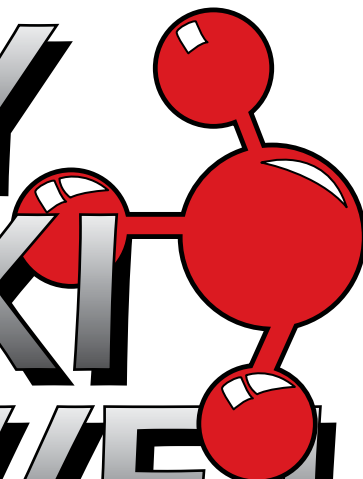


POSTĘPY TECHNIKI JĄDROWEJ



VOL. 56 Z.2 ISSN 0551-6846 WARSZAWA 2012

50-lecie Chemii Radiacyjnej w Łodzi
1962-2012



Stary Budynek Katedry
Chemii Radiacyjnej

Flagowy budynek
Instytutu Chemii
i Techniki Jądrowej
- wiosną



2-2012

INSTYTUT CHEMII
I TECHNIKI JĄDROWEJ
POLSKIE TOWARZYSTWO NUKLEONICZNE

SPIS TREŚCI

OD REDAKCJI 1
STANISŁAW LATEK

**BADANIA CHEMICZNE W IChTJ
NAD PROJEKTOWANIEM
I SYNTEZĄ NOWYCH
RADIOFARMACEUTYKÓW 2**
ALEKSANDER BILEWICZ, LEON FUKS,
EWA GNIAZDOWSKA, AGATA KASPEREK,
PRZEMYSŁAW KOŹMIŃSKI,
SEWERYN KRAJEWSKI, EDYTA LESZCZUK,
MONIKA ŁYCZKO

**HISTORIA MIĘDZYRESORTOWEGO
INSTYTUTU TECHNIKI
RADIACYJNEJ 14**
MAGDALENA SZADKOWSKA-NICZE

**OPINIA PUBLICZNA WOBEC
PLANÓW BUDOWY ELEKTROWNI
JĄDROWEJ 19**
PIOTR STANKIEWICZ

**NIEZALEŻNOŚĆ ORGANIZACJI
WSPARCIA TECHNICZNEGO
W PROCESIE NADZORU I KONTROLI
ELEKTROWNI JĄDROWYCH 24**
TOMASZ R. NOWACKI

DONIESIENIA Z KRAJU 40

DONIESIENIA ZE ŚWIATA 51

IN MEMORIAM 54



Kwartalnik naukowo-informacyjny

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

Kontakt Telefoniczny

22-504-12-48
Fax.: 22 811-15-32

Redaktor naczelny:

Stanisław Latek
S.Latek@ichtj.waw.pl

Komitety redakcyjny:

Wojciech Głuszewski
Maria Kowalska
Łukasz Kuźniarski
Andrzej Mikulski
Marek Rabiński
Edward Rurarz
Elżbieta Zalewska

Redakcja:

PTJ-redakcja@ichtj.waw.pl

Opracowanie graficzne:

Agnieszka Milewska (Agencja Reklamowa TOP)

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adjustacji
tekstów oraz zmian tytułów.

Prenumerata

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

Wydawca:

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej

Skład i druk:

Agencja Reklamowa TOP,
ul. Toruńska 148, 87-800 Włocławek

Szanowni Państwo,

Jest środek lata, połowa lipca. W Polsce w lipcu 2012 r. panowały upały, ale też przechodziły burze i trąby powietrzne, nierzadko przynoszące poważne zniszczenia. Wspominam to burzowe lato, aby niejako dla kontrastu stwierdzić, że w dziedzinie, która jest przedmiotem naszych – redakcji PTJ – zainteresowań, czyli w atomistyce, jest spokojnie. Można nawet powiedzieć, zbyt spokojnie. W jednym z ogólnopolskich dzienników wyrażono wręcz opinię, że zakończony właśnie pierwszy etap kampanii informacyjno-edukacyjnej „Poznaj atom” był raczej nudnawy i zbyt spokojny.

Śpośród wydarzeń odnotowanych przez media latem tego roku warto przytoczyć dwa, zupełnie różne, o których nie można nie wiedzieć. Pierwsze, które miało miejsce 4 lipca, dotyczyło sprawy fundamentalnej dla nowej fizyki. Otóż tego dnia w laboratorium w CERN ogłoszono o odkryciu poszukiwanej przez dziesięciolecia cząstki/ bozonu Higgsa. Oto fragmenty komunikatu prasowego CERN ogłoszonego właśnie 4 lipca 2012 r.

„W przeddzień rozpoczynającej się jutro w Melbourne w Australii konferencji Fizyki Wysokich Energii – ICHEP, w CERN odbyło się dzisiaj specjalne seminarium naukowe. Szefowie eksperymentów ATLAS i CMS przedstawili na nim swoje najnowsze, wstępne wyniki poszukiwania bozonu Higgsa. Podczas eksperymentów udało się naukowcom zaobserwować nową cząstkę o masie w okolicy 125-126 GeV (gigaelektronowoltów).

(...)Prezentowane dzisiaj wyniki nie mają ostatecznego charakteru. Są oparte na danych zebranych w 2011 i 2012 r., przy czym te z 2012 r. są nadal w trakcie analizy. Publikacja prezentowanych dzisiaj analiz jest spodziewana z końcem lipca. Kolejne dane z LHC umożliwią uzyskanie bardziej kompletnego obrazu tego, co obecnie widzimy.

(...)To kamień milowy w naszym zrozumieniu świata. - powiedział Rolf Heuer, dyrektor naczelny CERN – *Odkrycie cząstki zgodnej z przewidywanym bozonem Higgsa otwiera drogę do bardziej szczegółowych badań, wymagających większej ilości danych, które sprecyzują własności nowej cząstki, a może nawet rzucić światło na inne zagadki Wszechświata*”.

O konsekwencjach odkrycia postaramy się napisać szerzej w jednym z następnych numerów czasopisma.

Druga informacja dotyczy polskiego energetycznego podwórka. Otóż 10. lipca Rada Nadzorcza powołała byłego ministra skarbu Aleksandra Grada na stanowiska prezesa Zarządu PGE Energia Jądrowa i PGE EJ 1. Zdzisław Gawlik otrzymał stanowisko wiceprezesa Zarządu tych spółek. PGE Energia Jądrowa to spółka zależna Polskiej Grupy Energetycznej, odpowiedzialna za realizację projektu budowy elektrowni jądrowych. Zadaniem drugiej spółki – PGE EJ 1 jest przygotowanie procesu inwestycyjnego oraz budowa pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce. Życzymy nowym panom Prezesom osiągnięć w realizacji Programu Polskiej Energetyki Jądrowej.

Bieżący zeszyt czasopisma zawiera artykuły i doniesienia o bardzo zróżnicowanej tematyce. Pierwszy tekst, który został przygotowany przez grupę autorów z prof. Aleksandrem Bilewiczem prezentuje prace wykonywane w Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej IChTJ.

Obecnie badania prowadzone w Centrum obejmują następującą tematykę: (1) projektowanie i synteza radiofarmaceutyków terapeutycznych z niskoenergetycznymi emiterami β^- , (2) otrzymywanie radionuklidów i synteza radiofarmaceutyków dla pozytonowej tomografii, (3) projektowanie i synteza radiofarmaceutyków astatowych, (4) synteza biokoniugatów opartych na nanocząstkach znakowanych emiterami α , (5) znakowanie nowych biomolekuł wykazujących powinowactwo receptorowe, (6) komputerowo wspomagane projektowanie leków (CADD).

Wymienione prace badawcze będą kontynuowane w nowo otwartym, zmodernizowanym budynku Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej. Wyposażenie Centrum w najnowocześniejszą aparaturę umożliwi zintensyfikowanie i rozszerzenie prac.

Kolejny artykuł dr hab. inż. Magdaleny Szadkowskiej-Nicze z Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej w Łodzi opisuje 50-lecie Chemii Radiacyjnej.

Dr Piotr Stankiewicz, socjolog z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu przedstawia wyniki badań opinii publicznej wobec planów budowy elektrowni jądrowej w trzech potencjalnych lokalizacjach. Jedną z konkluzji zawartą w tym artykule sformułowana jest następująco: „(...) badania te świadczą o gotowości mieszkańców do aktywnego włączenia się w debatę o energetyce jądrowej oraz potrzebie współdecydowania, a także poczuciu braku dostępu do informacji i odpowiednich działań z zakresu komunikacji społecznej i polityki informacyjnej. Z pewnością nie bez znaczenia są niedawne wydarzenia w Fukushima, jak również praktyka władz lokalnych w przypadku realizowanych wcześniej inwestycji”.

Ostatni obszerny artykuł przygotował prawnik Tomasz Nowacki. Ten obszerny i niełatwy tekst dotyczy niezależności organizacji wsparcia technicznego w procesie nadzoru i kontroli elektrowni jądrowych. Mimo pewnej hermetyczności artykułu zasługuje na uwagę choćby dlatego, że prawo jest ważną częścią sektora jądrowego i jako takie, również powinno być przybliżane czytelnikom.

W części numeru zawierającej krótsze formy (doniesienia) warto zwrócić uwagę m.in. na informacje o tym, jak zapewnić współuczestnictwo społeczeństwa w procesach decyzyjnych dotyczących energetyki jądrowej, o powstaniu stowarzyszenia WIN (Women in Nuclear) w Polsce, o irańskim programie nuklearnym. Zapewne pożyteczna okaże się dla Państwa lektura relacji z kolejnej, V już Międzynarodowej Szkoły Energetyki Jądrowej oraz wizyty dziennikarzy polskich w ośrodkach naukowych EDF we Francji.

W niniejszym zeszycie kwartalnika mogą Państwo także przeczytać wspomnienia o zmarłych wybitnych przedstawicielach polskiej atomistyki: prof. Jerzym Janiku i prof. Bohdanie Dziunikowskim.

Wszystkim naszym Czytelnikom i Przyjaciółom życzę, aby druga połowa lata była mniej upalna, ale i mniej deszczowa i burzowa niż pierwsza. Myślę, że dowodów na konsekwencje efektu cieplarnianego jest już w nadmiarze, a za tym intensywniej trzeba ten efekt moderować – choćby poprzez budowę elektrowni jądrowych.

*Redaktor Naczelny
Stanisław Latek*

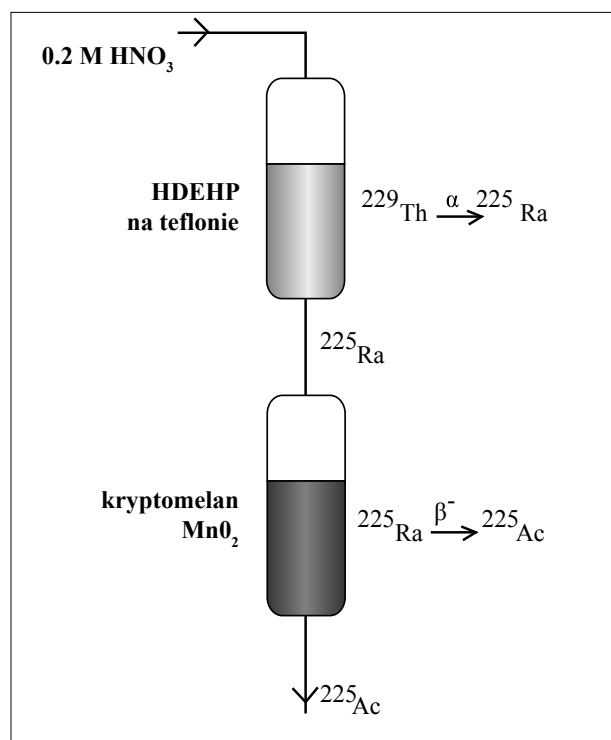
BADANIA CHEMICZNE W INSTYTUCIE CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ NAD PROJEKTOWANIEM I SYNTEZĄ NOWYCH RADIOFARMACEUTYKÓW

Aleksander Bilewicz, Leon Fuks, Ewa Gniazdowska, Agata Kasperek, Przemysław Koźmiński, Seweryn Krajewski, Edyta Leszczuk, Monika Łyczko

W latach 70. oraz 80. w Zakładzie Radiochemii Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej prowadzono prace badawcze głównie w dwóch kierunkach: podstawowe prace dotyczące chemii koordynacyjnej oraz prace aplikacyjne związane z uruchomieniem pierwszej polskiej elektrowni jądrowej w Żarnowcu. Nagłe przerwanie w roku 1990 programu budowy siłowni jądrowych w Polsce postawiło wtedy młody, ale doświadczony już w tematyce chemii jądrowej, zespół przed koniecznością zmiany tematyki badawczej. Postanowiono wówczas kontynuować tematykę związaną z nowymi metodami rozdzielczymi, szczególnie z zastosowaniem selektywnych jonitów. Potencjalne zastosowanie tych badań zostało jednak ukierunkowane na analizę i oczyszczanie wód oraz odpadów przemysłowych.

Jednocześnie w tym samym czasie, na bazie posiadanego dużego doświadczenia w dziedzinie radiochemii, w Zakładzie Radiochemii IChTJ zaczął się rozwijać nowy temat badawczy ukierunkowany na medycynę nuklearną. Początkowo było to projektowanie nowych generatorów radionuklidów oraz otrzymywanie diagnostycznych/terapeutycznych radioizotopów. Nasze pierwsze prace dotyczyły opracowania generatora $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (wykorzystano w nim selektywny dla Sr^{2+} kwas poliantymonowy) [1], generatora $^{115}\text{Cd}/^{115\text{m}}\text{In}$ [2] i $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$, w którym zastosowano zsyntezowany w zespole dwutlenek manganu w formie kryptomelanu, wykazujący wyjątkowo wysoką selektywność w stosunku do jonów Rb^{+} [3]. Opracowano też nowy, bardzo wydajny generator α emitera ^{225}Ac (rys. 1) [4].

Równocześnie na zastosowanie w medycynie nuklearnej ukierunkowano także prowadzone wówczas prace dotyczące chemii koordynacyjnej. Ostatecznie w Zakładzie Radiochemii IChTJ powstał zespół pracowników naukowych zajmujący się ważnym w radiofarmacji zagadnieniem, jakim jest trwałe związanie otrzymanego radionuklidu z biologicznie czynną w żywym organizmie cząsteczką (tzw. biomolekułą). Ponieważ



Rys. 1. Generator ^{225}Ac opracowany w naszym zespole

większość radionuklidów stosowanych w medycynie nuklearnej to kationy metali, najlepszą metodą połączenia ich z cząsteczkami biologicznie aktywnymi jest utworzenie trwałego kompleksu danego radionuklidu i w takiej formie związania go z biomolekułą. Wykorzystując nasze doświadczenie w projektowaniu i syntezie ligandów oraz w metodach badania kompleksów początkowo zajęto się badaniem kompleksowania technetu-99m – najbardziej popularnego diagnostycznego radionuklidu w medycynie nuklearnej. Badania te nabrały rozmachu po trzech wizytach naukowych, finansowanych przez MAEA, w wiodących ośrodkach zajmujących się radiofarmaceutykami technetowymi. Szczególnie inspirujące były wizyty w zespole prof.

Rogera Alberto na Uniwersytecie w Zurichu, gdzie prowadzone były prace nad zastosowaniem nowych kinetycznie inertnych metaloorganicznych kompleksów technetu. Tematyka ta podjęta przez nasz zespół stała się początkiem nowej, ale intensywnie rozwijającej się w IChTJ tematyki badawczej radiofarmacji.

Kolejnym kamieniem milowym w rozwoju badań radiofarmaceutycznych było uzyskanie grantu europejskiego w programie Marie Curie „Transfer of Knowledge” w latach 2004-2008. Pozwoliło to na uczestniczenie w badaniach w najlepszych europejskich ośrodkach radiofarmaceutycznych, takich jak: Uniwersytet w Zurychu i Paul Scherrer Institute w Szwajcarii, Uniwersytet w Moguncji i Instytut Radiofarmacji, HZDR, Rossendorf w Niemczech, Uniwersytet w Goeteborgu i ITN Sacaven w Portugalii. W ramach tego grantu w laboratoriach Zakładu Radiochemii IChTJ, poza naukowcami z wyżej wymienionych instytucji, goszczono także pracowników naukowych z wielu innych, wiodących w dziedzinie radiofarmacji, ośrodków. Uczestnictwo zespołu IChTJ w programie Marie Curie spowodowało rozszerzenie badań o radiofarmaceutyki terapeutyczne oparte na emiterach β^- i α oraz radiofarmaceutyki dla pozytonowej tomografii (PET), a nawiązane kontakty, już po zakończeniu projektu, umożliwiły dalszą współpracę w ramach międzynarodowych bilateralnych programów badawczych.

Badania w dziedzinie radiofarmacji prowadzone przez zespół IChTJ zyskały aplikacyjny charakter po nawiązaniu kontaktów ze środowiskiem medycznym i farmaceutycznym w Polsce, szczególnie z Zakładem Medycyny Nuklearnej Uniwersytetu Medycznego w Warszawie (prof. dr hab. med. Leszek Królicki – Konsultant Krajowy ds. Medycyny Nuklearnej), Zakładem Chemii Farmaceutycznej i Analizy Leków Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (prof. dr hab. n. farm. Elżbieta Mikiciuk-Olasik – dziekan Wydziału Farmaceutycznego), z instytutami w Warszawie: Centrum Onkologii - Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie, Instytutem Farmaceutycznym i Instytutem Biochemii i Biofizyki PAN. Nawiązana współpraca pozwoliła ukierunkować prowadzone w IChTJ badania na aktualne potrzeby medycyny nuklearnej w Polsce.

Obecnie w Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej tematykę chemii radiofarmaceutycznej realizuje dziesięć osób, w tym dwie osoby są na stażach podyktorskich. Prowadzone badania koncentrują się na następującej tematyce: (1) projektowanie i synteza radiofarmaceutyków terapeutycznych z niskoenergetycznymi emiterami β^- , (2) otrzymywanie radionuklidów i synteza radiofarmaceutyków dla pozytonowej tomografii, (3) projektowanie i synteza radiofarmaceutyków

astatowych, (4) synteza biokonjugatów opartych na nanocząstkach znakowanych emiterami α , (5) znakowanie nowych biomolekuł wykazujących powinowactwo receptorowe, (6) komputerowo wspomagane projektowanie leków (CADD). Poniżej przedstawiono aktualnie prowadzone prace oraz plany na przyszłość.

Projektowanie i synteza radiofarmaceutyków terapeutycznych opartych na niskoenergetycznych emiterach β^-

Terapeutyczne wykorzystanie radionuklidów – emiterów promieniowania korpuskularnego jest stosowane od dziesiątków lat. Radionuklid jod-131 jest powszechnie stosowany w terapii chorób tarczycy. Także inne emitory β^- , takie jak stront-89, samar-153, lutet-177 czy ren-188 w postaci prostych soli lub ich kompleksów fosfomianowych znalazły szerokie zastosowanie w terapii paliatywnej. W zależności od wielkości chorej tkanki dobiera się radionuklid tak, aby efekt terapeutyczny był optymalny. Tak więc dla dużych guzów nowotworowych najodpowiedniejsze okazały się radionuklidy emitujące wysokoenergetyczne promieniowanie β^- (itr-90, ren-188). Poza już zarejestrowanym preparatem Zevalin® (przeciwciało monoklonalne rituximab znakowane itrem-90), szereg peptydów znakowanych wyżej wymienionymi radionuklidami aktualnie przechodzi testy kliniczne. Jednak w przypadku małych guzów ciągle istnieje duże zapotrzebowanie na radiofarmaceutyki wykazujące efekt terapeutyczny w stosunku do małych zmian nowotworowych rozsianych na dużej powierzchni tkanki, przerzutów nowotworowych lub nowotworów we wczesnym stadium rozwoju. Te warunki mogą spełniać emitory miękkiego promieniowania β^- , elektronów Augera oraz promieniowania α . Spośród emiterów niskoenergetycznego promieniowania β^- szersze zastosowanie znalazł jedynie lutet-177. Niestety radionuklid ten w większych aktywnościach jest otrzymywany w reakcji jądrowej (n,γ), co powoduje, że powstały produkt zawiera także atomy nośnika. Otrzymywanie beżnośnikowego lutetu-177 jest wyjątkowo trudne, ponieważ wymaga oddzielenia go od iterbu, który jest pierwiastkiem o prawie identycznych właściwościach chemicznych. Także większość innych proponowanych do terapii niskoenergetycznych i średnioenergetycznych emiterów β^- jest izotopami lantanowców (erb-169, terb-161, tul-167, samar-153, promet-149, holm-161 i holm-166) i podobnie, jak w przypadku lutetu-177, bardzo trudno otrzymać je w formie beżnośnikowej.

Równolegle w IChTJ prowadzono badania z dwoma bardzo obiecującymi niskoenergetycznymi emiterami promieniowania β^- , skandem-47 i rodem-105.

W odróżnieniu od radiolantanowców, te radionuklidy można stosunkowo łatwo oddzielić od naświetlonego materiału tarczowego, odpowiednio tytanu-47 i ruteniu-104. Celem zaplanowanych prac doświadczalnych było zbadanie możliwości otrzymywania ^{47}Sc w reakcji $^{47}\text{Ti}(n,p)^{47}\text{Sc}$ w reaktorze Maria w Świerku poprzez naświetlanie tarczy tytanowej (wzbogaconej w izotop ^{47}Ti) w strumieniu neutronów prędkich ($E > 1 \text{ MeV}$), a następnie opracowanie prostej metody wydzielania z tarczy uzyskanego radionuklidu. Zaproponowano zastosowanie jako tarczy soli litowej fluorkowego kompleksu tytanu, $\text{Li}_2^{47}\text{TiF}_6$, która charakteryzuje się dużą odpornością termiczną oraz dobrą rozpuszczalnością w rozcieńczonych roztworach kwasów mineralnych. Stosując $\text{Li}_2^{47}\text{TiF}_6$ jako tarczę opracowano prostą metodę wydzielania skandu-47 z naświetlonej neutronami prędkimi tarczy [5]. Sposób otrzymywania ^{47}Sc z tarczy $\text{Li}_2^{47}\text{TiF}_6$ został zgłoszony do ochrony patentowej [6]. Ewentualną produkcją radionuklidu skandu-47 zainteresował się zespół Reaktora Maria w Świerku i aktualnie, po odpowiedniej modernizacji kanału naświetlania neutronami prędkimi, istnieje możliwość otrzymania terapeutycznych aktywności skandu-47, rzędu 30-40 GBq.

Innym radionuklidem, którego właściwości jądrowe są zbliżone do właściwości lutetu-177, ale wydzielenie z tarczy jest znacznie łatwiejsze, jest rod-105. W ramach projektu ramowego Europejskiej Współpracy w Nauce i Technologii (COST), zespół pracowników IChTJ uczestniczył w akcji BM0607 dotyczącej celowanej terapii radionuklidowej. Celem badań było opracowanie nowej, prostszej, od już znanych, metody otrzymywania radionuklidu rodu-105 oraz synteza jego kompleksów, trwałych w warunkach fizjologicznych. W opracowanej metodzie do naświetlania w reaktorze zastosowano, zamiast używanego dotychczas metalicznego ruteniu, rozpuszczalną w wodzie sól $(\text{NH}_4)_2[\text{RuCl}_5(\text{H}_2\text{O})]$. Po naświetleniu tarczę rozpuszczano w roztworze kwasu ortonadjudowego, H_5IO_6 , a następnie w podwyższonej temperaturze pozostałość Ru^{3+} utleniało do RuO_4 . Powstały hydrofobowy tetratlenek rodu ekstrahowany był do fazy organicznej (CCl_4) i w ten sposób oddzielany od rodu-105, który pozostawał w fazie wodnej. Przedstawiony powyżej proces został zgłoszony do ochrony patentowej [7].

Kation Rh^{3+} jest miękkim kwasem według teorii Pearsona, dlatego też najodpowiedniejszymi związkami do kompleksowania radionuklidu ^{105}Rh są ligandy zawierające miękkie atomy donorowe, takie jak S, P czy N. Aktualne badania wykazały także, że najtrwalszy kompleks powstaje z cyklicznym tioeterowym ligandem 1,5,9,13-tetratycykloheksadekan-3,11-diol (16S_4 -diol). Ligand ten posiada cztery donorowe atomy

siarki oraz dwie grupy hydroksylowe wpływające na hydrofilowość kompleksu. Grupy te mogą także służyć jako miejsce chemicznej modyfikacji cząsteczki ligandu w celu przyłączenia biomolekuły.

W przypadku prac z rodem-105 badane były także możliwości wykorzystania w medycynie nuklearnej metaloorganicznych kompleksów rodu(I). Redukcję Rh(III) do Rh(I) za pomocą CO i jednoczesną syntezę dikarbonylkowego rdzenia $\text{Rh}(\text{CO})_2^+$ prowadzono przy zastosowaniu dwóch metod, różniących się sposobem uzyskiwania w środowisku reakcji (*in situ*) substratu CO. W pierwszej metodzie źródłem cząsteczek CO był rozkład termiczny kwasu mrówkowego (HCOOH) – reakcja prowadzona była w temperaturze 95°C , w drugiej zaś – N,N-dimetyloformamid (DMF), a reakcja przebiegała w temperaturze 130°C . Ponieważ w dikarbonylkowych kompleksach rodu(I) dwa miejsca koordynacyjne w pozycji *cis* zajmowane są przez dwie grupy CO, a pozostałe dwa, oczywiście także w pozycji *cis*, są wolne, do syntezy kompleksów $\text{Rh}(\text{CO})_2\text{L}$ wybrane zostały ligandy bidentne, których budowa uwzględniała możliwość przyłączenia do cząsteczki ligandu grupy funkcyjnej, umożliwiającej z kolei przyłączenie biomolekuły. Obie metody wykorzystane zostały następnie do syntezy kompleksów z radionuklidem ^{105}Rh . Syntezy kompleksów $^{105}\text{Rh}(\text{CO})_2\text{L}$ prowadzone w obecności HCOOH zakończyły się niepowodzeniem – na radiochromatogramach nie zaobserwowano nowych pików świadczących o powstawaniu w mieszaninie reakcyjnej produktów reakcji. Przyczyną tego faktu było zbyt niskie stężenie $^{105}\text{Rh}^{3+}$ w mieszaninie reakcyjnej, uniemożliwiające powstawanie pośredniego kompleksu – dimeru $[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{Cl}]_2$, i dalej w reakcji wymiany jonów Cl^- na ligand L – powstawanie kompleksu $^{105}\text{Rh}(\text{CO})_2\text{L}$. W przypadku kompleksów $^{105}\text{Rh(I)}$ syntezowanych w środowisku DMF wyniki analiz wykonanych techniką HPLC-RP pokrywają się z wynikami otrzymanymi dla kompleksów z nieaktywnym rodem. Niestety, pojedynczego produktu nie można wydzielić w prosty i szybki sposób, co bardzo ogranicza możliwość wykorzystania tej metody w radiofarmacji.

Aktualnie prowadzone prace z kompleksami $^{105}\text{Rh}^{3+}$ koncentrują się na syntezie i badaniu radiobiokoniugatów, w których radionuklid rodu-105 skompleksowany jest poprzez cztery donorowe atomy siarki bifunkcyjnego makrocyclicznego ligandu $16\text{S}_4\text{-COOH}$. Wykorzystując drugą grupę funkcyjną ligandu zamierzamy połączyć kompleks rodu z biomolekułą (z peptydami – oktreotydem i substancją P). Otrzymane radiobiokoniugaty zostaną wszechstronnie zbadane, zarówno w warunkach *in-vitro*, jak i *in-vivo*.

Ponadto prowadzone są także badania nad możliwością otrzymywania rodu-105 w cyklotronie, w reakcji $^{104}\text{Ru}(\text{d},\text{n})^{105}\text{Rh}$. Pierwsze uzyskane wyniki wskazują już, że terapeutyczne ilości ^{105}Rh będzie można uzyskać tą drogą w małych cyklotronach medycznych dostępnych w wielu ośrodkach PET.

