie i skruberem



Holownik „Orkāns” (orkan po łotewsku), który służył jako źródło spalin do badań



Rura łącząca holownik z akceleratorem na przyczepie



Skruber zaprojektowany w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej, a wykonany przez lubelską firmę Biopolinex

(fot. ARIES, Ryga)



Stanowisko pomiaru składu spalin

zob. więcej na str. 49

2019: mija 30 lat od rezygnacji z budowy Elektrowni Jądrowej Żarnowiec - część II



Widok z góry na teren porzuconej budowy EJ "Żarnowiec"



Mapa położenia EJ Żarnowiec



Transport morski zbiornika reaktora i wytwornicy pary do Ośrodka Szkoleniowej EJ Paks (Węgry)



Transport zbiornika i bloku górnego reaktora oraz wytwornicy pary do Portu w Gdyni z przeznaczeniem dla EJ Loviisa (Finlandia)



Wytwornica pary składowana tymczasowo na terenie budowy EJ "Żarnowiec"