Otrzymywanie radionuklidów oraz synteza radiofarmaceutyków dla pozytonowej tomografii

W ciągu ostatnich kilkunastu lat znacznie udoskonalone zostały metody detekcji promieniowania i komputerowego przetwarzania danych. Dzięki temu diagnostyczne metody medycyny nuklearnej, szczególnie pozytonowa tomografia (PET), są dziś niezastąpionym narzędziem lekarza, zarówno diagnosty, jak i terapeuty, znacznie ułatwiając kontrolowanie przebiegu procesu leczenia.

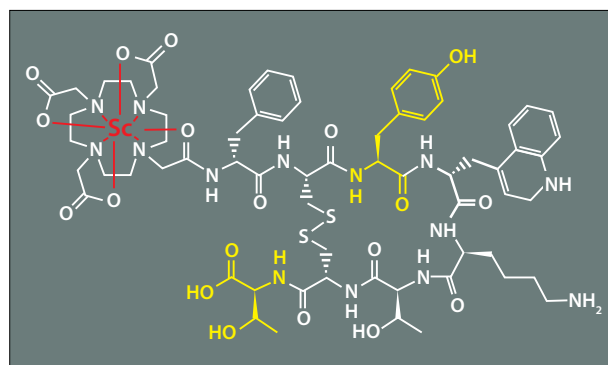
PET jest nowoczesną metodą diagnostyczną, która przez komputerową obróbkę sygnału podaje informację o biochemicznych parametrach patologicznej tkanki oraz o jej dokładnym umiejscowieniu w organizmie. Metoda ta polega na wprowadzeniu do organizmu pacjenta substancji biologicznie czynnej, która wybiórczo akumuluje się w chorych tkankach. Substancja ta znakowana jest emiterym β^+ (np. ^{18}F -fluorodeoksyglukoza, FDG), który rozpadając się emituje pozyton (e^+). W wyniku praktycznie natychmiastowej anihilacji pozytonu z elektronami ośrodka emitowane są dwa kwanty *gamma* o energii 511 keV, rozchodzące się w przeciwnych kierunkach. Kwanty te przenikają otaczające tkanki i rejestrowane są przez odpowiednio umieszczone wokół pacjenta detektory *gamma*. Informacje z detektorów są przesyłane do komputera, który buduje przestrzenny rozkład radionuklidu w ciele pacjenta.

W tomografii pozytonowej stosuje się głównie krótkożyłowe radionuklidy lekkich pierwiastków, takie jak węgiel-11, azot-13, tlen-15, fluor-18 (ten ostatni jest radionuklidem obecnie najpowszechniej używanym w metodzie PET). Wykorzystując te izotopy mamy możliwość syntezy znakowanych prostych związków chemicznych, umożliwiających badania przepływu gazów i cieczy w ciele pacjenta, lub, ulegając metabolizmowi – badania funkcjonowania danego narządu.

W przypadku niektórych komórek nowotworowych, np. przy wysoko zróżnicowanych rakach neuroendokrynnych, wychwyt FDG jest znikomy lub nie występuje w ogóle. Dlatego też istnieje zapotrzebowanie na inne znakowane radionuklidami β^+ preparaty, którymi mogą być radiobiokoniugaty utworzone z kompleksów metalicznych emiterym β^+ i biologicznie aktywnych cząsteczek (np. analogów somatostatyny), charaktery-

zujących się dużym powinowactwem do receptorów obecnych na komórkach nowotworowych. Potencjalnymi emiterym β^+ , mogącymi znaleźć zastosowanie w technice PET, są radionuklidy: gal-68, itr-86, jod-124, skand-44, tytan-45, miedź-64 i cyrkon-89.

Obecnie w pracach zespołu ICHTJ skoncentrowano się na wykorzystaniu w diagnostyce PET nowego, obiecującego radionuklidu – skand-44. Radionuklid ten charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami jądrowymi ($E_{\beta^+} = 1,5$ MeV, $T_{1/2} = 3,93$ h, wysoka wydajność promieniowania β^+ rzędu 95%), a ponadto ze względu na jego dłuższy niż galu-68 ($E_{\beta^+} = 1,9$ MeV, $T_{1/2} = 67,63$ min) okres połowicznego rozpadu nadaje się on do znakowania nie tylko krótkich peptydów o szybkiej farmakokinetyce, ale również biomolekuł, których biodystrybucja i metabolizm w ciele pacjenta są procesami powolnymi. Kolejną zaletą ^{44}Sc w stosunku do ^{68}Ga jest jego podobieństwo chemiczne do stosowanych w celowanej terapii radionuklidowej ^{90}Y i ^{177}Lu . Prace eksperymentalne wykazały bardzo zbliżone wartości lipofilowości biokoniugatów DOTATATE znakowanych ^{44}Sc , ^{90}Y i ^{177}Lu , podczas gdy lipofilowość ^{68}Ga -DOTATATE jest znacznie mniejsza [8]. Chemiczne podobieństwo izotopów ^{44}Sc , ^{90}Y i ^{177}Lu oraz ich biokoniugatów pozwala na planowanie terapii radionuklidami ^{90}Y i ^{177}Lu na podstawie badań diagnostycznych wykonywanych przy użyciu ^{44}Sc (rys. 2).

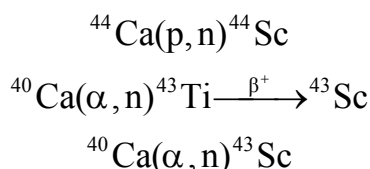


Rys. 2. Radiobiokoniugat ^{44}Sc -DOTATATE

W ramach akcji COST D38 prowadzone były prace dotyczące rozwoju innowacyjnych sond diagnostycznych, którymi między innymi są biomolekuły znakowane skandem-44. Udział w tym międzynarodowym przedsięwzięciu pozwolił prowadzić badania w wiodących ośrodkach europejskich. Dwoje doktorantów z ICHTJ uczestniczyło w pracach nad generatorem $^{44}\text{Ti}/^{44}\text{Sc}$ oraz w pracach obejmujących tematykę znakowania radionuklidem ^{44}Sc stosowanego już w terapii analogu somatostatyny (DOTA-oktreotydu). Prace te

wykonywane były w grupie prof. Röscha na Uniwersytecie Johanna Gutenberga w Moguncji [9,10].

Wspólnie z zakładem IHCP – I.4 Nanobionauki, Ispra, Włochy (Wspólnotowe Centrum Badawcze Komisji Europejskiej, Instytut Zdrowia i Ochrony Konsumenta), prowadzone były badania nad cyklotronową produkcją izotopu skandu-44, a także izotopu skandu-43, który jest również obiecującym emiterym β^+ ($E_{\beta^+} = 1,2$ MeV, $T_{1/2} = 3,89$ h). Radionuklidy te powstają w wyniku następujących reakcji:



Cyklotronowa produkcja skandu-44 ze wzbogaconej w wapń-44 tarczy daje centrom PET możliwość samodzielnej produkcji tego izotopu, bez konieczności zakupu drogiego generatora ${}^{44}\text{Ti}/{}^{44}\text{Sc}$. Zaletami radionuklidu ${}^{43}\text{Sc}$ są niska energia emitowanego promieniowania *gamma* (372,91 keV) i niska intensywność tego promieniowania (23%), a także możliwość zastosowania naturalnej tarczy wapniowej (wapń-40), co znacząco obniża koszt produkcji tego radionuklidu. Jedynym problemem ograniczającym stosowanie radionuklidu ${}^{43}\text{Sc}$ jest konieczność zakupu tego izotopu od jednostek dysponujących cyklotronem zaopatrzonym w źródło cząstek α .

W badaniach eksperymentalnych prowadzonych przez zespół IChTJ w Isprze otrzymano 2.5 GBq ${}^{44}\text{Sc}$, to jest ilość radionuklidu wystarczającą na przygotowanie kilkunastu porcji ${}^{44}\text{Sc}$ -radiofarmaceutyku. Opracowano również prostą i szybką metodę wydzielania tego izotopu z tarczy wapniowej przy użyciu żywicy chelatującej Chelex 100. Następnie przeprowadzono znakowanie ${}^{44}\text{Sc}$ biokoniugatu DOTA-d-Phe-Cys-Tyr-d-Trp-Lys-Thr-Cys-Thr (DOTATATE) z wydajnością powyżej 98% stosując zaledwie 10 nmoli biokoniugatu, czym potwierdzono wysoką czystość chemiczną otrzymanego radioizotopu. Powyższą procedurę wydzielania radionuklidu z tarczy zastosowano również w przypadku ${}^{43}\text{Sc}$, a produkt procesu znakowania – radiobiokoniugat ${}^{43}\text{Sc}$ -DOTATATE z wydajnością powyżej 98% uzyskano już przy użyciu 15 nmoli biokoniugatu, co również potwierdziło wysoką czystość chemiczną otrzymanego radioizotopu. Wyniki naszych eksperymentów zachęcają do rozpoczęcia badań przedklinicznych nad zastosowaniem nowego potencjalnego radiofarmaceutyku diagnostycznego – znakowanego ${}^{44}\text{Sc}$ lub ${}^{43}\text{Sc}$ biokoniugatu DOTATATE, który następnie może być bardzo przydatny w planowaniu celowanej terapii radionuklidowej.

Prowadząc prace związane ze znakowaniem koniugatów ${}^{44}\text{Sc}$ zaproponowano innowacyjną koncepcję znakowania biomolekuł, w której pomijany jest etap wydzielania radionuklidu z materiału tarczowego. Stosunek stałych trwałości kompleksów Sc-DOTA/Ca-DOTA jest rzędu 10^{10} , co umożliwia znakowanie biokoniugatów ${}^{44}\text{Sc}$ bezpośrednio po rozpuszczeniu materiału tarczowego. Taka sama zależność występuje między stałymi trwałości kompleksów Y-DOTA/Sr-DOTA, co sugerowało, że analogicznie jak poprzednio, możliwe będzie znakowanie biomolekuł radionuklidem ${}^{86}\text{Y}$ (emiter β^+ stosowany jest już w badaniach klinicznych) bez uprzedniego wydzielania go z tarczy strontowej. Dzięki dobrej współpracy z ośrodkiem w Isprze możliwe było przeprowadzenie odpowiednich eksperymentów w tamtejszym laboratorium i potwierdzenie naszej koncepcji wynikami doświadczalnymi (rys. 3). Wydajność znakowania DOTATATE przy użyciu 31 nmoli tego biokoniugatu wyniosła ponad 70% w przypadku radionuklidu ${}^{44}\text{Sc}$ i ponad 95% w przypadku radionuklidu ${}^{86}\text{Y}$. Końcowym etapem zaproponowanej przez zespół procedury jest oddzielenie radiobiokoniugatu od materiału tarczowego, do czego zastosowano kolumny Sep-Pak® C18. W zakresie ostatnio nawiązanej współpracy z Zakładem Fizjologii Klinicznej Szpitala Uniwersyteckiego w Herlev, Dania, planowane są prace nad wdrożeniem radiofarmaceutyków znakowanych ${}^{44}\text{Sc}$ do rutynowych badań klinicznych.



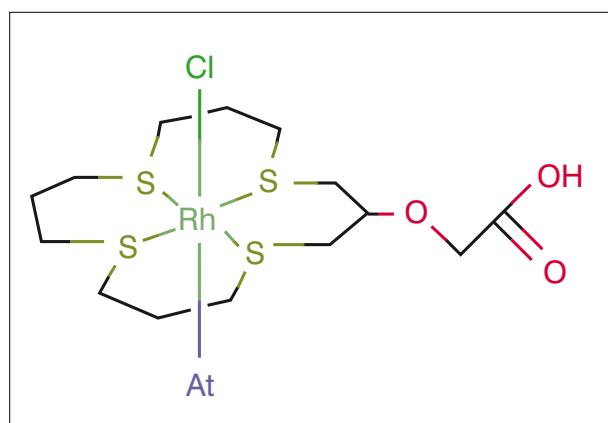
Rys. 3. Laboratorium w Isprze, Włochy (fot. IChTJ)

Projektowanie i synteza radiofarmaceutyków astatowych

Współczesna medycyna nuklearna wykorzystuje w terapii przeciwnowotworowej głównie radiofarmaceutyki oparte na emiterach β^- (itr-90, ren-186 i ren-188, jod-131). Radionuklidy te charakteryzują się wysoką energią promieniowania oraz posiadają stosunkowo duży zasięg w tkance, dzięki czemu mogą znaleźć zastosowanie w terapii dużych guzów. W przypadku małych, rozsianych i często nieoperacyjnych, lub w bardzo wczesnym stadium rozwoju zmian nowotworowych najodpowiedniejszymi preparatami terapeutycznymi wydają się być radiofarmaceutyki oparte na emiterach cząstek α . Tak zwana celowana *alfa* terapia (wykorzystująca radiofarmaceutyki zawierające stosunkowo łatwo dostępne i trwale związane α -emitery) stałaby się doskonałym uzupełnieniem terapii wykorzystującej radiofarmaceutyki zawierające emitery β^- . Spośród emiterów cząstek *alfa* największe znaczenie zyskuje obecnie radionuklid astat-211. Izotop ten produkowany jest w reakcji jądowej $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$, w cyklotronach, co jest istotnym czynnikiem hamującym zarówno rozwój badań nad radiofarmaceutykami astatowymi, jak i ich szersze zastosowanie w badaniach klinicznych. Konieczny bowiem jest tu akcelerator przyspieszający cząstki *alfa* (wiązkę jonów He^{2+}) do energii ok. 30 MeV. Niemniej od roku 2011 możliwa jest produkcja astatu-211 z wykorzystaniem (po modernizacji) cyklotronu ciężkich jonów pracującego od ponad 15 lat w Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego. Kolejnym wyzwaniem w syntezie radiofarmaceutyków astatowych jest uzyskanie trwałego związania ^{211}At w związek chemiczny i połączenie tego związku z biologicznie czynną cząsteczką – wektorem (przeciwciałem monoklonalnym, jego fragmentem lub peptydem), który kierowałby radionuklid astatu do zmienionych nowotworowo tkanek. Znane metody połączenia chlorowców do związków organicznych [11] nie mogą być tu zastosowane, ponieważ astat, w odróżnieniu od pozostałych chlorowców, nie tworzy silnych połączeń z atomami węgla i otrzymane na drodze astatowania radiofarmaceutyki byłyby mało stabilne. Ponieważ niskospinowe kompleksy Rh^{3+} wykazują dużą kinetyczną inercyjność, a anion At^- , zgodnie z teorią miękkich kwasów i zasad, trwale łączy się z kationem rodu, postanowiono wykorzystać kompleksy rodu z przyłączonym poprzez mostek metaliczny astatem jako prekursorzy przyszłych radiofarmaceutyków astatowych. Związki te, poprzez dodatkowe sfunkcjonalizowanie ligandu, można następnie połączyć z wybraną biomolekułą.

W roku 2003 w Zakładzie Radiochemii i Chemii Jądowej zostały rozpoczęte, trwające do dziś, badania nad otrzymywaniem i charakteryzacją związków astatu. Jako pierwszy otrzymano kompleks $\text{Rh}(\text{S4-16-ane-diol})^{211}\text{At}$ z tioeterowym ligandem 1,5,9,13-tetratiocykloheksadekano-3,11-diolem (S4-16-ane-diol) [12]. Kompleks ten okazał się trwały, a badania jego biodystrybucji przeprowadzone w Duke University Medical Center (Durham, NC) są bardzo obiecujące [13]. Trwałość wyżej wymienionego kompleksu skłoniła zespół do podjęcia dalszych badań, w których zastosowano, podobny do poprzedniego, ligand dwufunkcyjny 2-(1,5,9,13-tetratiocykloheksadekan-3-yloksyl) kwas octowy (16-ane-S4-COOH). Otrzymany kompleks, poprzez grupę $-\text{COOH}$ ligandu, może zostać połączony z grupą aminową biomolekuły. Metodę otrzymywania kompleksu $\text{Rh}(\text{S4-16-ane-COOH})^{211}\text{At}$ (rys. 4) opracowano w ramach realizacji projektu rozwojowego własnego NCBiR pt. „Znakowanie biomolekuł radionuklidem ^{211}At – otrzymywanie radiofarmaceutyków terapeutycznych dla medycyny nuklearnej” (01.08.2009 – 31.01.2012). Następnie, używając jodu-131 jako analogu astatu, opracowano metodę otrzymywania biokonjugatu kompleksu $\text{Rh}(\text{S4-16-ane-COOH})^{131}\text{I}$ z substancją P(5-11) (neuropeptydem z rodziny tachikinin, który, w postaci pełnego peptydu lub krótszego fragmentu, po wyznakowaniu emiterem α ma ogromne szanse znaleźć zastosowanie m.in. w *alfa* terapii glejaków mózgu).

Kontynuując nasze prace zamierzamy przeprowadzić szerokie badania zsyntezowanego biokonjugatu $\text{Rh}[16\text{-ane-S4-COOH}]\text{I-Cl-SP}(5\text{-}11)$ pod kątem jego trwałości, powinowactwa receptorowego oraz biodystrybucji na modelach zwierzęcych.



Rys. 4. Proponowany przez nas prekursor radiofarmaceutyków astatowych - $\text{Rh}(\text{S4-16-ane-COOH})^{211}\text{At}$

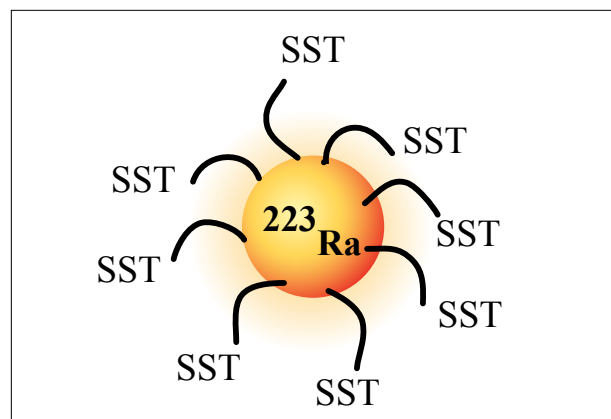
Synteza biokoniuatów opartych na nanocząstkach znakowanych emiterami α

Niektóre radionuklidy posiadają bardzo atrakcyjne dla medycyny nuklearnej właściwości jądrowe, jednakże nie tworzą trwałych połączeń kompleksowych, które pozwoliłyby dalej na ich trwałe związanie z biomolekułą. Do tej grupy można zaliczyć diagnostyczne radionuklidy talu-201, rubidu-82m i rubidu-82 czy strontu-83, które jako kationy pierwszej i drugiej grupy układu okresowego nie tworzą wystarczająco trwałych połączeń chelatowych. Podobnie trudno jest związać z biomolekułą bardzo atrakcyjne radionuklidy terapeutyczne, do których należą β^- emiterzy: srebro-111, złoto-198 i złoto-199 oraz α emiterzy: astat-211, rad-223 i rad-224.

Większość α emiterów w wyniku rozpadu tworzy inne stosunkowo długożyjące radionuklidy i utrzymanie takich par radionuklidów: izotop macierzysty $\rightarrow$ produkt α -rozpadu (np. $^{212}\text{Pb} \rightarrow ^{212}\text{Bi}$, $^{225}\text{Ac} \rightarrow ^{213}\text{Bi}$ czy $^{230}\text{U} \rightarrow ^{226}\text{Th}$) w jednym związku kompleksowym jest praktycznie niemożliwe. Dlatego też poszukuje się innych rozwiązań pozwalających na trwałe związanie wymienionych powyżej radionuklidów. Wykorzystuje się tu procesy nanotechnologiczne, które pozwalają na skonstruowanie odpowiednich układów nanocząstkowych, wykorzystywanych następnie jako nośniki radionuklidów. W ostatnim dziesięcioleciu opracowano wiele rodzajów nośników, opartych na nanocząstkach zarówno organicznych (liposomy, micelle, dendrymery) jak i nieorganicznych (nanocząstki złota, tlenku żelaza, srebra, nanozeolity oraz kropki kwantowe).

W badaniach naszego zespołu jako nośniki radionuklidów terapeutycznych będących emiterami cząstek α zastosowano nanocząstki zeolitów oraz tlenku tytanu.

Zeolity są to glinokrzemiany o strukturze krystalicznej, w których obecne są przeciwjony o ładunku +1 lub +2, którymi najczęściej są kationy I i II grupy układu okresowego. Kationy te są labilne i mogą swobodnie poruszać się w sieci zeolitu, co determinuje właściwości jonowymienne tych związków. Istnieje wiele zeolitów o różnych strukturach, charakteryzujących się różną selektywnością względem jonów. I tak nanozeolity typu A charakteryzują się wysoką selektywnością w stosunku do dużych kationów grupy I i II (Cs^+ , Ba^{2+} i Ra^{2+}). Zatem zastosowanie nanozeolitów tego typu pozwoli na związanie radionuklidów $^{223,224,225}\text{Ra}$. Przedstawiony powyżej sposób trwałego związania radionuklidów radu, a następnie połączenia uzyskanego produktu z biomolekułą, np.: analogiem somatostatyny (rys.5) został zgłoszony do ochrony patentowej [14].



Rys. 5. Radiobiokoniuat składający się ze znakowanego ^{223}Ra nanozeolitu i analogów somatostatyny (SST) jako naprowadzających wektorów

Na obecnym etapie prac przeprowadzono badania z radionuklidami radu-224 i radu-225. Uzyskano ich trwałą immobilizację w strukturze nanozeolitu typu A. Przeprowadzone badania trwałości preparatów w roztworach soli fizjologicznej, roztworach zawierających nadmiarowe stężenia konkurencyjnych ligandów zawierających grupy tiolowe i aminowe (glutataion, cysteina) oraz w surowicy krwi wykazały ich dużą stabilność w długim okresie. Następnie, po odpowiedniej modyfikacji nanozeolitu, poprzez silanizację, do powierzchni nanocząstek zostanie przyłączony wektor (cząsteczka biologicznie aktywna) naprowadzający terapeutyczny preparat do chorobowo zmienionych tkanek. Otrzymany ostatecznie radiobiokoniuat ma szansę stać się przydatnym narzędziem w terapii emiterami α . Powyższe badania finansowane są z projektu badawczego NCN 2011/01/M/ST4/06756.

Jako inny nośnik radionuklidów terapeutycznych zastosowano nanocząstki tlenku tytanu (TiO_2). Zastosowanie takiego nośnika wzbudza szerokie zainteresowanie przede wszystkim ze względu na dostępność tlenku tytanu, jego wysoką stabilność chemiczną, nietoksyczność, właściwości optoelektroniczne oraz wysoką aktywność fotokatalityczną w stosunku do związków organicznych. Kolejną zaletą tlenku tytanu jest możliwość budowania nanostruktur o różnych wielkościach i kształtach. Mogą to być nanocząstki, nanoprzewody, nanorurki i nanowstążki. Nanocząstki tlenku tytanu posiadają wiele istotnych zalet. Charakteryzują się dużą powierzchnią właściwą oraz dużą stabilnością w roztworach. Jednak szczególną cechą, która kwalifikuje je do grupy potencjalnych nośników radionuklidów, jest wysokie powinowactwo sorpcyjne w stosunku do wybranych kationów metali ciężkich, takich jak Pb^{2+} , Ag^+ , Ac^{3+} Bi^{3+} , czy UO_2^{2+} . Kationy te mogą adsorbować się na

powierzchni nanocząstek TiO_2 z dużą selektywnością.

Do tej pory w naszej grupie przeprowadzono badania nad możliwością trwałego zaadsorbowania następujących par izotopów: ^{225}Ac - ^{213}Bi i ^{212}Pb - ^{212}Bi do nanocząstek tlenku tytanu o różnej wielkości. Zmodyfikowano również powierzchnię nanocząstek nanosząc metaliczne srebro, co pozwoliło na trwałe związanie ^{211}At . Przeprowadzone wielogodzinne badania trwałości w roztworze soli fizjologicznej, w roztworach zawierających konkurencyjne związki kompleksujące oraz w surowicy krwi wykazały ich dużą stabilność.

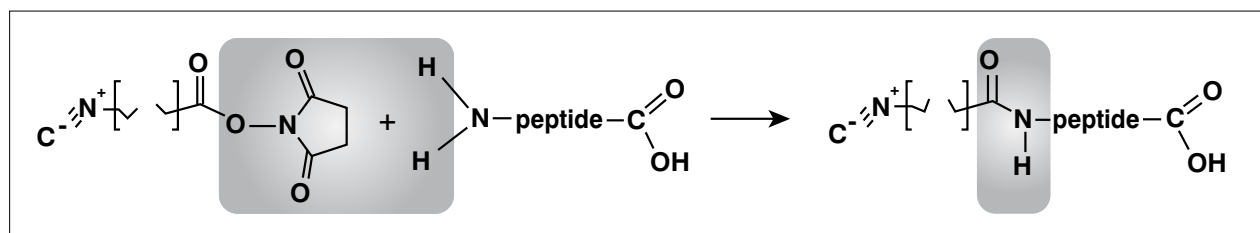
Następny planowany etap badań, podobnie jak w przypadku nanozeolitów typu A, będzie dotyczył opracowania procedury przyłączenia do powierzchni nanocząstek tlenku tytanu odpowiedniej biomolekuły, wykazującej duże powinowactwo do receptorów znajdujących się na powierzchni komórek nowotworowych.

Znakowanie nowych biomolekuł wykazujących powinowactwo receptorowe

Droga rozwoju medycyny nuklearnej to badania prowadzone w dwóch kierunkach: (i) poszukiwanie nowych radiofarmaceutyków (cechujących się coraz bardziej korzystnymi właściwościami), zmierzające do poszerzenia zakresu badań i zapewnienia wiarygodności uzyskiwanych wyników oraz (ii) rozwój urządzeń służących do obrazowania, tak by zapewnić jak najlepszą ich jakość, a jednocześnie uczynić badanie mniej uciążliwym dla pacjenta. Poszukiwania nowych radiofarmaceutyków to zarówno dobieranie odpowiednich radionuklidów (rodzaj i energia promieniowania), jak też szukanie nowych biomolekuł, BM, (w środowiskach medycznych nazywa się je 'ligandami'), które „dostarczają” radioizotop w odpowiednie miejsce, umożliwiając zobrazowanie bądź terapię danej tkanki. Biomolekuły (peptydy, fragmenty przeciwciał monoklonalnych) dobiera się w oparciu o znajomość funkcji pełnionych przez daną tkankę - są one w tej tkance wychwytywane, metabolizowane lub uczestniczą w jej fizjologicznych procesach. W diagnostyce uzyskuje się w ten

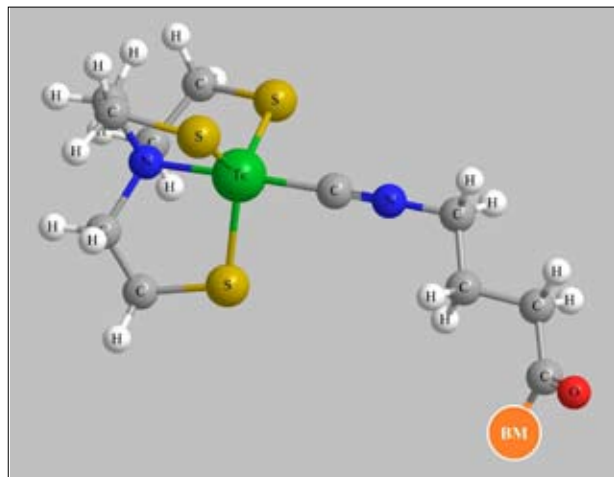
sposób informację o stanie narządu poprzez informację o pełnieniu przez niego swojej funkcji, co stanowi zasadniczą różnicę pomiędzy metodami scyntygraficznymi, a innymi technikami obrazowania. Utrudnieniem w diagnostyce/terapii przy użyciu radiofarmaceutyków, podobnie jak w przypadku stosowania leków standardowych, może być często pojawiająca się oporność na stosowane preparaty. Jest ona wynikiem zahamowania transportu preparatu do komórki w wyniku mutacji receptora (czyli punktu uchwytu radiofarmaceutyku) lub (w przypadku radiofarmaceutyków internalizowanych) nasilenia transportu preparatu na zewnątrz komórki na skutek aktywacji błonowej glikoproteiny P. Co więcej, także sama komórka zdolna jest do wytworzenia alternatywnego szlaku metabolicznego lub nasilenia naprawy DNA. Wiadomo także, że w przypadku wielu typów nowotworów na błonie komórkowej występuje nadekspresja często kilku różnych receptorów, wobec których powinowactwo wykazują różne biomolekuły. Tak więc poszukiwania nowych radiofarmaceutyków wymagają umiejętności znakowania coraz to nowych biomolekuł. W ramach prac prowadzonych przez nasz zespół w Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej IChTJ początkowo kompleksami technetu-99m na różnych stopniach utlenienia znakowane były pojedyncze aminokwasy (alanina, lizyna), następnie modelowy trójpetyd glicyna-glicyna-tyrozyna, a w docelowym etapie prac biomolekuły wskazywane przez środowisko farmaceutów i lekarzy. Biomolekuły znakowane były radionuklidem $^{99\text{m}}\text{Tc}$ przy użyciu dwufunkcyjnego łącznika CN-BFCA (Bifunctional Coupling Agent), zawierającego grupy funkcyjne: izonitrylową CN-, trwale kompleksującą kation technetu-99m, i grupę karboksylową w formie estru imidobursztynianowego. W reakcji przyłączania biomolekuły pomiędzy grupą karboksylową dwufunkcyjnego łącznika i grupą aminową N-końca peptydu szybko i z dużą wydajnością powstaje wiązanie amidowe (rys. 6).

Radionuklid technetu-99m używany do znakowania biomolekuł stosowany był najczęściej w formie kompleksu z mieszanymi ligandami, typu "4+1", w którym kation technetu na +3 stopniu utlenienia skompleksowa-



Rys. 6. Schemat reakcji przyłączania biomolekuły do dwufunkcyjnego łącznika CN-BFCA

ny jest przez tetradentny ligand tris (2-merkaptoetylo) amina, NS_3 , (zawierający trzy atomy donorowe siarki i jeden atom azotu $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SH})_3$) oraz wspomniany już powyżej monodentny ligand izonitrylowy, sprzężony uprzednio z biomolekułą (rys. 7).



Rys. 7. Budowa radiobiokoniugatu $^{99m}\text{Tc}(\text{NS}_3)(\text{CN-BM})$

Dla wszystkich syntezowanych w skali n.c.a. radiobiokoniugatów wykonywane były badania ich trwałości w funkcji czasu w roztworze buforu PBS o $\text{pH}=7,4$ (roztwór taki imituje warunki płynów ustrojowych), w roztworach zawierających w dużym nadmiarze ligandy konkurencyjne (ligandy z aktywnymi grupami $-\text{NH}_2$, $-\text{SH}$, $-\text{COOH}$, np. cysteina, histydyna) oraz w surowicy ludzkiej. Wyznaczano ich lipofilowość w układzie n-oktanol/PBS $\text{pH}=7,4$, oraz, przy użyciu wybranej linii komórkowej, ich powinowactwo względem odpowiednich receptorów. Dla najlepiej rokujących radiobiokoniugatów wykonywano badania biodystrybucji.

Wspólnie z Instytutem Radiofarmacji, HZDR, Rosendorf w Niemczech, prowadzone były prace nad znakowaniem białka RGD [15] i bombezyny [16]. Białko RGD (Arg-Gly-Asp) to sekwencja trzech aminokwasów: argininy, glicyny i kwasu asparaginowego. W formie cyklicznej białko cRGDyK wiąże się swoiście z receptorem integrynowym $\alpha_v\beta_3$, którego nadekspresja występuje na wielu typach komórek nowotworowych. Wiążąc się z receptorami zlokalizowanymi na komórkach nowotworowych hamuje proces angiogenezy, migrację komórek nowotworowych oraz tworzenie przerzutów. Bombezyna to zbudowany z 14 aminokwasów peptyd, uwalniający gastrynę (GRP, Gastrin Releasing Peptide). Charakteryzuje się on dużym powinowactwem do receptorów GRPr (Gastrin-Releasing Peptide receptor) BB1 i BB2, których nadekspresję stwierdzono na komórkach wielu rodzajów nowotworów, w tym nowotworów

piersi, prostaty, trzustki, drobnokomórkowej postaci raka płuc. Do syntezy technetowych radiofarmaceutyków bombezyny stosowano jej krótszy analog 7-14, zawierający βAla βAla jako łącznik i dwa nienaturalne aminokwasy cykloheksyloalaninę (Cha^{13}) i norleucynę (Nle^{14}) stabilizujące peptyd w warunkach *in vivo*.

W latach 2007-2009 zespół realizował grant badawczy specjalny Nr DAAD/48/2007 finansujący wykonywaną przez stronę polską część badawczą dwustronnego projektu „Zastosowanie nowych kompleksów Tc i Re z mieszanymi ligandami (4+1) do znakowania peptydów”, przyjętego do Programu Wykonawczego na lata 2007-2008, na mocy porozumienia pomiędzy Ministerstwem Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Departament Współpracy Międzynarodowej) i Niemiecką Akademicką Centralą Wymiany (DAAD). W ramach tego projektu opracowano syntezę technetowego radiobiokoniugatu peptydu wazopresyna (AVP). Według danych literaturowych występowanie dużej nadekspresji receptorów wazopresyny (Arginine vasopressin receptor 2, AVPR2, V2) zostało stwierdzone w przypadku drobnokomórkowej postaci raka płuc (SCLC, small-cell lung cancer), nowotworu szczególnie złośliwego, występującego w postaci rozlanej i nieoperowalnej. Następnie wykonano syntezę technetowego radiobiokoniugatu zawierającego analog wazopresyny $\text{d}(\text{CH}_2)_5[\text{D-Tyr}(\text{Et}^2)\text{-Ile}^4\text{-Eda}^9]\text{AVP}$ – antagonistę receptorów V2 (próbkę tego peptydu otrzymaliśmy od Profesora Maurice Manning, University of Toledo, Toledo, Ohio, United States. Radiobiokoniugat zawierający antagonistę receptorów V2 charakteryzował się większą stabilnością w surowicy ludzkiej oraz większym powinowactwem do receptorów V2 obecnych na komórkach linii H-69.

Aktualnie prowadzone przez zespół prace to synteza i badania technetowych radiobiokoniugatów grelinowych. Grelina jest 28-aminokwasowym endogennym hormonem występującym we krwi. W ostatnich latach pojawiły się liczne doniesienia o występowaniu nadekspresji receptora GHS-R1a na komórkach różnych typów nowotworów (gruczolak przysadki, guzy neuroendokrynne tarczycy, płuc, piersi, gonad, rak prostaty, żołądka, jelita grubego, endokrynne i nieendokrynne guzy trzustki). W ramach tych badań opracowano metodę przyłączania biomolekuły poprzez odpowiednio zmodyfikowaną grupę karboksylową C-końca peptydu [17]. Metoda ta może znaleźć zastosowanie praktyczne w przypadku peptydów, których fragment farmakoforowy, odpowiedzialny za oddziaływania biomolekuła – receptor, obejmuje (tak jak w przypadku greliny) aminokwasy położone na N-końcu peptydu. Następnie wykonano syntezy radiobiokoniugatów grelinowych stosując różne kompleksy technetu-99m i zbadano, jak

właściwości fizykochemiczne kompleksów technetowych wpływają na powinowactwo radiobiokoniugatów do receptorów GHS-R1a obecnych na komórkach linii DU-145. Tematyka ta była podmiotem promotorskiego grantu badawczego MNiSzW, Nr NN204 186039, „Badania wpływu właściwości fizykochemicznych koniugatów kompleksów technetu-99m z n-oktaacyl-[Ser³]-greliną(1-6) na powinowactwo greliny do jej receptorów” (20.08.2010–19.11.2011).

Kolejną biomolekulą, której technetowe radiobionkoniugaty obecnie badamy, to substancja P (SP). Jest to 11-aminokwasowy peptyd, którego receptory zostały zlokalizowane na komórkach nowotworowych glejaka mózgu. Aktywnym fragmentem tego peptydu (odpowiedzialnym za powinowactwo do receptorów NK1, NK2 i NK3, Neurokinin receptors) jest sekwencja pięciu ostatnich aminokwasów C-końca peptydu Phe-Phe-Gly-Leu-Met. Dlatego też rolę wektora doprowadzającego receptorowy radiofarmaceutyk do patologicznej tkanki mogą pełnić także krótsze fragmenty tego peptydu. Celem naszych badań jest synteza radiobiokoniugatów zawierających pełny peptyd SP oraz jego fragmenty SP(4-11) i SP(5-11), a następnie porównanie powinowactwa receptorowego tych radiobiokoniugatów.

W projekcie rozwojowym NCBiR Nr N R13 0150 10 „Opracowanie metody otrzymywania receptorowego radiofarmaceutyku diagnostycznego do obrazowania raka sutka typu HER-2 – Lapatinibu znakowanego technetem-99m” (02.12.2010–30.11.2012) prowadzone są badania nad otrzymaniem diagnostycznego radiofarmaceutyku receptorowego, którym może być lek antynowotworowy Lapatinib połączony z kompleksem technetu-99m. Lek Lapatinib (stosowany w leczeniu onkologicznym guzów litych, takich jak rak sutka i rak płuca), dopuszczony 13 marca 2007 r. przez Amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków (Food and Drug Administration, FDA) do leczenia zaawansowanych (z przerzutami) przypadków raka, wykazuje silne powinowactwo do receptora Her 2, występującego na powierzchni komórek nowotworowych w około 30% przypadków raka piersi (tzw. nowotwory piersi typu Her-2 dodatnie).

Wspólnie z Zakładem Chemii Farmaceutycznej i Analizy Leków Uniwersytetu Medycznego w Łodzi prowadzimy badania nad znakowaniem technetem-99m pochodnych takryny – związku wykorzystywanego w leczeniu choroby Alzheimer'a. Związek ten jest inhibitorem enzymu acetylocholinesterazy (rozkładającym acetylocholinę do choline i kwasu octowego), a więc hamuje aktywność tego enzymu i w ten sposób zwiększa ilość wolnej acetylocholine w szczeliny synaptycznej. Towarzyszy temu wzrost przekazywania sygnałów

w układzie cholinergicznym ośrodkowego układu nerwowego (OUN), co zmniejsza objawy otępienia występujące w chorobie Alzheimer'a. Można spodziewać się, że po wprowadzeniu do organizmu znakowanych technetem-99m związków takryny staną się one sondami diagnostycznymi, czyli będą kumulowały się w miejscach, gdzie znajdują się cholinoesterazy, dzięki czemu można będzie określić poziom neuroprzekaznika w mózgu, a tym samym określić rejony, gdzie doszło do jego neurodegeneracji.

Komputerowo wspomagane projektowanie leków (CADD)

W trakcie ostatnich dwu dekad obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania nauk farmaceutycznych wykorzystaniem zaawansowanych technik obliczeniowych w procesie poszukiwania nowych substancji biologicznie aktywnych. Dynamiczne zwiększanie się mocy obliczeniowej komputerów, pojawienie się coraz dokładniejszych i szybszych algorytmów oraz technologii programowania spowodowało obniżenie kosztów oraz skrócenie czasu trwania tego procesu. Podstawowe obliczenia można już dziś przeprowadzić przy zastosowaniu komputerów klasy PC.

Do podstaw metodologii tzw. racjonalnego projektowania leków (ang. *rationalized drug design*) należą aspekty obejmujące wykorzystanie technik komputerowych (tzw. *in silico*) w m.in. parametryzacji cząsteczek, oszacowaniu ich podstawowych właściwości fizykochemicznych i elektronowych, jak również przewidywaniu szlaków ich syntezy oraz ich właściwości biologicznych. Jedną z podstawowych metod komputerowo wspomaganego projektowania leków (CADD, ang. *Computer-Aided Drug Design*) bazuje na optymalizacji tzw. struktur wiodących kompleksów przy wykorzystaniu różnorodnego oprogramowania (HyperChem, Spartan, Gaussian, ADF, MOPAC itp.), licznych metod obliczeniowych (techniki DFT, MP2, MM etc.) i związanych z nimi baz funkcyjnych. Dlatego też, równolegle do prac doświadczalnych dotyczących różnych aspektów radiofarmacji, prowadzono prace zmierzające do wdrożenia uzyskanych wspomnianą techniką obliczeń teoretycznych zarówno budowy, jak i podstawowych właściwości elektronowych kompleksów metali o potencjalnym znaczeniu farmaceutycznym [18-19]. Objektami badań obok kompleksów platyny(II), były – trikarbonylkowe kompleksy technetu(I) oraz renu(I). Modelowanie molekularne wybranych związków wykonywane było we współpracy oraz z wykorzystaniem bazy komputerowej Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego w Warszawie.

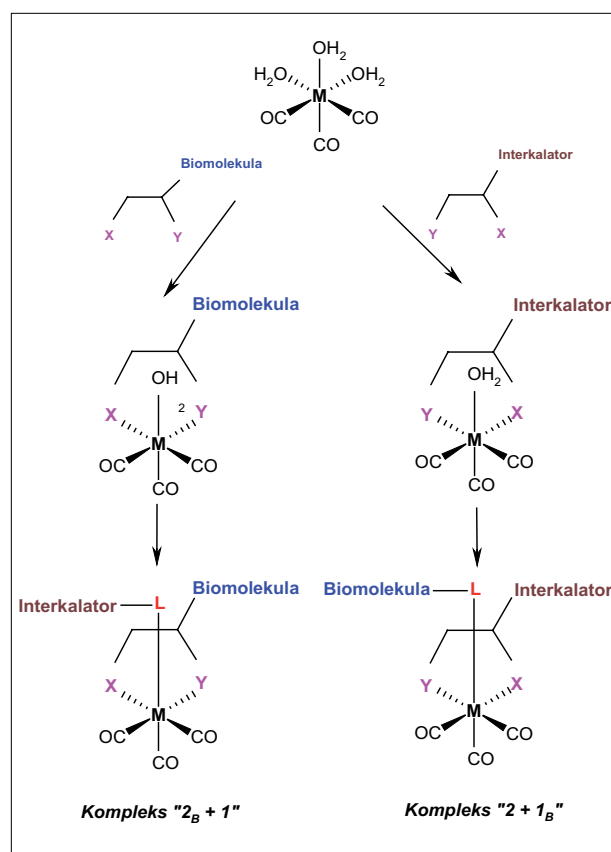
Porównując wyznaczoną metodą dyfrakcji rentgenowskiej strukturę molekularną wspomnianych kompleksów ze stosunkowo niedużymi ligandami organicznymi (zawierającymi jednocześnie donorowe atomy azotu oraz siarki), z uzyskaną na drodze obliczeń kwantowo-mechanicznych strukturą tych kompleksów, charakteryzującą się najniższą energią, wykazano, że zastosowanie już stosunkowo prostego funkcjonu MPW1PW prowadzi do uzyskania wyników prawidłowo obrazujących strukturę kompleksów metali *d*-elektronowych planowanych jako potencjalne farmaceutyki/radiofarmaceutyki.

Cel poznawczy kolejnych badań realizowano poprzez wykonanie obliczeń kwantowo-mechanicznych dla trikarbonylkowych kompleksów technetu(I) i renu(I) typu „2+1” (rys. 8) na bardziej zaawansowanym poziomie DFT. Uzyskane wyniki pozwoliły nam dokładniej zrozumieć wpływ oddziaływań metal-ligand na rozkład elektronowy w obrębie kompleksów oraz trwałość tych kompleksów *in vitro*. Wyniki te wskazały na wystąpienie znacznego przeniesienia gęstości elektronowej z ligandu bidentnego na centralny rdzeń $M(CO)_3^+$ oraz wzrost kierunkowego charakteru π -elektronowego wiązań w obrębie ligandów C-O.

Na drodze obliczeń wyznaczono efekty energetyczne tworzenia trikarbonylkowych kompleksów technetu(I)/renu(I) z ligandami bidentnymi (pochodnymi 2-pirydynokarboksyamidu, tiosemikarbazonami) oraz efekty energetyczne hydrolizy tych kompleksów. Obliczenia wykazały, że trwałość *in vitro* kompleksów trikarbonylkowych technetu(I) i renu(I) kontrolowana jest przez entalpowe czynniki termodynamiczne ich tworzenia. Zamiana chloru lub cząsteczki wody w kompleksie typu „2+1_B” na powszechnie stosowany w chemii radiofarmaceutycznej do wiązania biomolekuły ligand izonitrylowy powoduje obniżenie energii kompleksu o 4-5 kcal/mol, a co za tym idzie jego większą trwałość. Z kolei, przyłączenie biomolekuły do cząsteczki ligandu tworzącego kompleks typu „2_B+1” nie pociąga za sobą ani znacznych skutków strukturalnych, ani nie wpływa na rozkład elektronowy w obrębie cząsteczki kompleksu. Nie generuje także istotnych różnic energetycznych w procesie kompleksowania technetu/renu.

Podsumowanie

Przedstawione powyżej, realizowane i planowane prace badawcze będą kontynuowane w nowo otwartym, zmodernizowanym budynku Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej. Wyposażenie Centrum w najnowocześniejszą aparaturę pozwoli na zintensyfikowanie i rozszerzenie prac. Zamierzamy także rozpocząć bada-



Rys. 8. Zasada ligandów mieszanych „2_B + 1” (z lewej strony) oraz „2 + 1_B” (z prawej strony) przyłączania biomolekuły warunkującej dotarcie leku do pożądanego organu (tzw. terapia celowana)

nia w nowej tematyce, m.in. nad otrzymywaniem radionuklidu ^{99m}Tc na cyklotronach medycznych z tarczy ^{100}Mo (podejmujący tą tematykę grant NCBIR został już zakwalifikowany do finansowania) oraz otrzymywaniem znakowanych *alfa* emitarami tzw. nanobodies. Nanobodies są najmniejszymi fragmentami przeciwciał monoklonalnych i po wyznakowaniu mogą być wykorzystywane w terapii w przypadku guzów nowotworowych, które posiadają na powierzchni komórek miejsca wiążące te przeciwciała. Aktualnie tematyką tą zajmuje się dr Pruszyński przebywający na stypendium podoktorskim w Duke University, USA, i zamierza ją kontynuować po powrocie do Centrum.

W tematyce znakowania biomolekuł planowane jest wyznakowanie technetem-99m antagonisty receptorów NK1 oraz porównanie powinowactwa receptora takiego radiobiokoniugatu z powinowactwem radiobiokoniugatu zawierającego substancję P. Planuje się także zsyntezować radiobiokoniugat zawierający kompleks diagnostycznego/terapeutycznego radionuklidu i dwie różne biomolekuły. Preparat taki może być bardziej skutecznym narzędziem w przypadku no-

wotworów, które na błonie komórkowej posiadają kilka różnych receptorów. Ponadto, dzięki wyposażeniu Centrum w najnowocześniejszą aparaturę możliwe będzie przygotowywanie w warunkach absolutnej czystości tzw. zestawów „kit”, to jest zestawów gotowych do użycia w warunkach klinicznych i zawierających (w odpowiednich ilościach w postaci zliofilizowanej) wszystkie reagenty konieczne do syntezy radiobikoniugatu.

*prof. dr hab. Aleksander Bilewicz,
dr Leon Fuks,
dr Ewa Gniazdowska,
mgr Agata Kasperek,
mgr Przemysław Koźmiński,
mgr Seweryn Krajewski,
mgr Edyta Leszczuk,
dr Monika Łyczko,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*

Literatura:

1. A. Bilewicz, „Separation of ^{90}Y from ^{90}Sr on crystalline antimononic acid” *Radiochim. Acta* 69, 137-140 (1995).
2. B. Bartoś, A. Bilewicz, „Separation of In^{3+} from Cd^{2+} on crystalline antimononic acid. 115Cd-115mIn generator” *J. Radioanal. Nucl. Chem. (Letters)* 201, 89-96 (1995).
3. B. Bartoś, A. Bilewicz, R. Delmas, C. Neskovic, „Synthesis and ion exchange properties of various forms of manganese dioxide for cations of the I and II groups”, *Solv. Extr. Ion Exch.* 15, 533-546 (1997).
4. B. Włodzimirska, B. Bartoś, A. Bilewicz, “Preparation of a ^{225}Ac and ^{228}Ac generators using cryptomelane manganese dioxide sorbent” *Radiochim. Acta* 91, 553-556 (2003).
5. B. Bartoś, A. Majkowska, A. Kasperek, S. Krajewski, A. Bilewicz, “New separation method of no-carrier-added ^{47}Sc from titanium targets” *Radiochim. Acta* 1-5, DOI 10.1524. (2012)
6. A. Kasperek, A. Bilewicz, „Sposób otrzymywania terapeutycznych ilości radionuklidu ^{47}Sc ” zgłoszenie patentowe nr P - 391262 (2010).
7. S. Krajewski, A. Bilewicz, „Sposób otrzymywania terapeutycznych ilości radionuklidu ^{105}Rh ” zgłoszenie patentowe nr P -391280 (2010).
8. A. Majkowska-Pilip, A. Bilewicz, “Macrocyclic complexes of scandium radionuclides as precursors for diagnostic and therapeutic radiopharmaceuticals” *J. Inorg. Biochem.* 105, 313-320 (2011).
9. M. Pruszyński, N. S. Loktionova, D. Filosofov, F. Rösch, “Post elution processing of $^{44}\text{Ti}/^{44}\text{Sc}$ generator-derived ^{44}Sc for clinical application” *Appl. Radiat. Isotopes* 68, 1636 (2010).
10. M. Pruszyński, A. Majkowska-Pilip, N.S. Loktionova, E. Epard, F. Rösch, “Radiolabeling of DOTATOC with the long-lived positron emitter ^{44}Sc ” *Appl. Radiat. Isotop* 70, 974-979 (2012).
11. M. Pruszyński, A. Bilewicz, „Astat w chemii i medycynie” *Wiadomości Chem.*, 58, 5-6 (2004).
12. Yu. Norseev, A. Bilewicz, M. Pruszyński, “ ^{211}At -Rh(16- S_4 -diol) as a starting complex for preparing an astatine-labeled radiopharmaceuticals” *Radiochemistry*, 50, 208-212 (2008).
13. M. Pruszyński, A. Bilewicz, M. R. Zalutsky, “Preparation of Rh[16ane S_4 -diol] ^{211}At and Ir[16ane S_4 -diol] ^{211}At complexes as potential precursors for astatine radiopharmaceuticals. Part I: Synthesis”, *Bioconjugate Chem.*, 19, 958-965 (2008).
14. A. Kasperek, A. Bilewicz, „Radiofarmaceutyk terapeutyczny znakowany radionuklidami radu oraz sposób jego wytwarzania” zgłoszenie patentowe nr P-3943402 (2011).
15. J.-U. Kunstler, G. Seidel, R. Bergmann, E. Gniazdowska, M. Walther, E. Schiller, C. Decristoforo, H. Stephan, R. Haubner, J. Steinbach, H.-J. Pietzsch, “Novel $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ‘4+1’ peptide conjugates: Tuning the biodistribution by variation of coligands”, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 45, 3645-3655 (2010).
16. J.-U. Kunstler, R. Bergmann, E. Gniazdowska, P. Koźmiński, M. Walther, H.-J. Pietzsch, “Impact of functionalized coligands on the pharmacokinetics of $^{99\text{m}}\text{Tc(III)}$ ‘4+1’ mixed-ligand complexes conjugated to bombesin”, *Journal of Inorganic Biochemistry*, 105, 1383-1390 (2011).
17. P. Koźmiński, E. Gniazdowska, L. Fuks, A. Oszczak, “Labeling of peptides with technetium-99m complexes through the modified C-terminal group”, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 292, 67-74 (2012).
18. L. Fuks, E. Gniazdowska, J. Mieczkowski, N. Sadlej-Sosnowska, “Structural Features of Tricarbonyl (N-methyl-2-pyridinecarboxamide)chlororhenium(I) - Potential Precursor of Radiopharmaceuticals”, *Polyhedron*, 27 1353-1360 (2008)
19. L. Fuks, E. Gniazdowska, N. Sadlej-Sosnowska, “Tricarbonyltechnetium(I) and tricarbonylrhenium(I) complexed with N-methyl-2-pyridinecarboxamide as potential radiopharmaceuticals - A computational study”, *Struct. Chem.* 21, 827-835 (2010)

HISTORIA MIĘDZYRESORTOWEGO INSTYTUTU TECHNIKI RADIACYJNEJ

Magdalena Szadkowska-Nicze

W kwietniu 2012 r. minęło 50 lat od momentu powstania Katedry Chemii Radiacyjnej na Politechnice Łódzkiej. Inicjatorem i twórcą ośrodka badań naukowych w dziedzinie chemii radiacyjnej w Politechnice Łódzkiej był Jerzy Kroh, który po powrocie ze staży naukowych odbytych w latach 1958-1961 w Anglii i Kanadzie, zajął się organizowaniem placówki, w której można byłoby prowadzić badania dotyczące oddziaływania promieniowania jonizującego na materię. W jego staraniach wspierała go Alicja Dorabalska, kierownik Katedry Chemii Fizycznej Wydziału Chemicznego PŁ, która w latach 20. XX wieku była uczennicą Marii Skłodowskiej-Curie. Pierwsze źródło promieniowania Sr-90 o aktywności 40 mCi Jerzy Kroh zakupił w Kanadzie, z własnych prywatnych funduszy i przywiózł je wracając do kraju na pokładzie statku Stefan Batory.

Katedra Chemii Radiacyjnej – pierwsza akademicka placówka poświęcona w całości tej nowej dyscyplinie chemicznej, została powołana 1 kwietnia 1962 r. na mocy zarządzenia ministra szkolnictwa wyższego. W skład Katedry wszedł wówczas Zakład Spektrochemii przeniesiony z Katedry Chemii Fizycznej. Pierwszymi pracownikami Katedry byli: Henryk Sugier, Zbigniew Czerwik, Anna Płonka i absolwenci wydziału Chemicznego PŁ, rocznika 1961: Stefan Karolczak, Józef Mayer i Stefan Tilk. W czerwcu 1962 r. sprowadzono z Kanady źródło kobaltowe „Gammacell 200” o aktywności 1800 Ci. W latach 1962 - 1965 Katedra stopniowo została wyposażona w aparaturę pozwalającą na podjęcie prac w zakresie radiolizy γ oraz X, spektrometrii mas, spektrometrii mikrofalowej i optycznej. Prace ze źródłami promieniowania jonizującego o dużej mocy wymagały specjalnych pracowni i pomieszczeń spełniających zasady bezpieczeństwa radiologicznego, stąd konieczność budowy nowego odpowiednio dostosowanego budynku. I tak, w lipcu 1965 r. oddano do użytku pawilon Chemii Radiacyjnej przy ul. Wróblewskiego 15, w którym w kwietniu 1966 r. została uruchomiona,

największa w kraju, komora radiacyjna o aktywności 20 kCi Co-60.

Jerzy Kroh posiadał nie tylko wybitne zdolności organizacyjne, ale również wielki talent i zamiłowanie do integrowania środowiska chemików radiacyjnych w Polsce i na całym świecie. W latach 60. ubiegłego wieku Katedrę Chemii Radiacyjnej odwiedzili liczni goście z kraju i z zagranicy. Byli wśród nich: E. Hart (USA) i J.W. Boag (Anglia) – odkrywcy elektronu uwodnionego, pionierzy w dziedzinie radiolizy impulsowej; G. Adams – światowej sławy radiolog; jeden z najwybitniejszych chemików radiacyjnych, fizykochemik angielski Frederick S. Dainton; chemicy radiacyjni: H. Fricke z Danii, M. Magat z Francji, N. Bach i A. Pikaev z ZSRR, J. Bednar



Fot. 1. 1962 r. Mgr inż. Zbigniew Czerwik wkłada próbkę do Gammacella 2000

i J. Teply z Czech, H. Yoshida z Japonii. W 1966 r. w Łodzi zorganizowano pierwsze ogólnopolskie seminarium poświęcone Chemii Radiacyjnej, a w 1967 r. Instytut odwiedzili uczestnicy Międzynarodowej Konferencji Chemii Radiacyjnej im. Millera, która była zorganizowana wtedy w Polsce, w Kazimierzu nad Wisłą.

Dnia 30 kwietnia 1966 r., na mocy zarządzenia ministra oświaty i szkolnictwa wyższego, Katedra Chemii Radiacyjnej zostaje przekształcona w Instytut Techniki Radiacyjnej – (ITR) PŁ, do którego zadań należało rozwijanie badań stosowanych i współpraca z przemysłem. W tym czasie w Instytucie powstały zespoły: Chemii Radiacyjnej Polimerów kierowany przez Władysława Pękałę, który doktoryzował się pod opieką promotorską Jerzego Kroh, prowadząc badania nad radiacyjną polimeryzacją N-winylokarbazolu w stanie stałym; i Radiacyjnej Chemii Spożywczej stworzony przez Stefanę Bachmanową, która przeszła do Instytutu z Wydziału Chemii Spożywczej.

1 stycznia 1970 r. ITR uzyskał status Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej – (MITR) podlegającego Ministerstwu Edukacji Narodowej i Państwowej Agencji Atomistyki.

We wrześniu 1970 r. w skład MITR weszła Katedra Chemii Fizycznej, której kierownictwo, po odejściu na emeryturę Alicji Dorabalskiej w 1968 r., objął Władysław Reimschüssel.

W tym czasie w strukturze MITR wyodrębnione były następujące grupy badawcze:

- Zespół Podstawowych Problemów Chemii Radiacyjnej, kierowany przez J. Kroh,
- Zespół Radiochemii, kierowany przez W. Reimschüssela,
- Zespół Chemii Radiacyjnej Polimerów, kierowany przez W. Pękałę,
- Zespół Chemii Radiacyjnej Ciała Stałego, kierowany przez H. Sugiera,
- Zespół Radiacyjnej Chemii Spożywczej, kierowany przez S. Bachmanową,
- Zespół Radiacyjnej Syntezy Organicznej, kierowany przez A. Kowalskiego, a po jego śmierci przez J. Perkowskiego.

Na początku lat 70. ubiegłego wieku w MITR powstała pracownia Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego (EPR). Zorganizował ją i prowadził do 2001 r. Andrzej Płonka. W laboratorium EPR prowadzone były badania rodnikowych produktów reakcji w niskich temperaturach. Andrzej Płonka zwrócił uwagę na znaczenie relaksacji matrycy w reakcjach produktów radiolizy i zaproponował oryginalną teorię kinetyki dyspersyjnej uwzględniającą nieuporządkowanie faz skondensowanych na poziomie molekularnym. Kinetyka dyspersyjna



Fot. 2. 1965 r. E. Hart i J. Kroh na schodach nowo wybudowanego budynku przy Wróblewskiego 15

znalazła obecnie powszechne uznanie i jest szeroko stosowana do kinetycznej interpretacji reakcji substratów w szklach, układach polikrystalicznych, polimerowych i micelarnych.

W latach 70. w MITR prowadzono badania zapoczątkowane w poprzedniej dekadzie. Badania podstawowe dotyczyły przede wszystkim niskotemperaturowej radiolizy układów zamrożonych. Głównym celem tych prac było wyjaśnienie mechanizmu procesów elektronowych i jonowych zarówno w prostych układach modelowych, jak i w polimerach i układach biologicznych. Jednym z ważniejszych osiągnięć było zaproponowanie kwantowo-mechanicznego mechanizmu tunelowania elektronów dla wyjaśnienia reakcji ich zaniku w lodzie alkalicznym w temperaturze 77 K. Pierwsze prace [1], [2], [3] dotyczące tej tematyki zostały opublikowane przez Jerzego Kroh i Czesława Stradowskiego równolegle z pracami autorów amerykańskich i rosyjskich. Badania nad tunelowaniem elektronów prowadzone były z włączeniem takich metod pomiarowych, jak radioluminescencja i luminescencja izotermiczna. Prowadzone były również prace nad mieszaninami alkoholowo-węglowodorowymi, w których elektrony mogą być stabilizowane w dwóch rodzajach pułapek elektronowych. W tym czasie w Zespole Podstawowych Problemów Chemii Radiacyjnej powstała grupa teoretyczno-obliczeniowa, kierowana przez Witolda Bartczaka. Celem prac tej grupy było opracowywanie teoretycznych modeli opisujących stabilizację produktów radiolizy, ich wzajemne oddziaływania oraz mechanizmy przekazywania energii zarówno w układach polarnych, jak i niepolarnych.

W zakresie prac stosowanych prowadzone były badania modyfikacji wyrobów włókienniczych, skór, sterylizacji radiacyjnej sprzętu medycznego, modyfikacji

kolagenu, radiacyjnego szczepienia monomerów na polimerach, radiacyjnej syntezy organicznej (chlorowanie i sulfoutlenianie pod wpływem promieniowania) i radiacyjnej konserwacji żywności.

Z początkiem lat 80. rozpoczęto rozbudowę MITR, aby zrealizować plany instalacji liniowego akceleratora elektronów, urządzenia umożliwiającego śledzenie bardzo szybkich procesów chemoradiacyjnych i badanie wczesnych stadiów radiolizy wraz z jej pierwotnymi produktami. Badania tego typu zdominowały chemię radiacyjną i radioliza impulsowa stała się główną metodą badawczą w podstawowej chemii radiacyjnej.

31 maja 1983 r. nastąpiło oddanie do użytku nowych pomieszczeń z liniowym akceleratorem elektronów ELU-6E. Kierownikiem pracowni akceleratorowej został Stefan Karolczak. Jedną z konsekwencji uruchomienia techniki radiolizy impulsowej w Łodzi były zainicjowane przez Jerzego Kroh, a organizowane przez Jerzego Lecha Gębickiego, międzynarodowe konferencje „Puls” – poświęcone badaniom impulsowym w chemii, fizyce i biologii. Pierwsza konferencja z tego cyklu odbyła się we wrześniu 1985 r. w Łodzi, a następne w latach 1988, 1991, 1994, 1997, 2000, 2003 i 2008 kolejno w Czerniejewie, Pułtusku, Łodzi i w Zakopanem, Szczyrku, Łebie, Białowieży i Krakowie. „Pulsy” zyskały sobie duże uznanie w międzynarodowych kręgach radiacyjnych chemików, fizyków i biologów. Uczestniczyły w nich zwykle ok. ponad 100 najwybitniejszych specjalistów, zajmujących się badaniami i technikami impulsowymi na całym świecie.

W drugiej połowie lat 80. (1986-1990) MITR pełnił funkcję koordynatora Centralnego Programu Badań Podstawowych (CPBR) pt. „Szybkie procesy i nietrwałe produkty przejściowe w chemii, fizyce i biologii”. Uczest-



Fot. 3. 1966 r. Wizyta w komorze radiacyjnej: od prawej: J. Kroh i Lord Dainton, drugi z lewej prof. Stefan Minc przedstawiciel Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego



Fot. 4. 1966 r. Uczestnicy seminarium poświęconemu Chemii Radiacyjnej, Łódź

niczyły w nim obok Instytutów Politechniki Łódzkiej, placówki naukowe: PAN, Państwowej Agencji Atomistyki, Politechnika Gdańska, Uniwersytety Warszawski, Jagielloński, Wrocławski, Poznański oraz Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna w Siedlcach.

Z początkiem lat 90. w MITR powstała Fundacja Badań Radiacyjnych (29 listopada 1990 r.) i zakończona została (w listopadzie 1992 r.) trwająca od 1980 r., rozbudowa Instytutu. Oddano do użytku nową część budynku z salą wykładową, biblioteką i pomieszczeniami na hale technologiczne.

W 1992 r. na emeryturę odszedł W. Pękała, przekazując kierowanie Zespołem Chemii Radiacyjnej Polimerów Januszowi M. Rosiakowi. Po zmianie nazwy na Zespół Chemii Radiacyjnej Stosowanej, w grupie badawczej kierowanej przez J. M. Rosiaka kontynuowana była tematyka polimerowa, w ramach której prowadzono badania w zakresie chemii radiacyjnej i fizykochemii polimerów syntetycznych i naturalnych ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów sieciowania, degradacji, szczepienia i agregacji w układach polimerowych.

W tym samym okresie w MITR powstały nowe grupy badawcze. W Zespole Chemii Biomedycznej, pod kierunkiem Jerzego M. Gębickiego, rozpoczęto badania reaktywności produktów pośrednich reakcji chemicznych i molekularnych mechanizmów działania związków chemicznych o potencjalnym działaniu terapeutycznym. W pracowni spektroskopii Ramana, która z czasem przekształciła się w Laboratorium Laserowej Spektroskopii Molekularnej (LLSM), stworzonej przez Halinę Abramczyk, rozpoczęto prace w zakresie femtosekundowej spektroskopii laserowej oraz zastosowania spektroskopii Ramana w diagnostyce zmian nowotworowych ludzkiego gruczołu piersiowego. Piotr Paneth zorganizował Laboratorium Badań Efektów Izotopowych, w którym prowadzone są do dziś badania mechanizmów reakcji enzymatycznych i ich chemicznych



Fot. 5. 1967 r. Uczestnicy V Konferencji Millera zaproszeni do Łodzi przez prof. Kroh

modeli w oparciu o modelowanie molekularne i wyniki eksperymentalne, w których wykorzystuje się efekty izotopowe.

W roku 1994 Jerzy Kroh przeszedł na emeryturę, a funkcję dyrektora MITR objął jego najbliższy współpracownik i wieloletni zastępca dyrektora MITR Józef Mayer. Po jego odejściu na emeryturę, funkcję dyrektora pełnił Jerzy M. Gębicki (2007-2011), a aktualnym dyrektorem MITR (od października 2011 r.) jest Andrzej Marcinek.

Institut zatrudnia obecnie 69 pracowników, a zespół dydaktyczny liczy 30 osób, w tym 7 profesorów i 7 doktorów habilitowanych. W ramach działalności dydaktycznej pracownicy Instytutu prowadzą wykłady, ćwiczenia i zajęcia laboratoryjne w zakresie chemii fizycznej ze szczególnym uwzględnieniem chemii radiacyjnej, radiochemii i fotochemii, spektroskopowej analizy instrumentalnej, a także zajęcia z informatyki, metod obliczeniowych, biologii, biochemii i biofizyki, sonochemii, nanotechnologii, fizyko-chemii polimerów i biomateriałowej inżynierii radiacyjnej.

W budynku przy ul. Wróblewskiego 15, znajdują się wszystkie laboratoria radiochemiczne, laboratorium radiolizy impulsowej, komora radiacyjna oraz bomba kobaltowa. W głównym budynku Instytutu mieszczą się również laboratoria chemii radiacyjnej stosowanej, LLSM, EPR, pracownie biochemiczne, fotolizy laserowej, zaawansowanych technik utleniania oraz chemii komputerowej. Na terenie Instytutu ulokowane są stacje poboru pyłów (aerozoli) ASS-500 i pomiaru mocy dawki promieniowania *gamma* (PMS) włączone w system monitoringu radiacyjnego kraju. Ponadto Instytut zajmuje piętro Gmachu Chemii przy ul. Żeromskiego 116, gdzie działają laboratoria chemii biomedycznej, badań efektów izotopowych oraz modelowania molekularnego i chemii komputerowej.

Tematyka badawcza MITR obejmuje badania podstawowe z zakresu chemii radiacyjnej, sonochemii i fizykochemii polimerów syntetycznych i naturalnych; badania dotyczące reaktywności produktów pośrednich reakcji chemicznych ze szczególnym uwzględnieniem reaktywnych form tlenu i związków biologicznie ważnych oraz badania mechanizmów reakcji enzymatycznych i ich chemicznych modeli w oparciu o modelowanie molekularne i badania eksperymentalne.

W obszarze badań o charakterze aplikacyjnym prowadzone są prace:

- w zakresie biomedycyny: opracowywania nowych materiałów polimerowych do celów medycznych; poszukiwania nowych leków o działaniu śródbłonkowym; obrazowania medycznego metodą spektroskopii Ramana; zastosowania nowych leków w fotodynamicznej terapii antynowotworowej;
- w zakresie ochrony środowiska: monitoringu izotopów metali ciężkich w powietrzu atmosferycznym; zastosowania izotopów w autentykacji żywności; wykorzystania procesów zaawansowanego utleniania do rozkładu organicznych zanieczyszczeń w środowisku wodnym;
- zastosowania techniki radiacyjnej w ochronie zabytków.

Szczegółowe informacje o tematyce badawczej i wyposażeniu aparaturowym poszczególnych grup badawczych i pracowni MITR zostały przedstawione w informatorze wydanym z okazji 50-lecia Katedry Chemii Radiacyjnej.

Do sukcesów MITR w komercjalizacji wyników badań można zaliczyć opracowanie technologii wytwarzania opatrunków hydrożelowych AQUA-GEL®, czy założenie (w 2002 r.) spółki PHARMENA Sp. z o.o., która wprowadziła na polski rynek oryginalne kosmetyki lecznicze.



Fot. 6. 1985 r. Uczestnicy pierwszej konferencji PULS'85 na schodach prowadzących do nowej części budynku MITR (fot. MITR)

Te innowacyjne preparaty, chronione prawem patentowym w kilkunastu krajach, były ukoronowaniem wieloletnich badań prowadzonych w MITR we współpracy z Uniwersytetem Medycznym w Łodzi. Obecnie PHARMENA S.A. jest wśród firm notowanych na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych, a założona przez PHARMENĘ spółka Pharmena North America Inc. prowadzi badania kliniczne w USA i Kanadzie nad lekiem przeciwmiażdżycowym.

MITR współpracuje z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą, przemysłem i innymi instytucjami wykorzystującymi technikę radiacyjną. Współpraca obejmuje wspólne przedsięwzięcia badawcze, publikacje i wymianę naukową. Szczególnie cenna jest współpraca z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej w Wiedniu. Członkowie kadry naukowej MITR prowadzą misje techniczne i szkoleniowe jako eksperci MAEA, a w Instytucie kształcą się zagraniczni stażyści skierowani do MITR przez tę organizację. Pracownicy MITR współredagują specjalistyczne międzynarodowe czasopisma naukowe o tematyce radiacyjnej. Instytut aktywnie uczestniczy w realizacji krajowych i międzynarodowych projektów badawczych, zarówno w dziedzinie badań podstawowych, jak i stosowanych, finansowanych przez MNiSW, NCBiR, MAEA, NATO, Unię Europejską w ramach programów ramowych, a także w realizacji projektów strukturalnych (Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka - POIG, Program Operacyjny Kapitał Ludzki - POKL). MITR jest siedzibą Zarządu Oddziału Łódzkiego Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych im. Marii Skłodowskiej-Curie.

Osiągnięcia naukowe i dydaktyczne to: 20 wydanych podręczników i monografii, ponad 1000 publikacji w czasopismach naukowych, współpraca międzynarodowa z krajami na 5 kontynentach świata, ponad 50 uzyskanych patentów krajowych i zagranicznych, kilkanaście technologii i produktów wdrożonych lub

obecnie wdrażanych w przemyśle, 126 obronionych przewodów doktorskich i 21 habilitacyjnych oraz około 500 prac dyplomowych.

*dr hab. inż. Magdalena Szadkowska-Nicze,
Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej,
Łódź*

Tekst opracowany na podstawie materiałów:

1. Kronika Instytutu prowadzona przez dr inż. Stefana Tilka
2. Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, red. W. Reimschuessel, S. Tilk, Informator 1972, Wydawnictwa Naukowe PŁ
3. Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, red. W. Reimschuessel, S. Tilk, Zakład Graficzny Wydawnictw Naukowych, Łódź 1985
4. Z dziejów polskich badań nad oddziaływaniem promieniowania z materią. Wspomnienia. Praca zbiorowa pod red. J. Kroh, rozdz. Chemia radiacyjna w Łodzi. Fundacja Badań Radiacyjnych, Akademickie Centrum Graficzno-Marketynowe Lodart S.A. Łódź 2003
5. Jerzy Kroh, Moje życie i chemia radiacyjna. Od II do III Rzeczypospolitej. Fundacja Badań Radiacyjnych, Akademickie Centrum Graficzno-Marketynowe Lodart S.A. Łódź 1999.
6. Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Łódź 2012 – informacje o grupach badawczych i laboratoriach MITR wydane z okazji 50-lecia Katedry Chemii Radiacyjnej.

Literatura:

1. J. Kroh, Cz. Stradowski, (1970) Gamma radiolysis of alkaline light and heavy ice containing $\text{CH}_2\text{ClCOO}^-$ ions. Radiochem. Radioanal. Lett. 4, 265;
2. J. Kroh, Cz. Stradowski, (1972) Radiolysis of alkaline ice containing additives. Radiochem. Radioanal. Lett. 9, 169;
3. J. Kroh, Cz. Stradowski, (1973), Electron tunnelling in frozen aqueous solutions at 77 K. Int. J. Radiat. Phys. Chem. 5, 243



Fot. 7. 1994 r. Uczestnicy konferencji PULS'94 przed budynkiem MITR (fot. MITR)

OPINIA PUBLICZNA WOBEC PLANÓW BUDOWY ELEKTROWNI JĄDROWEJ

Piotr Stankiewicz

W numerze 1/2011 PTJ zaprezentowane zostały wyniki badań opinii publicznej dotyczące planów budowy elektrowni jądrowej, przeprowadzone w roku 2010 w czterech województwach z najbardziej prawdopodobnymi lokalizacjami oraz w całym kraju (Piotr Stankiewicz, Im bliżej, tym lepiej? Plany budowy elektrowni jądrowej w oczach mieszkańców województw z potencjalnymi lokalizacjami, PTJ vol. 54 z.1 2011, s. 13-21). Tuż po publikacji tego artykułu nastąpiła awaria w Fukushima, która w znacznym stopniu wpłynęła na postrzeganie energetyki jądrowej przez polskie społeczeństwo. W związku z tym w połowie 2011 r. powtórzone zostały badania w województwie pomorskim, jako najbardziej prawdopodobnym regionie przyszłej lokalizacji oraz powiatach puckim i wejherowskim, na terenie których znajdują się potencjalne lokalizacje w Żarnowcu oraz Lubiawie-Kopalinie.

Badania przeprowadzone zostały na zlecenie Pomorskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej sp. z o.o. w ramach projektu badawczego „Przeciwdziałanie i zwalczanie przestępczości zorganizowanej i terroryzmu w warunkach bezpiecznego, przyspieszonego i zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego” (koordynator: Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie). Wykonawcą badań ankietowych była PBS DGA Sp. z o.o.

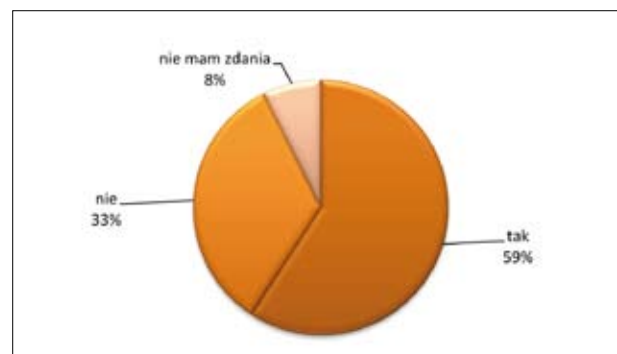
Dzięki takim wytypowanym lokalizacjom uzyskano możliwość porównania opinii mieszkańców na przestrzeni dwóch lat: z początku 2010 r., jeszcze przed ogłoszeniem listy rankingowej Ministerstwa Gospodarki oraz z połowy 2011 r., już po tragicznych wydarzeniach w Fukushima. Chciano uzyskać odpowiedź, jak na postawę społeczeństwa wobec planowanych inwestycji w energetykę jądrową w województwie pomorskim wpłynęła awaria w Fukushima – w województwie, które według naszych badań z 2010 r. było najprzychylniej nastawionym do budowy elektrowni jądrowej na jego terenie. Dodatkowo, po ogłoszeniu przez Polską Grupę Energetyczną listy trzech potencjalnych lokalizacji elektrowni jądrowej – Żarnowca, Choczewa i Gąsek

- w grudniu 2011 r. uzupełniono badania o powiat koszaliński, by uzyskać opinię mieszkańców okolic miejscowości Gąski, która wcześniej nie znajdowała się na ministerialnej liście rankingowej.

Porównanie poparcia dla elektrowni jądrowej

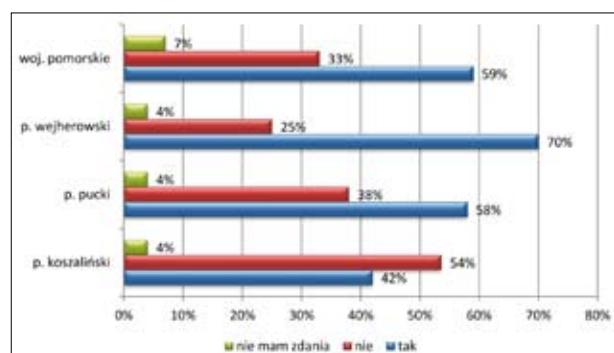
Porównanie poparcia dla budowy elektrowni jądrowej w Polsce w poszczególnych województwach w 2010 r. wykazało, iż najwyższe poparcie dla budowy elektrowni jądrowej (dalej: EJ) wyrażają mieszkańcy województwa pomorskiego (71%), a najmniejsze wielkopolskiego (63%). W badaniach ogólnopolskich 57% respondentów uznało za słuszną decyzję rządu o wybudowaniu w Polsce EJ. Najwyższą ilość wskazań poparcia społecznego w tych kategoriach uzyskano w województwie pomorskim (71%), zaś najmniejszą ilość zwolenników w wielkopolskim (63%). Każdorazowo jednak poparcie dla tej decyzji było wyższe w województwach z potencjalną lokalizacją EJ niż średnio w Polsce.

W czerwcu 2011 r. zapytano mieszkańców województwa pomorskiego wprost: „Czy popiera Pan/i plany budowy elektrowni jądrowej w Polsce?” Twierdzącą odpowiedź udzieliło blisko 60% mieszkańców tego województwa (rys. 1).



Rys. 1. Czy popiera Pan/i plany budowy elektrowni jądrowej w Polsce? Województwo pomorskie (2011)

W 2011 r. poparcie społeczne dla budowy EJ w Polsce mierzone w województwie pomorskim wyniosło 59%, co stanowi spadek o 12% względem roku 2010; tym niemniej jest to wciąż o połowę większe poparcie niż odnotowane w badaniach ogólnopolskich przeprowadzonych w kwietniu 2011 r. przez CBOS (gdzie poparcie Polaków dla EJ wyniosło 40%) oraz w lipcu 2011 r. przez TNS OBOP (poparcie wynosiło już 35%). Polaryzacja poglądów odnośnie budowy EJ w Polsce, odnotowana po wydarzeniach w Fukushima, nie wystąpiła w województwie pomorskim w tak radykalnym stopniu - liczba przeciwników budowy EJ wynosi tam ok. 33%. Dla porównania według badania ogólnopolskiego CBOS z kwietnia tego roku, przeciwnych budowie



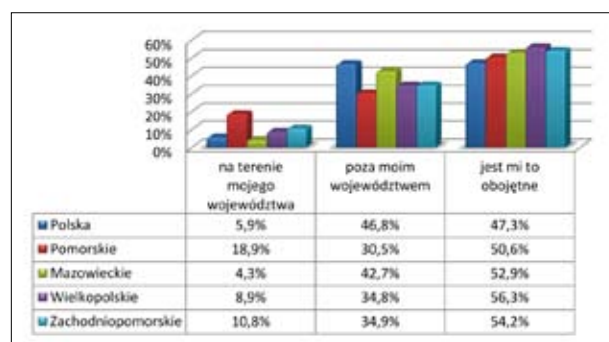
Rys. 2. Czy popiera Pan/i plany budowy elektrowni jądrowej w Polsce?

EJ było 53% Polaków, według lipcowego badania TNS OBOP sprzeciw utrzymywał się na poziomie 51% - jest to więc blisko 20% więcej, niż w województwie pomorskim.

To samo pytanie zadano mieszkańcom powiatów z trzema prawdopodobnymi lokalizacjami: puckiego, wejherowskiego oraz koszalińskiego (rys. 2).

Akceptacja decyzji o wybudowaniu EJ w powiatach wokół Żarnowca wyniosła w 2010 r. 71%, przy czym odnotowano w nich największą ilość odpowiedzi „zdecydowanie tak” (46%). W 2011 r. poparcie dla budowy EJ w tych dwóch powiatach wyniosło średnio 64%, co oznacza spadek o 7% względem 2010 r. Wówczas odnotowano znaczną różnicę w nastawieniu do energetyki jądrowej między mieszkańcami powiatów puckiego i wejherowskiego – w pierwszym z nich poparcie wyniosło 57%, zaś w drugim 70%. Różnice w opiniach uwiadcniają się także przy innych pytaniach: mieszkańcy powiatu wejherowskiego są generalnie bardziej optymistycznie nastawieni do budowy EJ, podczas gdy mieszkańcy powiatu puckiego są bardziej sceptyczni. Zgoła inaczej wygląda sytuacja w powiecie koszalińskim. Tutaj ilość osób przeciwnych budowie EJ w Polsce przewyższa liczbę zwolenników (54% wobec 42%).

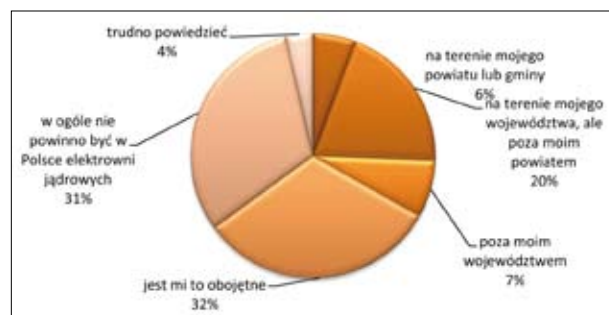
W 2010 r., na pytanie o to, gdzie powinna zostać wybudowana EJ, jeśli zapadnie ostateczna decyzja o budowie, około połowy wszystkich respondentów odpowiedziało, że jest im to obojętne. W tym przypadku zauważalne były również oznaki niechęci wobec budowy EJ: więcej respondentów opowiadało się za powstaniem EJ poza ich województwem niż na jego terenie. Ma to miejsce zarówno w przypadku poziomu ogólnopolskiego, jak i poszczególnych województw. Ponownie obserwowany jest mniejszy poziom niechęci



Rys. 3. Jeśli zapadnie decyzja o budowie EJ w Polsce, gdzie powinna ona zostać wybudowana? (2010)

na terenie wytypowanych województw z potencjalnymi lokalizacjami niż w reszcie kraju: najniższa ilość odpowiedzi „poza moim województwem” została udzielona w Pomorskiem (30,5%), najwyższa z województw w Mazowieckiem (42,7%), a jeszcze wyższa w badaniu ogólnopolskim (46,8%). Analogicznie blisko 19% mieszkańców Pomorza opowiadało się w 2010 r. za powstaniem EJ na ich terenie (rys. 3).

W 2011 r. wzrosła z 19% do 26% w stosunku do poprzedniego roku liczba mieszkańców Pomorskiego, którzy chcieliby mieć EJ na terenie swojego województwa, w tym 6% we własnym powiecie. Nadal istnieje duża grupa osób, którym jest to obojętne: 32%. Równie liczna jest grupa osób, które uważają, że w ogóle nie powinno być w Polsce elektrowni jądrowych (31%) i procentowo odpowiada ona grupie osób, które odpowiedziały, że nie popierają planów budowy elektrowni w Polsce (rys. 4).



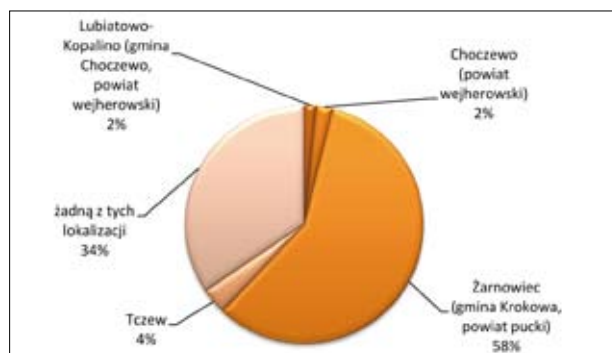
Rys. 4. Gdzie Pana/i zdaniem powinna stanąć pierwsza elektrownia jądrowa w Polsce? Województwo pomorskie (2011)

Można więc powiedzieć, że wydarzenia w Fukushima nie wpłynęły w znacznym stopniu na postawę mieszkańców województwa pomorskiego jeśli chodzi o ich preferencje co do lokalizacji elektrowni.



Rys. 5. Gdzie Pana/i zdaniem powinna stanąć pierwsza elektrownia jądrowa w Polsce?

Większy entuzjazm dla budowy EJ w okolicy miejsca zamieszkania wykazują mieszkańcy powiatów puckiego i wejherowskiego: średnio 38% deklaruje pozytywny stosunek do tej inicjatywy. Inaczej jest w powiecie koszalińskim, gdzie blisko połowa mieszkańców uważa, że w Polsce nie powinno być elektrowni jądrowych,

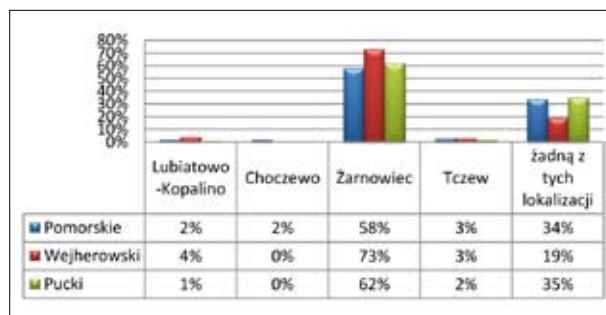


Rys. 6. Jeśli zapadnie decyzja o budowie elektrowni jądrowej w województwie pomorskim, którą z możliwych lokalizacji uważa Pan(i) za najbardziej odpowiednią? Województwo pomorskie (2011)

a tylko 12% popiera jej budowę na terenie województwa zachodniopomorskiego (rys. 5).

Za najwłaściwszą spośród lokalizacji na terenie województwa pomorskiego 58% mieszkańców wskazuje Żarnowiec, co przy licznej, ponad trzydziestoprocenowej grupie osób odrzucającej możliwość budowy EJ, oznacza blisko 90% poparcia dla tej lokalizacji wśród zwolenników EJ (rys. 6).

W 2010 r., w badaniu przeprowadzonym wśród mieszkańców powiatów puckiego i wejherowskiego, 72,5% respondentów wskazywało Żarnowiec jako

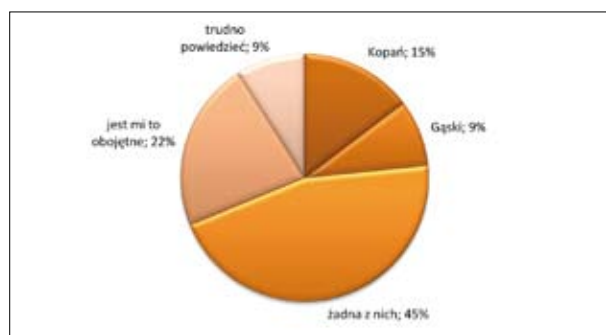


Rys. 7. Jeśli zapadnie decyzja o budowie elektrowni jądrowej w województwie pomorskim, którą z możliwych lokalizacji uważa Pan(i) za najbardziej odpowiednią? (2011)

najbardziej odpowiednie miejsce do wybudowania EJ, przy założeniu, że zapadnie decyzja o jej budowie EJ w województwie pomorskim. W 2011 r. Żarnowiec nadal cieszył się największą ilością wskazań, jeśli chodzi o wybór potencjalnej lokalizacji dla przyszłej elektrowni jądrowej (uśredniony wynik dla obu powiatów to 67,5%, przy 58% poparcia w całym województwie pomorskim - rys. 7). Zwolenników tej lokalizacji jest najwięcej w powiecie wejherowskim. Również w powiecie wejherowskim jest najmniej osób, które nie chciałyby elektrowni jądrowej w żadnej z podanych lokalizacji.

W momencie przeprowadzania badań w powiecie koszalińskim znana już była lista trzech lokalizacji wskazanych przez PGE, w związku z tym mieszkańców tego powiatu spytano o ich ocenę możliwości wybudowania EJ w Gąskach, Żarnowcu i Choczewie. Większość mieszkańców (30%) opowiedziała się za Żarnowcem jako najbardziej odpowiednią lokalizacją przyszłej EJ, tylko 4% wskazało na lokalizację w Choczewie, a 10% na Gąskę. Trzeba zaznaczyć, że połowa mieszkańców była przeciwna jakiegokolwiek lokalizacji.

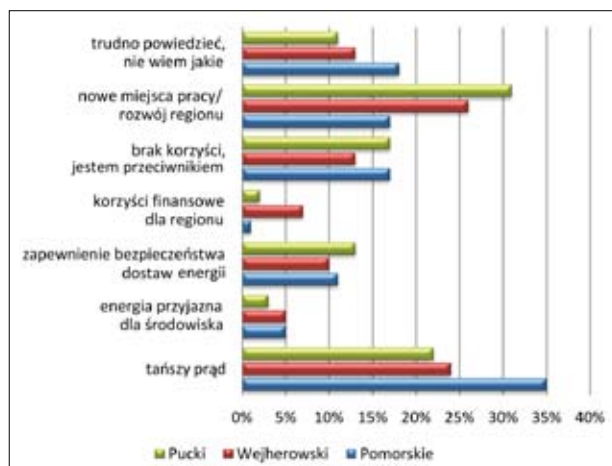
W badaniach przeprowadzonych na terenie powiatu koszalińskiego postanowiono porównać lokalizację w Gąskach z inną, braną wcześniej pod uwagę: w Kopaniu. Jednak i tutaj uwidocznił się generalny sprzeciw mieszkańców wobec idei budowy elektrowni jądrowej.



Rys. 8. Jedną z wymienianych wcześniej możliwych lokalizacji dla elektrowni jądrowej był Kopań. Która z tych lokalizacji jest lepsza Pana(i) zdaniem? Powiat koszaliński.

wych, a większość odpowiedzi (45%) przypadła na wariant „żadna z nich”. Tym niemniej lokalizacja w Kopaniu cieszyła się większą popularnością (15%) niż w Gąskach (9%).

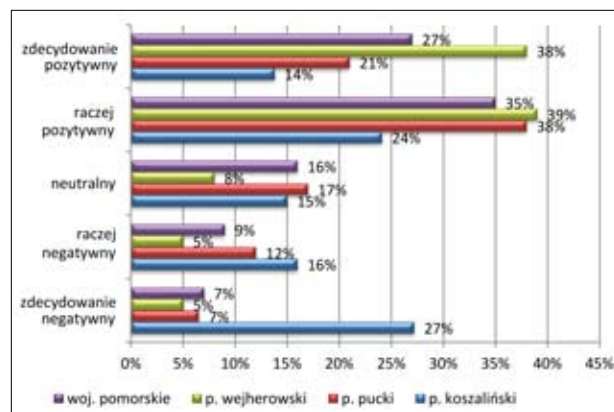
W ramach przeprowadzonych badań skoncentrowano się także na lokalnych uwarunkowaniach budowy EJ i percepcji korzyści oraz strat związanych z tą inwestycją. Zwraca uwagę fakt, że 70% badanych mieszkańców województwa pomorskiego zgadza się z ekonomicznym uzasadnieniem decyzji o wybudowaniu w Polsce EJ. Postrzegane korzyści związane z wybudowaniem EJ w okolicy miejsca zamieszkania badanych to niższe opłaty za energię elektryczną, powstanie nowych miejsc pracy i dotacje dla regionu (rys. 9). W mniejszym stopniu respondenci dostrzegają znaczenie zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, na co znacznie częściej wskazują wyniki badań ogólnopolskich.



Rys. 9. Jakie najważniejsze korzyści, Pana/i zdaniem, mogą wyniknąć z wybudowania elektrowni jądrowej w Pana/i okolicy? (2011)

Mieszkańcy województwa pomorskiego bardzo optymistycznie widzą wpływ przyszłej EJ na rozwój regionu; od 57% mieszkańców powiatu puckiego, przez 61% województwa po 75% powiatu wejherowskiego ocenia ten wpływ jako pozytywny (rys. 10). Inaczej jest w przypadku mieszkańców powiatu koszalińskiego, którzy w większości (42%) uważają ten wpływ za zdecydowanie lub raczej negatywny.

Wśród możliwych strat związanych z budową EJ na pierwszym miejscu mieszkańcy Pomorskiego wskazują zagrożenie awarią i szkodliwość dla środowiska, co może być pokłosiem niedawnej katastrofy w Fukushima. Mieszkańcy powiatów wejherowskiego i puckiego wykazują niższy poziom obaw przed awaryjnością i szkodliwym oddziaływaniem EJ na środowisko niż w województwie pomorskim i w całej Polsce. Te wyniki przeczą dość popularnemu założeniu, że obawy

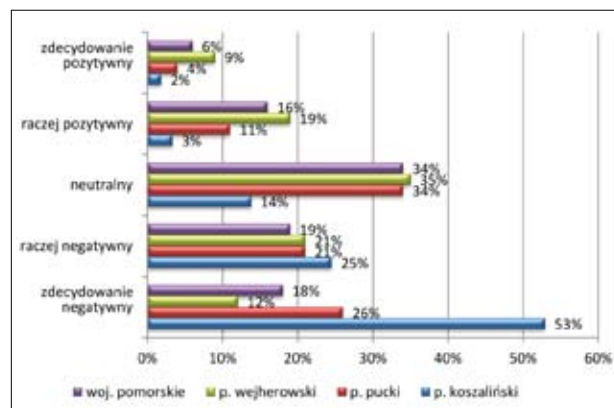


Rys. 10. Jaki będzie wpływ elektrowni jądrowej na rozwój gospodarczy regionu? (2011)

związane z budową EJ są największe w bezpośrednim sąsiedztwie planowanej lokalizacji. W odniesieniu do Żarnowca można je wyjaśnić odwołując się do wysokiego poparcia dla budowy EJ i generalnie niższego niż w reszcie kraju dostrzeganiu wad budowy EJ. Nawet tak newralgiczna kwestia, jak ewentualne zagrożenie dla ruchu turystycznego bardziej martwi ogół Polaków i Pomorzan niż samych mieszkańców terenów nad Jeziorem Żarnowieckim.

Jednocześnie od 62% do 76% mieszkańców powiatów i województwa pomorskiego uważa, że współcześnie oferowane technologie jądrowe zapewniają odpowiedni poziom zabezpieczeń. Wyniki uzyskane w powiecie koszalińskim były niewiele niższe: 54% badanych mieszkańców okolic Gąsek zgadza się z tym stwierdzeniem.

Zadano również pytanie o ocenę wpływu elektrowni na turystykę w regionie (rys. 11). Przy tym pytaniu znów ujawniła się zasadnicza różnica pomiędzy powiatem wejherowskim i puckim jeśli chodzi o znaczenie turystyki dla mieszkańców. Aż 25% badanych z puckiego odpowiedziało, że wpływ ten będzie zdecydowanie



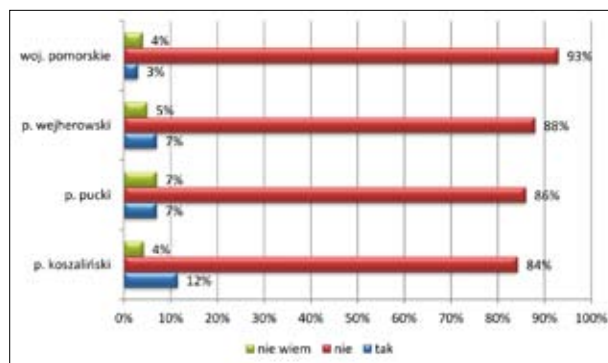
Rys. 11. Jaki będzie wpływ elektrowni jądrowej na turystykę w regionie? (2011)

negatywny (11% w powiecie wejherowskim, a 18% w całym województwie). Mieszkańcy powiatu wejherowskiego są zdania, że ten wpływ będzie raczej pozytywny (19,5%) lub nawet zdecydowanie pozytywny (9%). Trudno ocenić, czy jest to związane z tym, że sami nie są zaangażowani w działalność związaną z turystyką w regionie, czy raczej wynika to z faktu, że postrzegają elektrownię jądrową jako atrakcję, która w ich rejonie mogłaby przyciągnąć więcej turystów.

Inaczej wygląda sytuacja w powiecie koszalińskim, gdzie ponad połowa (53%) mieszkańców uważa wpływ EJ na turystykę za „zdecydowanie negatywny”, a kolejne 25% za „negatywny”. Wyraźnie potwierdza to interpretację, iż sprzeciw wobec budowy elektrowni w Gąskach wynika przede wszystkim z obaw mieszkańców dotyczących wpływu elektrowni na turystykę.

Należy jednak zwrócić uwagę, że wyłaniające się z tych badań poparcie dla budowy EJ w województwie pomorskim nie jest bezwarunkowe: zarówno przeciwnicy, jak i zwolennicy mają konkretne oczekiwania względem władz i inwestora, takie jak zapewnienie wpływu mieszkańców na podejmowane decyzje, zagwarantowanie szerokiego nadzoru i kontroli nad funkcjonowaniem EJ z udziałem mieszkańców okolicznych gmin, rozwiązanie problemu składowania wypalonego paliwa jądrowego oraz zachowanie odpowiedniej odległości od zabudowań mieszkalnych. Ponad 80% mieszkańców powiatów wejherowskiego i puckiego uznało, że społeczność lokalna powinna mieć zapewnione dodatkowe korzyści w związku z budową EJ w ich okolicy, przy czym najbardziej oczekiwane są takie korzyści, jak: niższe opłaty za energię elektryczną, zapewnienie okresowych obowiązkowych badań lekarskich dla mieszkańców regionu oraz gwarancja pierwszeństwa w podejmowaniu pracy. Około 90% mieszkańców wszystkich województw i powiatów badanych w latach 2010-2011 wskazuje na potrzebę konsultowania decyzji o budowie elektrowni jądrowej z lokalną społecznością oraz chciałoby powstania regionalnego centrum informacji o energetyce jądrowej w miejscu lokalizacji EJ. Również ponad 70% mieszkańców zarówno województwa pomorskiego i powiatów puckiego i wejherowskiego, jak i powiatu koszalińskiego wyraziło w 2011 r. oczekiwanie stworzenia lokalnych komitetów obywatelskich oceniających bezpieczeństwo składowania odpadów radioaktywnych i ogólną działalność elektrowni jądrowej.

Jednocześnie w 2011 r. podobna ilość osób uważa, że w ich miejscu zamieszkania nie przeprowadzono konsultacji dotyczących możliwości budowy EJ (rys. 12). Tylko od 3% do 7% mieszkańców województwa pomorskiego i powiatów puckiego i wejherowskiego słyszało o takich konsultacjach. Paradoksalnie, najwięcej – bo 12% – mieszkańców w powiecie koszalińskim potwier-



Rys. 12. Czy w miejscu Pana/i zamieszkania prowadzono konsultacje dotyczące możliwości wybudowania elektrowni jądrowej w okolicy? (2011)

dza fakt zorganizowania takich konsultacji. Wynika to z faktu, że badania te przeprowadzone zostały w grudniu 2011 r., już po ogłoszeniu potencjalnych lokalizacji przez PGE i zorganizowaniu spotkania konsultacyjnego w Gąskach. W tym świetle może dziwić, że tak mało osób słyszało o konsultacjach, ale gdy weźmie się pod uwagę fakt, że było to tylko jedno spotkanie, w dodatku ograniczone do samych Gąsek, to wydaje się to bardziej zrozumiałe.

W 2010 r. tylko jedna czwarta badanych uznała, że otrzymuje wystarczającą ilość informacji na temat planowanej inwestycji. Wśród mieszkańców pomorskiego podwoiła się od 2010 r. liczba osób chcących brać udział w spotkaniach konsultacyjnych poświęconych budowie EJ (z 28% do 56%). Warto zauważyć, że w powiecie koszalińskim taką chęć deklaruje aż 67% respondentów. 67% mieszkańców województwa pomorskiego i 57% mieszkańców powiatu koszalińskiego byłoby gotowych poświęcić 1-3 godzin miesięcznie na udział w takich spotkaniach. Dane te świadczą o gotowości mieszkańców do aktywnego włączenia się w debatę o energetyce jądrowej oraz potrzebie współdecydowania, a także poczuciu braku dostępu do informacji i odpowiednich działań zakresu komunikacji społecznej i polityki informacyjnej. Z pewnością nie bez znaczenia są niedawne wydarzenia w Fukushima, jak również praktyka władz lokalnych w przypadku realizowanych wcześniej inwestycji: w 2011 r. 40% mieszkańców powiatów puckiego i wejherowskiego oraz województwa pomorskiego uznało, że nie są informowani o realizacji inwestycji w regionie, a ich zdanie w tej kwestii nie jest brane pod uwagę.

dr Piotr Stankiewicz,
adiunkt w Instytucie Socjologii
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.
Specjalizuje się w komunikacji społecznej i polityce
informacyjnej w obszarze energetyki.
Kontakt: Piotrek@umk.pl

NIEZALEŻNOŚĆ ORGANIZACJI WSPARCIA TECHNICZNEGO W PROCESIE NADZORU I KONTROLI ELEKTROWNI JĄDROWYCH

Tomasz R. Nowacki

1. Wprowadzenie

Rozwój energetyki jądrowej w Polsce wiąże się z koniecznością podejmowania aktywnych działań ze strony wszystkich interesariuszy. Z uwagi na prymat bezpieczeństwa nad innymi aspektami działalności z wykorzystaniem energii jądrowej kluczowa rola w tym procesie przypada dozorowi jądrowemu, jako temu ciału, które bezpośrednio nadzoruje bezpieczne wykorzystanie obiektów jądrowych, w tym elektrowni jądrowych. Ponieważ proces regulacyjny elektrowni jądrowej jest wysoce skomplikowany, wymaga on bliskiej współpracy pomiędzy ekspertami o różnej proweniencji ze szczególnym uwzględnieniem kadry inżynierskiej, naukowej, zarządczej oraz personelu finansowego i prawnego¹. Niezwykle istotnym aspektem działalności dozoru jest właściwa ocena stanu technicznego poszczególnych systemów oraz elementów konstrukcji i wyposażenia elektrowni jądrowej na każdym etapie jej cyklu życiowego (budowa, rozruch, eksploatacja, likwidacja). Stanowi ona podstawę faktyczną (dowodową) rozstrzygnięć podejmowanych przez organy dozoru jądrowego, w związku z czym trudno jest przecenić jej znaczenie dla sprawnego i właściwego przebiegu procesu regulacji działalności elektrowni jądrowych. Dozór jądrowy powinien posiadać jak najszerze kompetencje własne w ocenie stanu technicznego nadzorowanych obiektów, gdyż to on ponosi odpowiedzialność za podejmowane decyzje. Jednak w praktyce działalności nawet najbardziej doświadczonych organizacji dozorowych na świecie konieczne okazuje się stałe pozyskiwanie eksperckiej wiedzy z zewnątrz. Usługi w tym zakresie świadczone są zatem przez podmioty zewnętrzne nazywane organizacjami wsparcia technicznego (TSO – Technical support organizations). Z uwagi na wciąż wzrastającą zależność, zarówno regulatorów,

jak i operatorów, od TSO pojawia się pytanie o wzajemne relacje tych podmiotów². Szczególnej wagi nabiera kwestia niezależności od wpływów zewnętrznych TSO świadczącej usługi na rzecz dozoru, a zwłaszcza zagadnienie, czy i na ile atrybuty niezależności przynależne dozorowi jądrowemu mają zastosowanie także do TSO zaangażowanej w działalność regulacyjną. Niniejszy artykuł jest próbą wyjaśnienia tego problemu na podstawie analizy stosownych przepisów prawa międzynarodowego i polskiego oraz w oparciu o dokumenty Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) i opinie wyrażane w piśmiennictwie.

W artykule posłużono się zamiennie terminem „organizacja wsparcia technicznego” i angielskojęzycznym skrótem „TSO”. Teksty umów międzynarodowych przytaczane są w języku angielskim, gdyż w przeciwieństwie do również omawianych dyrektyw, język polski nie jest dla nich językiem autentycznym. To samo dotyczy zaleceń MAEA.

2. Niezależność dozoru jądrowego

Działalność dozoru jądrowego służyć ma zagwarantowaniu, iż wszelka aktywność człowieka związana z ryzykiem radiologicznym wykonywana jest w sposób niezagrażający zdrowiu i życiu pracowników i ludności oraz nieszkodzący środowisku naturalnemu³. Przyjąć należy zasadę, że aby zapewnić skuteczną realizację tych funkcji oprócz posiadania odpowiednich kompetencji i adekwatnych środków finansowo-organizacyjnych organy dozoru jądrowego muszą być niezależne w regulacyjnym procesie decyzyjnym od jakichkolwiek wpływów

¹ Zob. NEA/OECD, *Nuclear Energy Outlook 2008*, Paryż 2008, s. 310.

² Zob. C. Stoiber, A. Cherf, W. Tonhauser, M. de Loudres Vez Carmona, *Handbook on Nuclear Law. Implementing Legislation*, Wiedeń 2010, s. 32.

³ Ponadto niezależny, bezstronny i kompetentny dozór jądrowy wzbudza zaufanie społeczne i oswaja społeczeństwo z energią jądrową, co ma korzystny wpływ na poziom akceptacji społecznej dla wdrożenia i funkcjonowania energetyki jądrowej.

zewnątrznych mogących negatywnie oddziaływać na poziom bezpieczeństwa jądrowego. W przeciwnym razie istniałaby możliwość sprawowania kontroli i nadzoru nad wykorzystaniem energii jądrowej (w tym nad energetyką jądrową) także przez podmioty bezpośrednio lub pośrednio zainteresowane powodzeniem ekonomicznym danego przedsięwzięcia, dla których głównym celem nie jest zapewnienie bezpieczeństwa, a maksymalizacja zysku⁴. Taka sytuacja stwarza potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa, dlatego też na forum międzynarodowym uznano, że proces decyzyjny dozoru nie może być poddany wpływom ze strony instytucji, czy organizacji odpowiedzialnych za wykorzystywanie lub promocję energii jądrowej. Takie rozwiązanie przewidują m.in. Konwencja bezpieczeństwa jądrowego⁵ (dla elektrowni jądrowych)⁶ oraz dyrektywa Rady 2009/71/Euratom⁷ (w zakresie wszystkich obiektów jądrowych)⁸. Stosownie do ich postanowień wszelkie rozstrzygnięcia dozoru jądrowego powinny zapaść wyłącznie na podstawie niezależnego, eksperckiego osądu. Celem tego rozwiązania jest zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego bez względu na koszty ponoszone przez podmioty regulowane, zgodnie z zasadą prymatu bezpieczeństwa nad innymi aspektami działalności z wykorzystaniem energii jądrowej. W odróżnieniu bowiem od innych obszarów poddanych regulacji, jak energetyka, telekomunikacja, czy ochrona konkurencji, w których rozstrzyga się sporne interesy ekonomiczne poszczególnych podmiotów, regulator „jądrowy” stoi na straży ludzkiego zdrowia i życia oraz stanu środowiska naturalnego. Ewentualne skutki jego błędnych decyzji mogą być zatem znacznie poważniejsze niż jakiegokolwiek następstwa niewłaściwej działalności innych organów regulacyjnych. Zasada niezależności dozoru jądrowego od podmiotów zajmujących się wykorzystaniem lub promocją energii jądrowej jest

ważnym elementem systemu bezpieczeństwa jądrowego i jako taka jest jedną z najważniejszych zasad prawa jądrowego, silnie zakorzenioną w międzynarodowej działalności prawotwórczej, praktyce i piśmiennictwie⁹.

3. Niezależność TSO w prawie międzynarodowym

3.1. Definicja TSO

Do tej pory koncepcja TSO nie jest do końca klarowna a w dyskusji na jej temat pojawiają się różne opisy, a nawet rozwinięcia tego skrótu¹⁰. Wyrażenie „TSO” oznaczające „technical support organization”, bądź „technical safety organization”, choć od dawna będące w obiegu i używane w szeregu dokumentów, nie zostało zdefiniowane także w żadnym z instrumentów prawa międzynarodowego. Z uwagi jednak na kluczową i wciąż rosnącą rolę instytucji TSO w zakresie nadzoru nad przestrzeganiem wymogów bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (bjior) pożądane jest stworzenie powszechnie akceptowalnej definicji¹¹. Określenie ram zakresu pojęciowego wyrażenia TSO jest też konieczne, aby przejść do dalszych rozważań dotyczących zakresu wymaganej niezależności organizacji wsparcia technicznego. Jako wyjściową można przyjąć definicję zawartą w dokumencie MAEA INSAG-17, zgodnie z którą TSO (zarówno w znaczeniu „technical support organization”, jak i „technical safety organization”) to:

„(...) organizations specifically assigned to assist the regulatory body with in-depth technical safety analyses and reviews (...)”¹²

Bardziej rozbudowaną propozycję znaleźć można w literaturze przedmiotu. Zgodnie z sugestią C. Stoibera TSO (rozumiana jako „Technical and scientific support organization”) można określić jako:

„(...) an organization established to provide independent technical or scientific advice or assistance to a regulatory body or operating organization concerning matters affecting the safety of facilities, activities or practices involving nuclear energy or ionizing radiation.”¹³

⁴ Tę zaś można osiągnąć m.in. w drodze redukcji kosztów funkcjonowania także poprzez obniżenie wydatków na bezpieczeństwo jądrowe oraz np. poprzez dopuszczenie do wykonywania określonej, generującej spore przychody, działalności mimo niespełnienia wymogów w zakresie bezpieczeństwa jądrowego.

⁵ INFCIRC/449, Dz. U. z 1997 r., Nr 42, poz. 262.

⁶ Konwencja ma zastosowanie tylko do elektrowni jądrowych. Definiuje ona bowiem obiekt jądrowy jako: „(...) any land-based civil nuclear power plant (...) including such storage, handling and treatment facilities for radioactive materials as are on the same site and are directly related to the operation of the nuclear power plant. (...)”

⁷ Dyrektywa Rady 2009/71/Euratom z dnia 25 czerwca 2009 r. ustanawiająca wspólnotowe ramy bezpieczeństwa jądrowego obiektów jądrowych (Dz. Urz. UE L 172 z 2.7.2009, s. 18 oraz Dz. Urz. UE L 260 z 3.10.2009, s. 40).

⁸ A także szereg innych instrumentów międzynarodowych o wiążącym i niewiążącym charakterze, zarówno w zakresie bezpieczeństwa jądrowego (reaktory badawcze, źródła promieniotwórcze, postępowanie z wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi), jak i w innych obszarach nadzoru, takich jak ochrona fizyczna i zabezpieczenie materiałów jądrowych.

⁹ Zob. T. Nowacki, *Niezależność organów dozoru jądrowego. Próba rekonstrukcji zakresu pojęciowego* (w:) *Energetyka jądrowa w Polsce*, Warszawa 2012, s. 580-622. W opracowaniu przedstawiono rozważania oraz dalszą, obszerną literaturę na ten temat.

¹⁰ Zob. IAEA, *Nuclear Research and Development Institutes in Central and Eastern Europe*, Wiedeń 2009, s. 44.

¹¹ C. Stoiber, *Legal status, credibility, visibility and confidence in technical and scientific support organizations* (w:) *Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations in Enhancing Nuclear Safety – Proceedings of an International Conference Aix-en-Provence 23-27 April 2007*, Wiedeń 2007, s. 119.

¹² Zob. IAEA, INSAG-17, *Independence in regulatory decision making. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group*, Wiedeń 2003, s. 11.

¹³ C. Stoiber, *op. cit.*, s. 119.

Na swoje wewnętrzne potrzeby definicję TSO sformułowała też Europejska Sieć TSO (European TSO Network – ETSON)¹⁴. W przypadku ETSON skrótu TSO nie należy jednak odczytywać jako „Technical Support Organization”, a w znaczeniu węższym jako „Technical Safety Organization” dla odróżnienia od tych organizacji wsparcia technicznego, które nie wspierają działalności regulacyjnej w zakresie bji¹⁵. Definicja ETSON nie ma jednak postaci definicji klasycznej i wskazuje jedynie poszczególne atrybuty („Required characteristics”), które zdaniem ETSON powinna posiadać TSO:

- *A TSO is a public or a private non profit organisation, which has no stockholders.*
- *A TSO performs safety assessments with a global regulatory vision, on a regular basis and with a broad scope.*
- *A TSO delivers services supporting its national nuclear regulatory authorities in the field of nuclear safety, and/or waste management and/or radiation protection.*
- *A TSO develops and maintains a high level of competence in its field of safety assessment (knowledge, expertise, long standing experience, global overview, ethics, references).*
- *A TSO has a value charter and makes sure it is implemented at all levels in the organisation. The charter promotes values such as: honesty, impartiality, proactivity and initiative, consistency in the safety approach, respect for all stakeholders.*
- *A TSO is an independent organisation. This means that it is able to form and express its technical judgment independently from external interest.*
- *A TSO maintains an adequate training and knowledge management programme for its staff.*
- *A TSO maintains a R&D programme allowing the development of new knowledge and techniques in support of its missions, and an independence of judgement from licensees.*
- *Code of ethics: if a TSO delivers services to a domestic or foreign licensee, it does so in full transparency with respect to the licensee's nuclear safety authority, and is able to demonstrate that conflicts of interest are avoided.*¹⁶

Definicja ta nie odnosi się do wykonujących zadania TSO wewnętrznych komórek organizacyjnych organów dozoru jądrowego¹⁷.

Przytoczone powyżej definicje posiadają tylko jeden wspólny element. Jest nim merytoryczny zakres działalności TSO. Można przyjąć, że wyrażenia użyte dla jego opisanie („in-depth technical safety analyses and

reviews”, „technical or scientific advice or assistance (...) concerning matters affecting the safety of facilities, activities or practices involving nuclear energy or ionizing radiation”, „safety assessments (...), services supporting (...) in the field of nuclear safety, and/or waste management and/or radiation protection”) oznaczają *de facto* to samo. Zasadnicze różnice istnieją w odniesieniu do usługobiorcy i form organizacyjnych podejmowanej działalności. O ile, C. Stoiber określa mianem TSO zarówno organizacje dostarczające ekspertyzy regulatorowi, jak i te, które świadczą takie usługi wobec operatora, dwie pozostałe definicje ograniczają się do tych podmiotów, które współpracują jedynie z dozorem jądrowym. Ponadto definicja ETSON przewiduje, że TSO powinna być organizacją typu „non profit” i zarazem nie powinna mieć udziałowców. Pozostałe definicje milcząc w tej kwestii nie wykluczają, iż TSO może być również organizacją o charakterze komercyjnym. Wreszcie zbiór atrybutów należnych TSO w definicji ETSON wskazuje wprost na istotną rolę, jaką w funkcjonowaniu TSO pełnią określone wartości – szczerść, bezstronność, proaktywność, inicjatywa, konsekwencja w podejściu do bezpieczeństwa oraz szacunek dla wszystkich interesariuszy. Takiego odniesienia brakuje w pozostałych definicjach. W przeciwieństwie do definicji ETSON nie ma w nich też jednoznacznego stwierdzenia, że TSO jest organizacją niezależną. Definicja C. Stoibera mówi wprawdzie o „niezależnym” doradztwie, niemniej nie należy tego utożsamiać z niezależnością całej organizacji.

Różnice w przytaczanych definicjach nie powinny jednak dziwić, gdyż tworzone one były w różnych celach. Definicja zawarta w INSAG-17 oraz definicja ETSON określają pojęcie TSO z punktu widzenia dozoru jądrowego, podczas gdy definicja zaproponowana przez C. Stoibera odnosi się do wszystkich organizacji świadczących usługi z zakresu doradztwa technicznego w dziedzinie bezpieczeństwa jądrowego niezależnie od statusu usługobiorcy. Z praktyki wynika, że stosowanie tej drugiej, szerszej definicji TSO jest trafniejsze i znacznie bardziej uzasadnione. W rzeczywistości z zewnętrznego wsparcia technicznego korzystają nie tylko regulatorzy ale także operatorzy obiektów jądrowych, producenci technologii jądrowych, inne instytucje z obszaru bezpieczeństwa jądrowego, jak np. agencje zajmujące się gospodarką odpadami¹⁸. Ponadto z usług TSO korzystać też mogą organizacje promujące rozwój energii jądrowej. Z uwagi na obszerność i stopień skomplikowania zagadnień technicznych związanych z zapewnianiem bezpieczeństwa jądrowego, koniecz-

¹⁴ <<http://www.eurosafe-forum.org/formation-european-tso-network>>.

¹⁵ ETSON, *TSO definition*, <<http://www.eurosafe-forum.org/userfile-s/04%20TSO%20definition%202010.pdf>>.

¹⁶ Ibidem.

¹⁷ Ibidem.

¹⁸ Zob. m.in. H. Jazenkovic, *Inspection Practice and a Role of TSO*, IAEA-CN-181/22, s. 1-2, <http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/PDFplus/2010/cn181/cn181_ContributedPapers/pdf/22_Slovenia-H%20Janzekovic.pdf>; C. Stoiber, *op. cit.*, s. 119.

nością stało się korzystanie z TSO przez wszystkie strony prowadzące działalność w tym zakresie. Ten stan faktyczny znajduje też odzwierciedlenie w międzynarodowym prawie jądrowym. Konwencja bezpieczeństwa jądrowego w art. 19v przewiduje konieczność zapewnienia wsparcia technicznego we wszystkich obszarach związanych z bezpieczeństwem w całym okresie eksploatacji elektrowni jądrowych¹⁹. Analogiczny obowiązek w odniesieniu do obiektów służących do postępowania z wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi przewiduje Wspólna konwencja bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem jądrowym i bezpieczeństwu w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi (dalej: „Wspólna konwencja”)²⁰ – odpowiednio w art. 9iv i 16iv. Obowiązek ten jest adresowany do państw będących stronami w/w konwencji. Jego realizacja polega jednak na wyegzekwowaniu przez państwo, za pomocą środków prawnych, aby wszelkie decyzje i opinie istotne dla bezpiecznej eksploatacji elektrowni jądrowych oraz obiektów służących do postępowania z wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi były poparte niezbędną wiedzą techniczną. Obowiązek ten odnosi się więc nie tylko do regulatorów, ale do wszystkich zaangażowanych w zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego. W pierwszej kolejności jego wykonanie spoczywa jednak na operatorach, jako tych podmiotach, które faktycznie i zawodowo zajmują się eksploatacją obiektów jądrowych. To na nich, jako posiadaczach zezwolenia na wykonywaną działalność, spoczywa pierwotna odpowiedzialność za zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego. Zasada pierwotnej odpowiedzialności posiadacza zezwolenia wynika wprost z art. 9 Konwencji bezpieczeństwa jądrowego, a w stosunku do państw będących członkami Europejskiej Wspólnoty Energii Atomowej także z art. 6 ust. 1 dyrektywy 2009/71/Euratom²¹. W literaturze przedmio-

tu jest ona zgodnie uważana za jedną z głównych zasad prawa jądrowego²².

W świetle dokonanych ustaleń należy zauważyć, że termin „organizacja wsparcia technicznego” nie jest zarezerwowany tylko i wyłącznie dla tych TSO, które działają na rzecz regulatora. Taki podział byłby sztuczny i nieuzasadniony okolicznościami faktycznymi. Przesądza o tym językowe znaczenie omawianego wyrażenia. Decydujący w tym przypadku jest sam fakt świadczenia usług określonego rodzaju, a nie krąg ich odbiorców. Podobnie bez znaczenia jest też forma organizacyjna jednostki świadczącej usługi. To samo doradztwo techniczne mogą świadczyć wyspecjalizowane podmioty komercyjne²³, uniwersytety, instytuty, organizacje nadzoru technicznego oraz inne możliwe instytucje. W związku z powyższym wskazane jest przyjąć, iż pojęcie TSO obejmuje swoim zakresem wszystkie organizacje świadczące ekspercką pomoc techniczną w zakresie bezpiecznego wykorzystywania energii jądrowej bez względu na ich publiczny lub prywatny charakter oraz na rodzaj podmiotów korzystających z ich usług. Zgadzając się z tym, że mogą istnieć zarówno TSO dla dozoru jądrowego, jak i dla operatora i innych podmiotów, nie można przesądzić na poziomie abstrakcyjnej definicji, czy TSO powinno być organizacją niezależną ani, tym bardziej określić zakresu tej niezależności. Inne wymagania istnieć będą w stosunku do TSO pracującego na rzecz dozoru, a inne w stosunku do organizacji wykonujących swoją działalność na potrzeby operatora. Dlatego tę kwestię należy pozostawić dalszym rozważaniom.

3.2. Niezależność TSO w dokumentach MAEA

Kwestii niezależności TSO nie regulują wprost żadne wiążące instrumenty prawa międzynarodowego. Ewentualne wnioski w tym zakresie mogą być wyprowadzane jedynie w drodze interpretacji tych postanowień, które dotyczą niezależności samego dozoru jądrowego. Dla dokonania interesujących nas ustaleń pomocne mogą się jednak okazać istniejące międzynarodowe instrumenty *soft law* w tym względzie.

Jednym z uprawnień MAEA jest ustalanie lub przyjmowanie norm bezpieczeństwa mających na celu ochronę zdrowia oraz zmniejszenie do minimum zagrożenia dla życia i mienia. Opracowywane i publikowane na pod-

¹⁹ O technicznych aspektach bezpieczeństwa jądrowego Konwencja wspomina także w motywie x) preambuły w kontekście użyteczności prac technicznych w odniesieniu do innych części jądrowego cyklu paliwowego: „Recognizing the usefulness of further technical work in connection with the safety of other parts of the nuclear fuel cycle, and that this work may, in time, facilitate the development of current or future international instruments;”. Art. 1 i) konwencji wspomina zaś o współpracy technicznej dotyczącej bezpieczeństwa jądrowego, jako o jednym ze środków do jego osiągnięcia na świecie: „to achieve and maintain a high level of nuclear safety worldwide through the enhancement of national measures and international co-operation including, where appropriate, safety-related technical co-operation.”

²⁰ INFCIRC/546, Dz. U. z 2002 r., Nr 202, poz. 1704.

²¹ W zakresie gospodarki wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi obowiązek ten wynika z art. 21 ust. 1 Wspólnej konwencji oraz art. 7 ust. 1 dyrektywy 2011/70/Euratom z dnia 19 lipca 2011 r. ustanawiająca ramy wspólnotowe w zakresie odpowiedzialnego i bezpiecznego gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi (Dz. Urz. UE L 199 z 2.8.2011, s. 48.).

²² Zob. m.in. C. Stoiber, A. Baehr, N. Pelzer, W. Tonhauser, *Handbook on Nuclear Law*, Wiedeń 2003, s. 7; W. Schärf, *Europäisches Nuklearrecht*, s. 14. Obszerne odesłania bibliograficzne w T. Nowacki, *op. cit.*

²³ Nie ma bowiem przeciwwskazań w zakresie korzystania z ekspertów podmiotów z sektora prywatnego. Zapewnić należy jedynie, aby decyzje były podejmowane przez samych regulatorów. Zob. NEA/OECD, *op. cit.*, s. 310. W istocie ta zasada ma zastosowanie do wszystkich organizacji wsparcia technicznego bez względu na ich formę organizacyjną, prawną, czy strukturę własnościową.

stawie art. IIIA.6. Statutu MAEA²⁴ wspólnie z innymi organizacjami międzynarodowymi²⁵, w postaci tzw. *Safety Standards*, są najważniejszymi i najszerzej implementowanymi dokumentami *soft law* w dziedzinie bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej²⁶. Składają się z trzech poziomów: *Fundamental Safety Principles* (SF-1)²⁷ stanowiącego dokument naczelną określający 10 podstawowych zasad bezpieczeństwa, *Safety Requirements* (SR) wyjaśniające jak osiągnąć poszczególne cele założone w SF-1 oraz *Safety Guides* (SG) szczegółowo wskazujące jak implementować SR. *Safety Standards* przedstawiają wszystkie aspekty bezpieczeństwa w działalności z wykorzystaniem promieniowania jonizującego, jednak formalnie posiadają one jedynie charakter zaleceń²⁸. Ich implementacja do krajowych porządków prawnych, jakkolwiek powszechna, nie jest obowiązkowa i w poszczególnych państwach różni się znacznie w zależności od jej zakresu i formy²⁹.

Z uwagi na swój ogólny charakter SF-1, jako dokument naczelną, nie dotyczy wprost kwestii niezależności TSO. Zagadnienia te są poruszane w dokumentach niższych rzędów (*Safety Requirements*, *Safety Guides*).

Wymagania zawarte w głównym dokumencie określającym ramy prawne i regulacyjne odnoszące się do bezpieczeństwa jądowego, wywodzące się z dokumentu GSR Part 1³⁰ stwierdzają, iż w razie konieczności dozór jądowy powinien korzystać z technicznego (bądź o innym charakterze) wsparcia z zewnątrz – czy to w formie specjalnie utworzonej jednostki organizacyjnej mającej świadczyć stałą pomoc regulatorowi, czy też w postaci pozyskiwania usług na rynku w formie kontraktualnej. Abstrahując od wybranego modelu należy zadbać, aby takie wsparcie było niezależne, a organizacje eksperckie nie znajdowały się w stanie konfliktu interesów. Jako przykład takiej sytuacji wskazywane jest świadczenie usług przez TSO na rzecz regulatora (organów dozorowych) i operatora równocześnie. Jeśli uniknięcie sytuacji konfliktowej nie jest możliwe w kraju należy zwrócić się o pomoc do analogicznych organizacji w innych państwach lub do organizacji mię-

dzynarodowych. Każda działalność wspierająca powinna być uważnie monitorowana i oceniana przez regulatora. Żadna pomoc ze strony TSO nie zwalnia go od odpowiedzialności za podejmowane decyzje³¹.

Dokument GSR Part 1, który został zastąpiony przez GS-R-1³² nie odnosił się wprost do TSO, ale zawierał ogólne wyrażenia „konsultanci” i „ciała doradcze”. W dokumencie znajdowały się także sformułowania o konieczności dostarczania niezależnych opinii oraz zapewnienia „efektywnej niezależności” doradców zewnętrznych od operatora. Podobnie jak GSR Part 1, także w GS-R-1 można znaleźć sformułowania wskazujące na konieczność pozyskania wsparcia z zagranicy, gdyby spełnienie wymogu niezależności jednostek krajowych nie było możliwe³³.

We wciąż obowiązujących wytycznych GS-G-1.1 w zakresie organizacji organów dozoru jądowego³⁴ powtórzono zalecenia GS-R-1³⁵ dodając jednak, iż wymóg zapewnienia niezależności ekspertyz i opinii dotyczy wszystkich obszarów mających znaczenie dla bezpieczeństwa. Niezależność ta polegać powinna m.in. na braku jakichkolwiek powiązań o charakterze finansowym ze strony operatorów oraz przemysłu jądowego³⁶. Każde zagrożenie dla bezstronnego procesu dostarczania ekspertyz i opinii powinno być rozpoznawane i minimalizowane³⁷.

W wytycznych w zakresie ustanawiania infrastruktury bezpieczeństwa dla celów wdrażania energetyki jądowej – SSG-16³⁸ powtórzono wyżej przytoczone wymagania. Zgodnie z tym dokumentem dozór jądowy powinien mieć dostęp do niezależnych analiz, badań i opinii wykonywanych i udzielanych przez niezależne organizacje eksperckie. Należy zagwarantować, aby źródła wsparcia technicznego udzielanego dozorowi jądowemu i operatorowi były od siebie niezależne. Zaleca się, aby korzystać w miarę możliwości z usług organizacji eksperckich państwa, w którym rozwijany jest program jądowy, jednak wskazuje się równocześnie, że w pierwszym okresie rozwoju energetyki jądowej ko-

²⁴ Dz. U. 1958, Nr 41, poz. 187.

²⁵ Euratom, FAO, ILO, IMO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO.

²⁶ O mocy prawnej *Safety Standards* zob. m.in. P. Birnie, A. Boyle, C. Redgwell, *International Law and the Environment*, Oxford 2009, s. 495-497.

²⁷ Zob. IAEA, *Fundamental Safety Principles*, IAEA Safety Standards Series, Safety Fundamentals, No. SF-1, Wiedeń 2006.

²⁸ Aczkolwiek zgodnie z art. III.A.6 normy bezpieczeństwa są wiążące w przypadku działalności własnej MAEA oraz prowadzonej w oparciu o środki przez nią udostępniane, uzyskiwane na jej życzenie oraz pozostające pod jej nadzorem i kontrolą.

²⁹ Przykładowo w Polsce niektóre elementy *Safety Standards* zostały w różnym zakresie bezpośrednio przetransponowane do ustawy – Prawo atomowe i aktów wykonawczych. W niektórych przypadkach ustawa przewiduje zaś „miękki” obowiązek ich uwzględniania.

³⁰ Zob. IAEA, *Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety*, IAEA Safety Standards Series, General Safety Requirements, No. GSR Part 1, Wiedeń 2010.

³¹ Ibidem, s. 21. Większą część tych wymagań powtarza zalecenie MAEA w sprawie kontroli źródeł promieniotwórczych – zob. IAEA, *Regulatory Control of Radiation Sources*, IAEA Safety Standards Series, General Safety Guides, No. GS-G-1.5, Wiedeń 2004, s. 53.

³² Zob. IAEA, *Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Waste and Transport Safety*, IAEA Safety Standards Series, General Safety Requirements, No. GS-R-1, Wiedeń 2000.

³³ Ibidem, s. 10, 11.

³⁴ Zob. IAEA, *Organization and Staffing of the Regulatory Body for Nuclear Facilities*, IAEA Safety Standards Series, General Safety Guide, No. GS-G-1.1, Wiedeń 2002. GS-G-1.1 ma być zastąpiony przez dokument pod nazwą *Regulatory Control of Facilities and Activities* obejmujący także zakres GS-G-1.2, GS-G-1.3, GS-G-1.4, GS-G-1.5.

³⁵ Ibidem, s. 7.

³⁶ Ibidem, s. 4.

³⁷ Ibidem, s. 14.

³⁸ Zob. IAEA, *Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme*, IAEA Safety Standards Series, Specific Safety Guide, No. SSG-16, Wiedeń 2011.

nieczne może być wykorzystywanie wiedzy i doświadczeń TSO pochodzących z zagranicy³⁹.

Najwięcej sformułowań o niezależności TSO można znaleźć w dokumencie dedykowanym zewnętrznym organizacjom wspierającym dozór jądrowy – DS429 (projekt)⁴⁰. Powtórzono w nim m.in. wymaganie GSR Part 1 o konieczności uniknięcia konfliktu interesów organizacji dostarczającej wsparcia dozorowi jądrowemu. Wyjaśniając pojęcie niezależnego doradztwa dokument precyzuje, że jednostka dostarczająca wsparcia eksperckiego powinna być w stanie formułować i wyrażać opinie techniczne oparte o uczciwość osądu i bezstronność. Wszelkie opinie powinny być wolne od jakiegokolwiek presji o charakterze komercyjnym, finansowym lub innym ze strony zainteresowanych podmiotów, a dostawca usług eksperckich nie powinien być związany żadnymi wskazówkami odnośnie do oczekiwanego rezultatu swojej pracy. Opinie ekspertów powinny opierać się jedynie na wiedzy technicznej i wynikach analiz oraz na wymaganiach określonych przez dozór względem operatora, a nie np. na politycznych przekonaniach jej autora. Zapewnienie efektywnej niezależności wymaga m.in. stworzenia odpowiednich procedur pozwalających na uniknięcie rzeczywistych, potencjalnych i przewidywanych konfliktów interesów. Możliwości zaistnienia sytuacji potencjalnych i przewidywanych konfliktów powinny być analizowane i właściwie zarządzane, zaś rzeczywiste sytuacje konfliktowe powinny być eliminowane tak szybko, jak to jest możliwe. W tym celu należy: 1) wymagać od TSO wdrożenia kodeksu etyki oraz posiadania takiej struktury organizacyjnej, która obok promocji kultury bezpieczeństwa, pozwoli na uniknięcie konfliktów interesów; 2) upewnić się, że w przypadku ewentualnego świadczenia usług zarówno dla dozoru jądrowego, jak i dla operatora odpowiednie jednostki są funkcjonalnie i personalnie oddzielone w taki sposób, że zagwarantowana jest efektywna niezależność pionu dostarczającego ekspertyzy dozorowi (co nie zwalnia tego ostatniego z obowiązku skrupulatnego monitorowania powiązań między tymi jednostkami). Jeśli jednak nie da się zagwarantować spełnienia powyższych warunków należy skorzystać z innego dostawcy usług gwarantującego bezstronność. Dostawca usług w zakresie zewnętrznego wsparcia eksperckiego powinien przestrzegać wewnętrznych, rygorystycznych procedur służących utrzymaniu koniecznej niezależności. Powinien też każdorazowo informować dozór jądrowy o rzeczywistych, potencjalnych i przewidywanych konfliktach interesów. Między innymi każda zmiana personelu mogąca oddziaływać

na niezależność powinna być uzgodniona z dozorem jądrowym przed jej wprowadzeniem⁴¹. DS429 wyróżnia następujące sytuacje konfliktu interesów mogące zaistnieć w stosunkach z TSO⁴²:

- (1) istnienie więzi finansowych pomiędzy TSO a przemysłem jądrowym (operator, projektant, wytwórca);
- (2) pokrywanie kosztów ekspertyz dostarczanych dozorowi bezpośrednio przez operatora;
- (3) sytuacja, w której TSO jest częścią lub jest blisko powiązana z organizacją, która zajmuje się dla zysku promocją technologii jądrowych;
- (4) dostarczanie wsparcia technicznego w tym samym lub zbliżonym zakresie zarówno dla dozoru, jak i dla operatora, projektanta lub wytwórcy;
- (5) sytuacja, w której eksperci pracują lub pracowali także dla operatorów i dozorów jądrowych za granicą.

W praktyce nie zawsze może okazać się możliwe pozyskanie TSO całkowicie wolnego od potencjalnych konfliktów interesów. W takim przypadku należy uważnie monitorować realizację wypełnianych przez niego zadań. Niezależnie od sytuacji weryfikacja niezależności TSO pod kątem braku konfliktu interesów powinna być starannie dokumentowana⁴³.

Oprócz serii *Safety Standards* MAEA publikuje także inne dokumenty w zakresie bezpieczeństwa jądrowego. Podstawą do takich działań jest art. IIIA.3. i art. VIIC. statutu MAEA. Art. IIIA.3. wskazuje jako jedno z zadań MAEA również popieranie wymiany informacji naukowych i technicznych w dziedzinie pokojowego wykorzystywania energii atomowej. Art. VIIC. zd. pierwsze mówi, iż MAEA zbiera i udostępnia swoim członkom w odpowiedniej formie informacje uzyskane przez siebie od państw członkowskich. Realizacji tych celów służy m.in. seria raportów Międzynarodowej Grupy Doradczej w zakresie Bezpieczeństwa Jądrowego (International Nuclear Safety Advisory Group – INSAG). Raport nr 17 (INSAG-17) w całości został poświęcony zagadnieniu niezależności organów dozoru jądrowego. W części dotyczącej TSO dokument ten stanowi, iż w celu zapewnienia niezależności i jakości naukowego i technicznego wsparcia pozyskiwanego z zewnątrz przez regulatora zastosowanie powinny mieć zasady i środki analogiczne do tych, które służą zagwarantowaniu niezależności samego dozoru jądrowego⁴⁴.

³⁹ Ibidem, s. 46-48.

⁴⁰ Zob. IAEA, *External Expert Support for the Regulatory Body*, IAEA Safety Standards Series, Draft Safety Guide, No. DS429, Wiedeń 18 października 2011.

⁴¹ O relacjach między zatrudnianiem personelu pochodzącego z przemysłu jądrowego w dozorcę a utrzymaniem jego niezależności zob. GS-G-1.1, s. 19.

⁴² Oprócz tu wymienionych dokument wymienia także możliwy konflikt z interesami narodowymi, bądź handlowymi nie precyzując jednak tego wyrażenia.

⁴³ Zob. IAEA, DS429, s. 12-14.

⁴⁴ Zob. IAEA, INSAG-17, s. 13.

3.3. Niezależność TSO w piśmiennictwie

Na konieczność zapewnienia niezależności organizacjom wsparcia technicznego wskazuje się od kilku dekad⁴⁵. Obecnie literatura przedmiotu jest wyjątkowo zgodna w tej kwestii. Można odnaleźć wręcz opinię, że panuje powszechna zgodność co do tego, że TSO powinny być niezależne i bezstronne⁴⁶. Autorzy podstawowej pozycji z zakresu prawa jądrowego, jaką jest wydany pod auspicjami MAEA *Handbook on Nuclear Law*, wskazują, że ważne jest aby zewnętrzni dostawcy usług eksperckich, mający różne formy organizacyjne, posiadali maksymalny stopień niezależności od podmiotów zaangażowanych w rozwój lub promocję energii jądrowej. Doradztwo ze strony TSO powinno być niezależne, co jednak nie zwalnia dozoru z odpowiedzialności za podejmowane decyzje⁴⁷. Podobna opinia wyrażona została także w tomie drugim *Handbook on Nuclear Law*⁴⁸. Idącą w parze z bezstronnością niezależność za jedną z najważniejszych cech każdej organizacji wsparcia technicznego uważają także autorzy monografii poświęconej TSO w Niemczech⁴⁹. Pogląd ten podziela także H. Steinhauer precyzując przy tym, że TSO musi być w stanie sporządzić i wyrazić opinię niezależnie od jakichkolwiek wpływów zewnętrznych politycznej bądź ekonomicznej natury. Według niego TSO musi stawić czoła wszystkim wpływom ze strony operatora, ale i dozoru, na którym spoczywa odpowiedzialność za wszelkie decyzje⁵⁰ i nie jest to pogląd odosobniony⁵¹. Jednym z atrybutów niezależności TSO powinna być m.in. gwarancja prowadzenia niezależnych od przemysłu jądrowego badań naukowych w dziedzinie bezpieczeństwa jądrowego⁵². O fundamentalnym znaczeniu niezależności dla TSO piszą także przedstawiciele NRC M. Layton i T. Harris dodając, iż działania TSO wspomagające regulatora są trudniejsze i bardziej kompleksowe niż wspieranie operatora. Powodem takiego stanu rzeczy

są właśnie kwestie związane z koniecznością zapewnienia niezależności osądu zewnętrznych ekspertów oraz pozyskania zaufania publicznego do TSO⁵³. C. Stoiber za najważniejsze dla zapewnienia niezależności TSO uważa strukturalne oddzielenie TSO od operatora oraz zagwarantowanie, iż w trakcie wykonywania swojej działalności nie będzie ona ulegać nieuzasadnionym wpływom zewnętrznym. Pełne urzeczywistnienie niezależności TSO według C. Stoibera wymaga spełnienia większości wymagań koniecznych do zapewnienia niezależności dozoru jądrowego⁵⁴. W tym względzie poglądy zbieżne ze stanowiskiem C. Stoibera wyraził L. Hahn. Aprobując stanowisko wyrażone w INSAG-17, iż kryteria zapewnienia niezależności TSO powinny być analogiczne do tych, które mają zastosowanie w przypadku niezależności samego dozoru jądrowego. W jego opinii TSO powinno być niezależne od wpływów zewnętrznych w tak szerokim zakresie, jak tylko jest to możliwe. M.in. źródła pozyskiwania wiedzy i kompetencji powinny być niezależne od wyników działań badawczych i rozwojowych prowadzonych przez przemysł jądrowy⁵⁵. Ekspercka, niezależna od innych interesariuszy, wiedza TSO jest bowiem podstawą efektywnej działalności regulatora⁵⁶. Wielu autorów wskazuje wprost na konieczność unikania i eliminowania konfliktów interesów celem zapewnienia niezależności⁵⁷ m.in. w drodze implementacji i stosowania odpowiednich procedur⁵⁸. Kluczowa jest tutaj postawa samego TSO, choć H. Jazenkovic podkreśla, że każde państwo powinno mieć w tym zakresie rozwinięty system kontroli⁵⁹. Niewątpliwie doskonałym środkiem promocji niezależności oraz pozyskiwania zaufania do TSO ze strony wszystkich interesariuszy (opinii publicznej, polityków, operatorów) jest przejrzystość jego działań⁶⁰.

⁴⁵ Zob. m.in.: *Assuring quality and nuclear safety*, IAEA Bulletin 1981, nr 3 (tom. 23), s. 53-55; N. Raišić, *Nuclear safety standards for quality assurance*, IAEA Bulletin 1984, nr 1 (tom 26), s. 60-62.

⁴⁶ Zob. IAEA, *Nuclear Research...*, s. 4.

⁴⁷ Zob. C. Stoiber, A. Baer, N. Pelzer, W. Tonhauser, *Handbook on Nuclear Law*, s. 31-32.

⁴⁸ Zob. C. Stoiber, A. Cherf, W. Tonhauser, M. de Loudres Vez Carmona, *op. cit.*, s. 32.

⁴⁹ Zob. D. Sellner, G. Hennenhöfer, A. Schaeffer, M. Sailer, *Expert's Report. The Role of the Independent Expert Organisations and the Risks Related to Changing the Supervision Processes*, Berlin 2007, s. 1.

⁵⁰ Zob. H. Steinhauer, *Roles, functions and values that guide TSOs* (w:) *Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations in Enhancing Nuclear Safety and Security – Proceedings of an International Conference Tokyo, Japan 25-29 Oktober 2010*, Wiedeń 2011, s. 30.

⁵¹ Zob. IAEA, *Nuclear Research...*, s. 44. M. Leger uważa wręcz, że istnieje szeroki konsensus w zakresie uznania, iż wymóg niezależności istnieje także względem dozoru jądrowego – zob. M. Leger, *The Prospects for Nuclear Law. 50th Anniversary of the Nuclear Law Committee Colloquium of 6 February 2007*, <<http://www.oecd-neo.org/law/colloquium/leger.pdf>>, s. 60.

⁵² Ibidem, s. 33.

⁵³ Zob. M. Layton, T. Harris, *Emerging need for nuclear security technical and scientific support* (w:) *Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations in Enhancing Nuclear Safety and Security – Proceedings of an International Conference Tokyo, Japan 25-29 Oktober 2010*, Wiedeń 2011, s. 134.

⁵⁴ Zob. C. Stoiber, *op. cit.*, s. 122.

⁵⁵ Zob. L. Hahn, *Independent technical and scientific advice for regulatory decision making* (w:) *Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations in Enhancing Nuclear Safety – Proceedings of an International Conference Aix-en-Provence 23-27 April 2007*, Wiedeń 2007, s. 61-62.

⁵⁶ Ibidem, s. 56.

⁵⁷ Zob. m.in. K. Huda, *Establishment of a TSO and its possible contribution to public outreach in Indonesia* (w:) *Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations in Enhancing Nuclear Safety and Security – Proceedings of an International Conference Tokyo, Japan 25-29 Oktober 2010*, Wiedeń 2011, s. 62; H. Jazenkovic, *op. cit.*, s. 2; Zob. J. Repussard, *Summary and conclusions of the conference* (w:) *Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations in Enhancing Nuclear Safety and Security – Proceedings of an International Conference Tokyo, Japan 25-29 Oktober 2010*, Wiedeń 2011, s. 192.

⁵⁸ Zob. J. Repussard, *op. cit.*, s. 192.

⁵⁹ Zob. H. Jazenkovic, *op. cit.*, s. 2.

⁶⁰ Zob. M. Layton, T. Harris, *op. cit.*, s. 136; K. Huda, *op. cit.*, s. 62.

Największe kontrowersje budzi zagadnienie świadczenia usług eksperckich przez ten sam podmiot zarówno dozorowi jądrowemu, jak i operatorowi. Poglądy większości autorów są jednak zgodne co do tego, że takie rozwiązanie powoduje istotny konflikt interesów. Niektórzy z nich idą nawet dalej stojąc na stanowisku, że nie tylko równoczesna współpraca z dozorem i operatorem, ale już samo świadczenie jakichkolwiek usług komercyjnych równoległe do pracy wykonywanej dla dozoru przez TSO oznacza konflikt interesów⁶¹. K. Huda uważa, iż w przypadku takiej „hybrydowej”, świadczącej usługi obu stronom, TSO ciężko utrzymać jej niezależność⁶². Z poważnym konfliktem interesów będziemy mieć do czynienia zwłaszcza w przypadku, gdy taka sytuacja będzie miała miejsce w tym samym obiekcie. Daje to asumpt do przekonań o braku bezstronności TSO⁶³. Pogląd o niedopuszczalności pracy dla dwóch stron równocześnie podzielają szczególnie autorzy proweniencji dozorowej. W. Travers uważa, że TSO nie posiada niezależności absolutnej, gdyż w przypadku TSO dozorowej organizacja ta powinna pracować wyłącznie na rzecz i wniosek regulatora, co gwarantuje jej niezależność od operatora. W jego przekonaniu oznacza to zakaz wchodzenia w jakiegokolwiek interakcje z operatorem lub organizacjami wsparcia technicznego, które są od niego zależne⁶⁴. Najdosadniej pogląd ten ujął W. Renneberg uważając, iż nie może być mowy o niezależności podczas gdy pracująca na rzecz dozoru TSO czasami, bądź co jeszcze gorsze, w tym samym czasie świadczy swoje usługi także operatorowi. W jego opinii powinna obowiązywać zasada, iż określona TSO może pracować jedynie dla jednej strony procesu regulacyjnego⁶⁵. Wspomniani M. Layton i T. Harris wskazują w tym zakresie na przykład amerykańskiej Nuclear Regulatory Commission (NRC), która jest zobowiązana prawem do unikania zawierania kontraktów na doradztwo techniczne z podmiotami pracującymi na rzecz przemysłu jądrowego i operatorów z uwagi na fakt, iż taka sytuacja oznacza jawny konflikt interesów⁶⁶.

Na wypadek, gdy jednak mimo powyższych zastrzeżeń TSO pracować będzie zarówno dla dozoru, jak i dla operatora w literaturze wskazuje się przykładowe sposoby

łagodzenia wpływu takiej sytuacji na niezależność TSO. L. Hahn uważa, iż utrzymanie niezależności w przypadku świadczenia przez TSO usług także na rzecz operatora powinno opierać się na kodeksie etyki oraz pełnej przejrzystości działań umożliwiającej wykazanie (jeśli jest to prawdą), iż mimo pracy dla dwóch stron konflikt interesów nie występuje⁶⁷. Według C. Stoibera temu celowi służyć może m.in. zorganizowanie TSO w oddzielne piony posiadające oddzielne struktury zarządcze i kierownicze. Analizy prowadzone na rzecz operatora powinny być wykonywane przez personel inny niż wykonujący zadania dla dozoru. Dobrą praktyką byłyby także przeglądy wykonywanych analiz przez niezależnych ekspertów⁶⁸ oraz audyty całej TSO prowadzone przez niezależne ciała zewnętrzne w ramach przeglądów niezwiązanych z nadzorem ze strony regulatora⁶⁹.

3.4. Podsumowanie i własne ustalenia

Zrekonstruowana na potrzeby niniejszych rozważań definicja TSO nie udziela odpowiedzi na pytanie, czy działająca rzecz dozoru organizacja wsparcia technicznego powinna być instytucją niezależną w rozumieniu przepisów o niezależności dozoru. Tym bardziej nie można w oparciu o tę definicję ustalić zakresu ewentualnej wymaganej niezależności TSO. Jest to definicja abstrakcyjna obejmująca swoim zasięgiem wszystkie podmioty świadczące usługi doradztwa technicznego w zakresie bji or, bez względu na ich charakter organizacyjny oraz krąg odbiorców tych usług.

Jednoznacznej odpowiedzi w tej kwestii nie dają też dokumenty MAEA oraz doktryna, aczkolwiek w oparciu o nie można pokusić się o próbę naszkicowania pewnej logicznej konstrukcji myślowej. Zarówno przytoczone dokumenty, jak i cytowana literatura są zgodne co do tego, iż obowiązek zagwarantowania niezależności dozorowego TSO istnieje. Organizacje wsparcia technicznego nie mogą być związane organizacyjnie, czy personalnie ani z organizacją operatorską ani z podmiotami promującymi wykorzystywanie energii jądrowej. TSO nie powinny także świadczyć swoich usług równocześnie na dwa fronty – dla dozoru i operatora. Jeśli pozyskanie niezależnej organizacji w państwie macierzystym okazałoby się niemożliwe, to w pierwszej kolejności należy sięgnąć po podmioty zagraniczne, włącznie z organizacjami międzynarodowymi⁷⁰. Dopiero w przypadku braku takiej możliwości (co przy dość dużej liczbie doświadczonych TSO w Europie i na świecie

⁶¹ Zob. IAEA, *Nuclear Research...*, s. 44.

⁶² Zob. K. Huda, *op. cit.*, s. 63.

⁶³ Zob. D. Sellner, G. Hennenhöfer, A. Schaeffer, M. Sailer, *op. cit.*, s. 67.

⁶⁴ Zob. W. D. Travers, *Challenges faced by regulators and technical, scientific and support organizations (TSOs) in enhancing nuclear safety and security* (w:) *Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations in Enhancing Nuclear Safety and Security – Proceedings of an International Conference Tokyo, Japan 25-29 October 2010*, Wiedeń 2011, s. 73.

⁶⁵ Zob. W. Renneberg, *Independence and effectiveness in licensing, inspection and enforcement* (w:) *Effective Nuclear Regulatory Systems – Facing Safety and Security Challenges. Proceedings of an International Conference, Moscow, 27 February – 3 March 2006*, Wiedeń 2006, s. 46-47. Aprobując w tej kwestii T. Nowacki, *op. cit.*

⁶⁶ Zob. M. Layton, T. Harris, *op. cit.*, s. 134.

⁶⁷ Zob. L. Hahn, *op. cit.*, s. 63.

⁶⁸ Zob. C. Stoiber, *op. cit.*, s. 122.

⁶⁹ Ibidem, s. 125.

⁷⁰ I tak np. brytyjskie Health and Safety Executive w ostatnich 10 latach korzystało z usług czterech zagranicznych TSO – VTT (Finlandia), IRSN (Francja), GRS (Niemcy), NRC Research (USA) – zob. <<http://www.hse.gov.uk/nuclear/operational/research/gres013.htm>>.

cie wydaje się mało prawdopodobne) zarówno część dokumentów MAEA, jak i niektórzy autorzy dopuszczają korzystanie przez dozór z usług TSO pracującej także dla operatorów. Należy jednak zaznaczyć, iż jest to wyjątek przewidziany dla sytuacji szczególnych⁷¹. W takim przypadku do działalności TSO zastosowanie będą mieć liczne obostrzenia. Dotyczyć one będą m.in. szczególnego nadzoru (monitoring, audyty zewnętrzne, ocena efektów pracy itp.), struktury organizacyjnej (wydzielenie odpowiednich pionów, brak powiązań personalnych między nimi) oraz polityki i filozofii działania TSO nakierowanej na utrzymanie jak najszerszego zakresu faktycznej niezależności (ustanowienie, wdrożenie i przestrzeganie kodeksów etyki lub kodeksów dobrych praktyk).

Niezależnie od wyników powyższych ustaleń należy zwrócić uwagę na istnienie pewnej luki w rozumowaniu. Dotyczy to zarówno dokumentów MAEA, jak i opinii wyrażanych przez poszczególnych autorów. Obie grupy źródeł niejako z założenia uznają za udowodniony związek pomiędzy niezależnością organów dozoru jądrowego, a niezależnością samej TSO nie uzasadniając tego poglądu analizą ani interpretacją konkretnych przepisów. Brakuje tutaj klasycznych dociekań prawniczych, które w dostatecznym stopniu uzasadniałyby przyjęcie takiej, a nie innej tezy. Należy zatem przeprowadzić stosowny wywód celem ustalenia, czy obowiązek zapewnienia niezależności TSO wykonującej zadania dla dozoru rzeczywiście wynika z przepisów prawa międzynarodowego oraz, w przypadku udzielenia na to pytanie odpowiedzi twierdzącej, jaki jest zakres tej niezależności.

Ponieważ kwestią wymagającą wyjaśnienia jest pytanie o niezależność TSO jako organizacji wspierającej regulatora w nadzorze nad bezpieczeństwem energetyki jądrowej za punkt wyjścia do dalszych rozważań posłużyć musi Konwencja bezpieczeństwa jądrowego, jako ten akt prawa międzynarodowego, który bezpośrednio dotyczy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. Kluczowym, w zakresie niezależności dozoru jądrowego, jest przepis art. 8 ust. 2 Konwencji:

„Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure an effective separation between the functions of the regulatory body and those of any other body or organization concerned with the promotion or utilization of nuclear energy.”

⁷¹ M.in. dla krajów rozwijających się, nie posiadających wystarczających zasobów finansowych. Jednak należy zauważyć, że w przypadku inwestycji w energetykę jądrową koszty pozyskania ekspertyz zewnętrznych nie powinny stanowić większego problemu. Koszty ekspertyz powinny być bowiem wliczone w opłaty za wydawane przez dozór decyzje i tym samym ponoszone pośrednio lub bezpośrednio przez inwestora/operatora.

W związku z powyższym należy stwierdzić, że tzw. obowiązek zapewnienia niezależności organom dozorowym polega na skutecznym rozdzieleniu funkcji organu regulacyjnego od funkcji jakiegokolwiek innego organu lub organizacji, związanych z promocją lub wykorzystaniem energii jądrowej. Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że przepis powyższy w ogóle nie odnosi się do organizacji wsparcia technicznego. W istocie nie ulega wątpliwości, że żadna działalność doradcza prowadzona na rzecz dozoru nie jest *explicite* wymieniona w omawianym artykule. Jako pierwszy nasuwa się zatem wniosek, iż obowiązek oddzielenia od funkcji organów i organizacji promujących lub wykorzystujących energię jądrową dotyczy jedynie samego dozoru, nie zaś TSO. Konwencja wymienia jedynie organ regulacyjny, a nie wspomina o instytucjach świadczących usługi techniczne. Co więcej, w procesie regulacyjnym to przecież dozór podejmuje wszystkie decyzje i bierze za nie odpowiedzialność. Dotyczy to bezwarunkowo także tych rozstrzygnięć, których podstawą są oceny i ekspertyzy dokonywane przez TSO. Z drugiej jednak strony należy zauważyć, że prawodawca międzynarodowy mówiąc o oddzieleniu od funkcji promotorskich i związanych z użytkowaniem energii jądrowej wymienił w przepisie nie organ regulacyjny *sensu stricte*, ale posłużył się sformułowaniem „funkcji organu regulacyjnego”. Nie chodzi zatem wyłącznie o strukturalne oddzielenie organu dozorowego od innych organów. Także funkcje organu regulacyjnego mają być oddzielone od tych funkcji innych organów i organizacji, które związane są z promocją lub wykorzystaniem energii jądrowej. Tymczasem funkcje organu regulacyjnego nie ograniczają się jedynie do wydania rozstrzygnięcia w sprawie. Wydawanie decyzji i postanowień jedynie wieńczy dzieło, na które składają się także inne czynności, takie jak m.in. ustalanie stanu faktycznego, zbieranie dowodów i ich ocena. Działalność organizacji wsparcia technicznego bez wątpienia polega na pomocy w ustalaniu stanu faktycznego i zbieraniu dowodów. Taki walor mają ekspertyzy naukowe i techniczne będące podstawą do rozstrzygnięć dozoru jądrowego. Podążając tym tokiem rozumowania należy zatem przyjąć, że opisana działalność TSO stanowi wykonywanie funkcji organu regulacyjnego i że tym samym istnieje obowiązek jej oddzielenia od działalności innych podmiotów dotyczącej promocji lub wykorzystywania energii jądrowej. Omawiany przepis nakłada nie tylko nakaz określonego zachowania przez TSO, ale jest też skierowany bezpośrednio do dozoru. Nakazując rozdzielenie funkcji regulacyjnych od tych związanych z promocją lub wykorzystaniem energii jądrowej *de facto* zakazuje on dozorowi korzystania przy wykonywaniu zadań regulacyjnych z usług TSO zaangażowanych w promocję

lub wykorzystywanie energii jądrowej. A za taką właśnie działalność należałoby uznać sytuację, w której TSO wykorzystuje lub promuje energię jądrową oraz, gdy świadczy usługi podmiotom regulowanym lub promotorom energii jądrowej. Rozumując *a contrario* należy zatem stwierdzić, że organy dozoru jądrowego mogą korzystać jedynie z pomocy tych TSO, które są od tych podmiotów niezależne.

Potwierdzenie obu powyższych obowiązków wynika z art. 1 i) w zw. z art. 10 Konwencji bezpieczeństwa jądrowego. Jednym z trzech jej celów, określonym w art. 1 i) jest „zapewnienie i utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa jądrowego na świecie”⁷². Sposobem na osiągnięcie tego celu ma być m.in. „poprawa środków krajowych w tym zakresie”. Korzystając z zawartego w art. 31 ust. 1 Konwencji wiedeńskiej o prawie traktatów⁷³ domniemania racjonalności prawodawcy międzynarodowego, nakazującego interpretować przepisy umowy międzynarodowej w dobrej wierze, zgodnie ze zwykłym znaczeniem użytych w niej wyrazów oraz w świetle jej przedmiotu i celu, należy sądzić, że „poprawa środków krajowych” powinna zostać dokonana poprzez uwzględnienie w krajowych porządkach prawnych przepisów Konwencji, jako tych, które zawierają rozwiązania zwiększające poziom bezpieczeństwa jądrowego. Oddzielenie funkcji regulacyjnych (w tym wykonywanych przez TSO) od innych związanych z wykorzystaniem lub promocją energii jądrowej stanowi, więc jeden z elementów systemu bezpieczeństwa jądrowego w rozumieniu Konwencji. Ponownie korzystając z wniosku *a contrario* należy zauważyć, że niestosowanie się do któregośkolwiek z elementów tego systemu (w tym do przedmiotowego obowiązku rozdzielania funkcji) uniemożliwi uzyskanie postulowanego wysokiego poziomu bezpieczeństwa jądrowego. Tymczasem dyspozycja art. 10 nakazuje zapewnienie, aby wszystkie organizacje bezpośrednio zaangażowane w działalność z elektrowniami jądrowymi⁷⁴ ustanowiły takie zasady postępowania, które dają należyty priorytet bezpieczeństwu jądrowemu nad innymi aspektami tej działalności (w tym ekonomicznymi). Oznacza to, że ich działania powinny uwzględniać cele Konwencji przewidziane jej poszczególnymi przepisami, w tym przede wszystkim wspomniany cel zasadniczy zapewnienia i utrzymania wysokiego poziomu bezpieczeństwa jądrowego. Dotyczy to także TSO w zakresie obowiązku oddzielenia wykonywanych przez nie funkcji regula-

cyjnych od funkcji związanych z promocją i wykorzystaniem energii jądrowej oraz dozoru w odniesieniu do zakazu korzystania z usług TSO wykonującego zadania na rzecz operatorów lub promotorów energii jądrowej. Nie ulega wątpliwości, iż oba typy organizacji są bezpośrednio zaangażowane w działalność z elektrowniami jądrowymi.

Przechodząc do rozważań nad zakresem wymaganej niezależności TSO należy w pierwszej kolejności zwrócić uwagę na przymiotnik dodany do wyrażenia „rozdzielenie funkcji”. Otóż w myśl przepisu art. 8 ust. 2, to rozdzielenie musi być skuteczne, co oznacza, że analogicznie do samego dozoru, TSO powinny być wolne od niepożądanych wpływów podmiotów zainteresowanych rozstrzygnięciem w kwestiach związanych z bezpieczeństwem jądrowym⁷⁵. W założeniu służyć ma to zagwarantowaniu, że wszelkie decyzje podejmowane są wyłącznie w oparciu o przesłanki merytoryczne. Za najważniejsze dla skutecznego rozdzielania należy uznać brak jakiegokolwiek podległości organizacyjnej i finansowej TSO względem podmiotów wykorzystujących lub promujących energię jądrową, jako potencjalnie zainteresowanych korzystnymi dla siebie rezultatami jej pracy. TSO musi być zatem instytucją odrębną od inwestorów, operatorów i promotorów energii jądrowej. Ponadto pomiędzy TSO, a wymienionymi podmiotami nie powinno być żadnych więzów personalnych. Dotyczy to zwłaszcza funkcji kierowniczych, ale i innych decyzyjnych stanowisk w TSO. W szczególności przedstawiciele podmiotów regulowanych i promotorów energii jądrowej nie mogą sprawować stanowisk kierowniczych oraz zasiadać w radach naukowych, nadzorczych, czy organach doradczych TSO mających wpływ na strategię i kierunki ich działania. W przeciwnym wypadku zachodziłaby realna groźba, że mimo instytucjonalnej odrębności na działalność TSO wpływ i tak miałyby podmioty zainteresowane konkretnymi efektami ich pracy, przez co rozdzielenie funkcji byłoby fikcyjne. Paralelne obciążenia dotyczą również kadry kierowniczej i decyzyjnej TSO. Nie powinna ona pełnić analogicznych funkcji w organizacjach operatorskich lub promotorskich. Niedopuszczalne byłoby np. sprawowanie przez jej przedstawicieli funkcji członków zarządu czy rady nadzorczej lub wykonywanie innej odpłatnej działalności na rzecz podmiotów regulowanych czy organizacji propagujących wykorzystanie energii jądrowej. W przeciwnym wypadku, z uwagi na uzyskiwane korzyści o charakterze finansowym lub osobistym należałoby domniemywać ich zainteresowanie powodzeniem działalności, np. operatorów elektrowni jądrowych. W konsekwencji rodziłoby to poważny konflikt interesów oraz uzasadnione wątpliwości co do ich bezstronności w kierowaniu działalnością TSO. Zakaz zatrudniania się u podmio-

⁷² Art. 1 i) Konwencji bezpieczeństwa jądrowego: „to achieve and maintain a high level of nuclear safety worldwide through the enhancement of national measures and international co-operation including, where appropriate, safety-related technical co-operation.”

⁷³ Sporządzona w Wiedniu 23 maja 1965 r. (Dz. U. z 1990 r., Nr 74, poz. 439).

⁷⁴ Wraz z towarzyszącą im infrastrukturą w rozumieniu art. 2 (i) Konwencji.

⁷⁵ Zob. m.in. IAEA, *Fundamental Safety Principles*, s. 8.

tów regulowanych i promotorów energii jądrowej dotyczyć powinien także wszystkich innych pracowników TSO, którzy piastują stanowiska istotne dla świadczenia usług doradczych dozorowi. Zasada ta powinna znaleźć zastosowanie także w odniesieniu do całej TSO. Z powodów wymienionych powyżej organizacja wsparcia technicznego nie może świadczyć usług i dozorowi i operatorowi równocześnie. TSO powinna zdecydować, czy pracować na rzecz regulatora, czy podmiotów przez niego nadzorowanych⁷⁶.

Do analogicznych konkluzji dojść można także analizując postanowienia Wspólnej konwencji. Jej przepisy nie dotyczą wprawdzie bezpośrednio eksploatacji elektrowni jądrowych, jednak aspekty gospodarowania wypalonym paliwem i odpadami promieniotwórczymi odgrywają istotną rolę w nadzorze nad bezpieczeństwem energetyki jądrowej. Także na tym polu dozór jądrowy potrzebuje wsparcia technicznego z zewnątrz, którego niezależność powinna być zagwarantowana stosownie do brzmienia art. 20 ust. 2. Norma zawarta w tym przepisie nakazuje stronom Konwencji podjęcie właściwych działań w celu zapewnienia skutecznej niezależności funkcji organu regulacyjnego od innych funkcji spełnianych przez organizacje zaangażowane w postępowanie z wypalonym paliwem oraz odpadami promieniotwórczymi⁷⁷.

Podobne wnioski można sformułować analizując postanowienia odpowiednich dyrektyw europejskich, które w dużej mierze bazują na ww. konwencjach. Zgodnie z art. 5 ust. 2 dyrektywy 2009/71/Euratom dotyczącej bezpieczeństwa jądrowego organ regulacyjny powinien być operacyjnie oddzielony od innych organów lub organizacji zaangażowanych w promowanie lub wykorzystywanie energii jądrowej, tak aby zapewnić jego faktyczną niezależność w regulacyjnym procesie decyzyjnym⁷⁸. Niemal bliźniaczy jest przepis art. 6 ust. 2 dyrektywy 2011/70/Euratom dotyczącej postępowania

z wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi. Zgodnie z nim organ regulacyjny powinien być funkcjonalnie oddzielony od wszelkich innych podmiotów lub organizacji zaangażowanych w promowanie lub wykorzystywanie energii jądrowej, tak, by przy wykonywaniu funkcji regulacyjnej zapewnić jego faktyczną niezależność od niepożądanych wpływów⁷⁹. W obu przypadkach organ dozoru nie może korzystać zatem z usług takiej TSO, która pracuje na rzecz operatora (bądź jest tożsama z operatorem lub promotorem), gdyż opieranie się na opiniach i ekspertyzach takiego podmiotu w oczywisty sposób odbierałoby dozorowi wymaganą przepisami dyrektyw rękojmię niezależności w wykonywaniu funkcji regulacyjnych.

Ponieważ wszystkie wymienione powyżej dokumenty prawa międzynarodowego używają terminu „funkcje związane z promocją i wykorzystaniem energii jądrowej” to należy zauważyć, że zgodnie z ich literalnym brzmieniem opisana zasada niezależności wyklucza ze współpracy z dozorem nie tylko te TSO, które świadczą usługi dla promotorów i użytkowników samych elektrowni jądrowych, ale także wszystkie te organizacje wsparcia technicznego, które zaangażowane są w promocję i wykorzystywanie energii jądrowej w ogóle. Dotyczy to zatem także tych potencjalnych doradców technicznych, którzy wykonują swoją działalność na rzecz użytkowników promieniowania jonizującego, wykorzystujących je w celach innych niż energetyczne, a więc także w medycynie, przemyśle, rolnictwie, czy badaniach naukowych.

4. Niezależność TSO na gruncie ustawy – Prawo atomowe

4.1. Zakres współpracy TSO z dozorem jądrowym

Zgodnie z polskim prawem dozór jądrowy ma szerokie uprawnienia do korzystania z pomocy organizacji wsparcia technicznego w zakresie nadzoru nad energetyką jądrową. Zgodnie z art. 39e ust. 1 pkt 2 lit. a ustawy – Prawo atomowe⁸⁰ może on korzystać z laboratoriów i organizacji eksperckich w toku oceny wniosku o wydanie zezwolenia na budowę, rozruch, eksploatację i likwidację elektrowni jądrowej. Stosownie do art. 39e ust. 3 uprawnienie to istnieje także w przypadku wy-

⁷⁶ O ile w przypadku TSO świadczących swe usługi równocześnie dozorowi i przemysłowi jądrowemu istnienie konfliktu interesów nie budzi wątpliwości, to sytuacja nie jest już tak jednoznaczna, gdy organizacje wsparcia technicznego pracują wprawdzie wyłącznie dla dozoru ale wcześniej taką samą działalność wykonywały na rzecz operatora bądź innych podmiotów związanych z promocją lub wykorzystaniem energii jądrowej. Kwestia ta jest poruszana w części artykułu dotyczącej niezależności TSO na gruncie przepisów polskiego prawa.

⁷⁷ Art. 20 ust. 2 Wspólnej konwencji: „Each Contracting Party, in accordance with its legislative and regulatory framework, shall take the appropriate steps to ensure the effective independence of the regulatory functions from other functions where organizations are involved in both spent fuel or radioactive waste management and in their regulation.”

⁷⁸ Art. 5 ust. 2 dyrektywy 2009/71/Euratom: „Państwa członkowskie zapewniają, aby właściwy organ regulacyjny był operacyjnie oddzielony od innych organów lub organizacji zaangażowanych w promowanie lub wykorzystywanie energii jądrowej, w tym w produkcję energii elektrycznej, w celu zapewnienia jego faktycznej niezależności w regulacyjnym procesie decyzyjnym.”

⁷⁹ Art. 6 ust. 2 dyrektywy 2011/70/Euratom: „Państwa członkowskie zapewniają, aby właściwy organ regulacyjny był funkcjonalnie oddzielony od wszelkich innych podmiotów lub organizacji zaangażowanych w promowanie lub wykorzystywanie energii jądrowej lub materiałów promieniotwórczych, w tym w produkcję energii elektrycznej oraz zastosowania izotopów promieniotwórczych, lub w gospodarowanie wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi, tak by przy wykonywaniu przezeń funkcji regulacyjnej zapewnić jego faktyczną niezależność od niepożądanych wpływów.”

⁸⁰ Dz. U. z 2012 r., poz. 264.

dawania wyprzedzającej opinii dotyczącej planowanej lokalizacji elektrowni jądrowej (art. 36a) oraz ogólnej opinii dotyczącej planowanych rozwiązań organizacyjno-technicznych w przyszłej działalności (art. 39b). Ponadto art. 66 ust. 1 pkt 11 daje taką możliwość w odniesieniu do kontroli elektrowni jądrowej. Art. 37 ust. 4 pkt 1 precyzuje zaś, że można korzystać z pomocy laboratoriów i organizacji eksperckich także w toku kontroli wykonawców i dostawców systemów oraz elementów konstrukcji i wyposażenia elektrowni jądrowej, a także wykonawców prac prowadzonych przy jej budowie, wyposażeniu i likwidacji. Przewidziano także możliwość udziału TSO w systemie koordynacji kontroli i nadzoru nad bezpieczeństwem obiektów jądrowych poprzez udział w posiedzeniach współdziałających organów na zaproszenie Prezesa PAA.

4.2. Niezależność (odrębność) organizacyjna TSO

Zagwarantowaniu niezależności wspomnianych organizacji wsparcia technicznego służyć mają przepisy art. 66a⁸¹. Zgodnie z nimi organizacje świadczące pomoc dozorowi winny posiadać autoryzację wydawaną przez Prezesa PAA. Do jej uzyskania niezbędne jest łączne spełnienie wszystkich przesłanek wymienionych w art. 66a ust. 1. Obok wymogów posiadania określonych kompetencji laboratoria i organizacje eksperckie nie mogą być projektantami, wytwórcami, dostawcami, instalatorami lub przedstawicielami podmiotów zaangażowanych w projektowanie, budowę lub eksploatację elektrowni jądrowej (art. 66a ust. 1 pkt 1). Dodatkowo muszą one gwarantować bezstronne przeprowadzenie kontroli (art. 66a ust. 1 pkt 4).

Norma wyrażona w przepisie art. 66a ust. 1 pkt 1 nie pozostawia wątpliwości, że TSO musi być niezależna organizacyjnie, tj. musi być jednostką odrębną od operatora i innych wymienionych organizacji zaangażowanych w działalność elektrowni jądrowych (projektanci, wytwórcy, dostawcy, instalatorzy, budowniczowie) oraz nie może sama prowadzić takiej działalności. Wyrażenie „elektrowni jądrowej” należy przy tym interpretować szeroko – jako każdą elektrownię jądrową, a nie tylko te z nich, które będą podlegać polskiemu dozorowi jądrowemu. Konieczność zachowania odrębności pociąga za sobą także wspomniany wyżej zakaz powiązań personalnych pomiędzy tymi podmiotami a TSO. Niezależnie od powyższego obowiązek odrębności organizacyjnej można wyprowadzić także z treści art. 66a ust. 1 pkt 4. Oczywiście bowiem jest, że TSO zależna organizacyjnie

(strukturalnie) od ww. podmiotów nie daje rękojmi bezstronności przeprowadzenia kontroli.

Powstaje jednak pytanie, czy ta sama zasada obowiązuje także w stosunku do innych użytkowników energii jądrowej (w tym użytkowników innych niż elektrownie jądrowe obiektów jądrowych⁸²) oraz promotorów jej wykorzystywania. Innymi słowy, czy TSO może się angażować w wykorzystanie energii jądrowej niezwiązane z elektrowniami jądrowymi oraz w działalność promocyjną w tym zakresie? Zgodnie z prawem międzynarodowym i europejskim do negatywnych przesłanek podjęcia współpracy dozoru z organizacjami wsparcia technicznego należy także ich zaangażowanie w wykorzystanie i promocję energii jądrowej *sensu largo*, nie ograniczające się jedynie do zastosowań energetycznych.

Na gruncie Prawa atomowego rozstrzygnięciu tych wątpliwości służyć może wymieniona powyżej przesłanka bezstronności zawarta w art. 66a ust. 1 pkt 4. Zgodnie z nią laboratoria i organizacje eksperckie mogą uzyskać autoryzację, jeśli „gwarantują bezstronne przeprowadzenie kontroli”. Sformułowanie to należy do grupy tzw. określeń nieostrych⁸³, w związku z czym udzielający (lub odmawiający) autoryzacji w drodze decyzji Prezes PAA dysponuje pewnym zakresem swobody w ocenie stanu faktycznego. Nie należy jednak mylić określeń nieostrych z upoważnieniem do uznania. Użyte w tekście aktu prawnego określenia nieostre podlegają takim samym regułom wykładni, jak wszystkie inne użyte w nim wyrażenia oraz stanowią przedmiot kontroli sądowoadministracyjnej pod kątem prawidłowości ich interpretacji⁸⁴. Prezes PAA nie może zatem arbitralnie określać okoliczności, jakie przemawiają za brakiem gwarancji bezstronności przeprowadzenia kontroli po stronie TSO. Ustalenia w tym przedmiocie powinny opierać się na zasadach prawidłowego i logicznego rozumowania oraz mieć podstawę w okolicznościach faktycznych i regułach językowych. Kryteriom tym odpowiadają niewątpliwie przypadki, w których zadania TSO świadczą podmioty tożsame z lub zależne od wymienionych w art. 66a ust. 1 pkt 1 instytucji zaangażowanych w działalność z wykorzystaniem elektrowni jądrowych. Wiążą się one z po-

⁸² Zgodnie z art. 3 pkt 17 Prawa atomowego obiektami jądrowymi oprócz elektrowni jądrowej są: reaktor badawczy, zakład wzbogacania izotopowego, zakład wytwarzania paliwa jądrowego, zakład przerobu wypalonego paliwa jądrowego, przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego oraz bezpośrednio związany z którymkolwiek z tych obiektów (włączając elektrownię jądrową) i znajdujący się na jego terenie obiekt służący do przechowywania odpadów promieniotwórczych.

⁸³ Nazwa używana za § 146 ust. 1 pkt 2 Zasad techniki prawodawczej – załącznika do rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 20 czerwca 2002 r. w sprawie „Zasad techniki prawodawczej” (Dz. U. Nr 100, poz. 908).

⁸⁴ Zob. A. Nałęcz, *Uznanie administracyjne a reglamentacja działalności gospodarczej*, Warszawa 2010, s. 61-62.

⁸¹ Zob. uzasadnienie do obecnego art. 66a – Uzasadnienie do projektu ustawy o zmianie ustawy – Prawo atomowe oraz o zmianie niektórych innych ustaw, s. 78-79, Druk Sejmowy 3939 (Sejm VI kadencji).

ważnym konfliktem interesów, który rodzi uzasadnione, obiektywne obawy co do bezstronności TSO. Sytuacja nie jest już jednak tak jednoznaczna, jeśli chodzi o zaangażowanie TSO w wykorzystanie energii jądrowej do celów innych niż produkcja energii elektrycznej (włącznie z użytkowaniem pozostałych obiektów jądrowych) oraz promocję energii jądrowej.

Przyjęcie z góry założenia, iż prowadzenie wymienionych wyżej działalności wyklucza bezstronność, teoretycznie mogłoby w pewnych okolicznościach być niewspółmierne do faktycznego ich wpływu na gwarancje bezstronności TSO. I tak, np. wykorzystywanie jedynie źródeł promieniotwórczych lub reaktora badawczego oraz zaangażowanie w promocję zastosowania promieniowania jonizującego w medycynie nie musi automatycznie zaprzeczać niezależności i bezstronności TSO pracującej dla dozoru w elektrowni jądrowej. Z drugiej strony jest prawdopodobne, że wpływ takiej działalności będzie negatywny w stopniu uzasadniającym odmowę wydania decyzji o udzieleniu autoryzacji. Dlatego też opierając się wyłącznie na literalnej wykładni przepisu art. 66a ust. 1 pkt 4, można przyjąć, że ocena w tym zakresie powinna być dokonywana w odniesieniu do każdego przypadku z osobna⁸⁵. Przy jej dokonywaniu zgodnie z art. 66a ust. 5 pkt 2 Prezes PAA może korzystać z uprawnienia do przeprowadzenia kontroli weryfikującej spełnianie wymagań przewidzianych w art. 66a ust. 1, co niewątpliwie stanowi instrument ułatwiający podjęcie właściwej decyzji⁸⁶. Poza tym zakres działania Prezesa PAA w tym względzie nie ogranicza się jedynie do wydania bądź odmowy wydania decyzji o udzieleniu autoryzacji. Może on dokonać także zmiany zakresu autoryzacji (art. 66a ust. 4), w tym również na wniosek zainteresowanego po uprzedniej odmowie i uzgodnieniu nowego zakresu autoryzacji (art. 66a ust. 6).

Z drugiej strony istnieją jednak przesłanki, żeby przepis art. 66a ust. 1 pkt 4 interpretować w sposób zapewniający spójność ustawy z obowiązującymi aktami prawa międzynarodowego, tj. Konwencją bezpieczeństwa jądrowego⁸⁷ i dyrektywą 2009/71/Euratom⁸⁸. Uzasadniając takie podejście należy w pierwszej kolejności zauważyć, że zgodnie z art. 87 ust. 1 Konstytucji⁸⁹ jednym ze źródeł powszechnie obowiązującego w Rzeczypospolitej Polskiej prawa jest ratyfikowana umowa międzynarodowa. Interpretowanie przepisów ustawy w duchu zgodności z Konwencją bezpieczeństwa jądrowego

wego jest zaś konieczne dla jej wykonania, gdyż z uwagi na charakter jej najważniejszych zapisów nie nadaje się ona do bezpośredniego stosowania w rozumieniu art. 91 ust. 1 Konstytucji. Nie można więc zapewnić jej skuteczności jedynie poprzez ratyfikację i ogłoszenie w Dzienniku Ustaw. Nie ma też mechanizmu egzekwowania wynikających z niej obowiązków państw, analogicznego do skargi o stwierdzenie uchybienia zobowiązaniom prawa europejskiego przed Trybunałem Sprawiedliwości UE. Tymczasem istnieje obowiązek zapewnienia skuteczności konwencji. Ma on swoje źródło w fundamentalnej zasadzie prawa międzynarodowego *pacta sunt servanda* wynikającej zarówno ze zwyczaju, jak i z prawa pozytywnego⁹⁰ oraz w art. 9 Konstytucji stanowiącym, iż Rzeczpospolita Polska przestrzega wiążącego ją prawa międzynarodowego. Wreszcie zgodnie z dyspozycją samej konwencji państwa będące jej stronami zobowiązane są do „podjęcia odpowiednich kroków” zapewniających skuteczność jej postanowień⁹¹. Najważniejszym z owych „odpowiednich kroków” jest niewątpliwie krajowa działalność prawotwórcza. Poszczególne przepisy powinny być więc na tyle precyzyjne, aby realizacja celów i postanowień konwencji była możliwa, co jednak nie zawsze jest wykonalne. Niejednokrotnie bowiem w ustawodawstwie wewnętrznym poszczególnych państw używane są sformułowania niejednoznaczne i niejasne. W takim przypadku jedynym sposobem na zapewnienie skuteczności Konwencji bezpieczeństwa jądrowego jest jedynie adekwatna, zgodna z duchem konwencji interpretacja takich przepisów, w tym także dokonywana przez organy administracji. Na koniec wypada zauważyć, że odczytanie art. 66a ust. 1 pkt 4 jako wykonania konwencji i dyrektywy zapewnia niewątpliwie wewnętrzną spójność ustawy – Prawo atomowe, której art. 1 ust. 1 pkt 5 stwierdza, iż określa ona m.in. „zasady wypełniania zobowiązań międzynarodowych, w tym w ramach Unii Europejskiej⁹², dotyczących bezpieczeństwa jądrowego (...)”.

Celem konwencji jest osiągnięcie i utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa jądrowego na świecie m.in. poprzez skuteczne oddzielenie funkcji organu regulacyjnego od funkcji innych organów i organizacji, dotyczących promocji lub wykorzystania energii jądrowej. Pochodną nakazu rozdzielenia funkcji jest zakaz angażowania się podmiotów biorących udział w działalności regulacyjnej w wykorzystywanie i promocję energii jądrowej. Służyć ma to zapewnieniu niezależności rozstrzygnięć dozoru jądrowego. Tam, gdzie konieczne jest

⁸⁵ Jako materiał pomocniczy przy dokonywaniu takiej oceny (jak i podejmowaniu decyzji o udzieleniu autoryzacji) można wykorzystać stosowne zalecenia MAEA pamiętając wszakże o ich niewiążącym charakterze.

⁸⁶ Prezes PAA mógłby np. sprawdzać, czy w ww. przypadkach TSO posiadają odpowiednią strukturę organizacyjną, politykę zarządzania oraz wdrożone i respektowane kodeksy etyki czy dobrych praktyk.

⁸⁷ Oraz Wspólną konwencją.

⁸⁸ Oraz dyrektywą 2011/70/Euratom.

⁸⁹ Dz. U. Nr 78, poz. 483 z późn. zm.

⁹⁰ Art. 26 Konwencji wiedeńskiej o prawie traktatów.

⁹¹ Zob. m.in. kluczowy dla niniejszych rozważań art. 8 ust. 2: „Each Contracting Party shall take the appropriate steps...”.

⁹² Mimo odrębnej osobowości prawnej Europejskiej Wspólnoty Energii Atomowej należy przyjąć, że przepis art. 1 ust. 1 pkt 5 odnosi się też do jej dorobku prawnego.

zasięgnięcie dodatkowej wiedzy technicznej niezbędną przesłanką tej niezależności będzie bezstronna, oparta jedynie na czynnikach merytorycznych ocena stanu faktycznego przez TSO. Zaangażowanie się TSO w wykorzystywanie lub promocję energii jądrowej oznaczać może konflikt interesów i groźbę utraty bezstronności. Nakazując rozdzielenie tych funkcji konwencja tworzy więc domniemanie, iż zaangażowanie się w wykorzystywanie lub promocję energii jądrowej *sensu largo* przez podmiot biorący udział w działalności regulacyjnej (w tym TSO) oznacza brak rękojmi jego bezstronności. W związku z powyższym interpretowanie przepisu art. 66a ust. 1 pkt 4 zgodnie z postanowieniami konwencji pociąga za sobą konieczność obligatoryjnego uznania za naruszenie gwarancji bezstronności wykorzystywania i promowania przez TSO energii jądrowej w każdej postaci. To z kolei oznacza niemożność wykonywania przez TSO jakiejkolwiek działalności z wykorzystaniem obiektów jądrowych czy źródeł promieniotwórczych oraz prowadzenia jakiejkolwiek formy akcji popierających wykorzystywanie energii jądrowej.

Analogiczne wnioski wypływają z analizy dyrektywy 2009/71/Euratom, w odniesieniu do której należy zauważyć, iż zgodnie z zasadą wykształconą w orzecznictwie Trybunału Sprawiedliwości UE⁹³ istnieje obowiązek prounijnej wykładni prawa krajowego. Oznacza to, że krajowe przepisy powinny być interpretowane w taki sposób, aby tak dalece, jak jest to możliwe odpowiadały treści prawa UE, ze szczególnym uwzględnieniem dyrektyw, jako tych aktów, które podlegają transpozycji do krajowego porządku prawnego⁹⁴. W związku z powyższym interpretacja przepisów krajowych powinna być dokonywana tak, aby umożliwiać realizację celów dyrektywy, którymi są utrzymanie ciągłej poprawy i promowania bezpieczeństwa jądrowego i jego regulacji za pomocą ram wspólnotowych oraz zapewnienie wprowadzenia przez państwa członkowskie odpowiednich rozwiązań krajowych zapewniających wysoki poziom bezpieczeństwa jądrowego. W związku z powyższym należy zatem zapewnić skuteczne wykonanie art. 5 ust. 2 dyrektywy 2009/71/Euratom, tj. uzyskanie stanu operacyjnego oddzielenia dozoru jądrowego od innych organów i organizacji zaangażowanych w promowanie lub wykorzystanie energii jądrowej w celu zapewnienia

jego faktycznej niezależności w regulacyjnym procesie decyzyjnym. Dla osiągnięcia wyrażonej tu *explicite* niezależności niezbędnym czynnikiem jest bezstronność uczestników procesu regulacyjnego, w tym wydających opinie techniczne TSO. Opierając się na brzmieniu art. 5 ust. 2 dyrektywy należy zatem założyć, że podobnie jak ma to miejsce w przypadku Konwencji bezpieczeństwa jądrowego dyrektywa domniemywa brak tej bezstronności u instytucji i organów zaangażowanych w wykorzystanie i promocję energii jądrowej. Stąd prounijna interpretacja przepisu art. 66a ust. 1 pkt 4 oznaczać będzie, że aby utrzymać gwarancję bezstronności TSO nie może angażować się w żadną formę wykorzystania i promocji energii jądrowej.

4.3. Praca dla dozoru lub operatora (promotora)

Art. 66a ust. 1 pkt 1 nie daje jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy organizacyjnie odrębna od operatora (oraz innych podmiotów wymienionych w przepisie) TSO może świadczyć usługi równocześnie dozorowi jądrowemu i podmiotom przez niego nadzorowanym. Wydaje się jednak, że może on stanowić podstawę odmowy udzielenia autoryzacji TSO świadczącym w tym samym czasie usługi zarówno dozorowi, jak i podmiotom projektującym, budującym i eksploatującym elektrownię jądrową. Z jednej strony wspomniany przepis wśród negatywnych przesłanek uzyskania autoryzacji nie wymienia wprawdzie wprost wykonywania działalności dla obu stron równocześnie. Z drugiej jednak mówi on wyraźnie, że autoryzacji nie mogą uzyskać te laboratoria i organizacje eksperckie, które m.in. są przedstawicielami podmiotów „zaangażowanych” w budowę lub eksploatację elektrowni jądrowych.

Jeśli przyjąć, że „zaangażowanie w projektowanie, budowę i eksploatację” oznacza nie tylko zaangażowanie się inwestora lub operatora, ale także każdą działalność, która przyczynia się do zaprojektowania, wybudowania i prowadzenia eksploatacji elektrowni jądrowej, to należałoby stwierdzić, iż termin ten obejmuje także działalność TSO w tym zakresie⁹⁵. Biorąc pod uwagę, iż wykonywane na rzecz inwestora i operatora funkcje TSO są nie tylko pomocne, ale wręcz konieczne w procesie projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej, taka interpretacja wydaje się, jak najbardziej uzasadniona⁹⁶. Poza tym jest ona zgodna z postanowieniami Konwencji bezpieczeństwa jądrowego o ko-

⁹³ W wyroku z dnia 13 listopada 1990 r. ETS w sprawie C-106/89, *Marleasing SA v La Comercial Internacional de Alimentacion SA* (ECR 1990, s. I-4135), stwierdził, że sąd krajowy ma obowiązek, tak dalece jak jest to możliwe, interpretować prawo krajowe w oparciu o brzmienie i cel dyrektywy tak, aby zamierzony cel dyrektywy mógł zostać osiągnięty.

⁹⁴ Zmiany wprowadzone do Prawa atomowego ustawą z dnia 13 maja 2011 r. o zmianie ustawy – Prawo atomowe oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. Nr 132, poz. 766) wraz z wprowadzeniem art. 66a, stanowią transpozycję dyrektywy 2009/71/Euratom do prawa polskiego – zob. odnośnik 2) w tekście ustawy oraz uzasadnienie do jej projektu.

⁹⁵ Dotyczyć to powinno działalności świadczonej na rzecz wszystkich podmiotów zaangażowanych w projektowanie, budowę i eksploatację elektrowni jądrowych, nawet tych, które nie są nadzorowane przez dozór jądrowy, z którym współpracuje TSO.

⁹⁶ Analogiczne rozumowanie należy zastosować także przy wykładni przepisu art. 5 ust. 2 dyrektywy 2009/71/Euratom i użytego tam sformułowania „(...) organów lub organizacji zaangażowanych w promowanie lub wykorzystywanie energii jądrowej (...)”.

nieczności skutecznego rozdzielania wszystkich funkcji regulacyjnych od wykorzystania energii jądrowej oraz z przepisami dyrektywy 2009/71/Euratom o operacyjnym oddzieleniu dozoru jądrowego od organów i organizacji zajmujących się wykorzystaniem energii jądrowej celem zapewnienia jego faktycznej niezależności w regulacyjnym procesie decyzyjnym.

Według literalnego brzmienia przepisu art. 66a ust. 1 pkt 1 autoryzacji nie mogą uzyskać „przedstawiciele podmiotów” zaangażowanych w projektowanie, budowę lub eksploatację elektrowni jądrowej. Sytuacja ta może więc, wydawać się problematyczna do zastosowania tego przepisu do TSO, gdyż zgodnie z przedstawioną powyżej argumentacją nie będą one „przedstawicielami podmiotów”, ale same będą spełniać kryteria podmiotu zaangażowanego w wymienioną w przepisie art. 66a ust. 1 pkt 1 działalność. Zgodnie jednak z zasadą wnioskowania *a minori ad maius*, skoro uzyskanie autoryzacji jest zakazane dla przedstawiciela określonego podmiotu, to musi być również zakazane w stosunku do samego podmiotu jako całości.

Zakaz równoczesnej pracy dla dozoru i przemysłu jądrowego wynika także z treści art. 66a ust. 1 pkt 4. Podobnie jak brak odrębności organizacyjnej fakt świadczenia usług równocześnie dla dwóch stron procesu regulacyjnego zaprzecza *per se* bezstronności TSO. Ponadto stosując w odniesieniu do art. 66a ust. 1 pkt 4 i w tym przypadku zaprezentowaną powyżej wykładnię zapewniającą spójność przepisów polskich z Konwencją bezpieczeństwa jądrowego i dyrektywą 2009/71/Euratom należy stwierdzić, że przepis art. 66a ust. 1 pkt 4 pozwala objąć swoim zasięgiem szerszą gamę stanów faktycznych. Wyprowadzony z niego zakaz dotyczy nie tylko operatorów i innych podmiotów zaangażowanych w działalność elektrowni jądrowych, ale także wszystkich innych podmiotów, które zaangażowane są w jakąkolwiek formę wykorzystania energii jądrowej lub jej promocję, bez względu na fakt, czy dana działalność podlega kontroli i nadzorowi dozoru jądrowego.

4.4. Inne przypadki konfliktu interesów

Z uwagi na dużą elastyczność użytego sformułowania art. 66a ust. 1 pkt 4 pozwala na objęcie swoim zakresem także innych, niż wynikające z Konwencji bezpieczeństwa jądrowego i dyrektywy 2009/71/Euratom, przypadków zagrożenia niezależności dozoru ze strony TSO. Opierając się na nim, można odmówić udzielenia autoryzacji także podmiotom, które znane są ze stronniczego nastawienia do kwestii energetyki jądrowej. Dotyczy to również poszczególnych pracowników takiej instytucji. Należy przy tym pamiętać, że zachowanie bezstronności oznacza zupełną neutralność w po-

głądach na materię poddawaną regulacji. Poszczególne podmioty i zatrudniony w nich personel nie mogą zatem demonstrować żadnych poglądów w tym zakresie. Zaprzeczeniem bezstronności byłoby zatem zarówno reprezentowanie stanowiska promującego lub afirmującego w stosunku do energetyki jądrowej, jak również stosunek z założenia negatywny, który mógłby prowadzić do nieuzasadnionych, niekorzystnych rozstrzygnięć dla operatora nadzorowanego obiektu⁹⁷.

Pojemność określenia „gwarancja bezstronności” pozwala również na ocenę tych stanów faktycznych, które wprowadzie nawiązują do uregulowań konwencji i dyrektywy ale nie są jednoznaczne. Chodzi np. o sytuacje, w których TSO nie angażują się w wykorzystywanie czy promocję energii jądrowej oraz nie świadczą doradztwa na rzecz podmiotów nadzorowanych ale takie działalności wykonywały w przeszłości. Prezes PAA korzystając m.in. z uprawnienia do kontroli przewidzianego w art. 66a ust. 5 pkt 2 powinien zatem ustalić, czy i w jaki sposób wcześniejsza działalność TSO może oddziaływać na aktualny stan jego bezstronności w procesie kontroli elektrowni jądrowej.

4.5. Podsumowanie

Prawo atomowe nie definiuje pojęcia organizacji wsparcia technicznego, a jedynie wymienia rodzajowo podmioty, które mogą wykonywać ich funkcje. W zakresie pomocy technicznej w nadzorze nad elektrowniami jądrowymi są to laboratoria i organizacje eksperckie⁹⁸. Instytucje te mają znaczące miejsce w systemie kontroli i nadzoru nad bezpieczeństwem jądrowym elektrowni jądrowych, a przez to duże możliwości pośredniego wpływania na rozstrzygnięcia dozoru jądrowego. Z tego powodu fundamentalnym zagadnieniem współpracy dozoru z TSO są: wysoki poziom doświadczenia i kompetencji oraz możliwie szeroki zakres niezależności organizacji wsparcia technicznego. W ostatecznym rozrachunku to m.in. od obu tych czynników w równym stopniu zależeć będzie poziom bezpieczeństwa jądrowego elektrowni jądrowych w Polsce.

W zakresie niezbędnej niezależności TSO polskie prawo wiernie odzwierciedla ducha regulacji międzynarodowych i europejskich. Dzięki odpowiednim zapisom i technice legislacyjnej, bez uszczerbku dla celu, słusznie pozwala na elastyczne podejście do kwestii zapewnienia odpowiedniego poziomu niezależności TSO. Zamiast sztywnego powtarzania przepisów międzynarodowych i europejskich posługuje się ono częściowo

⁹⁷ Zob. N. Pelzer, *Nuclear New Build – New Nuclear Law ?*, NLB 2009, nr 2(84), s. 12; NEA/OECD, *Nuclear...*, s. 308.

⁹⁸ W przypadku innych obiektów jądrowych są to: biegły, eksperci i laboratoria – zob. art. 37 ust. 4 pkt 2, art. 39e ust. 1 pkt 2 lit. b, art. 66 ust. 1 pkt 11 Prawa atomowego.

klauzulą „gwarancji bezstronności”. Na szczególną aprobatę zasługuje system kwalifikowania laboratoriów i organizacji eksperckich do świadczenia usług na rzecz dozoru. Ma to korzystny wpływ zarówno na pozycję dozoru, jak i podmiotów chcących ubiegać się o kontrakty na usługi doradztwa technicznego. Pierwszym jego etapem jest udzielenie autoryzacji przez Prezesa PAA i niejako nadanie statusu TSO; drugim wybór TSO do konkretnych zadań w drodze przetargu⁹⁹. Warunkiem otrzymania autoryzacji jest spełnienie przez kandydata wymogów w zakresie kompetencji i niezależności. Z jednej strony pozwala to na zachowanie koniecznej kontroli dozoru nad wyborem potencjalnych partnerów do współpracy. To bowiem dozór jądrowy odpowiada za wydawane decyzje i dlatego to on jako jedyny powinien mieć wpływ na dobór współpracowników w działalności regulacyjnej. Z drugiej strony tworzy się przejrzyste, równe dla każdego zasady ubiegania się o zlecenia, co wymusza konkurencję i pośrednio gwarantuje wysoki poziom usług i profesjonalizm TSO¹⁰⁰, co wpłynie niewątpliwie pozytywnie na stan bezpieczeństwa jądrowego, którego beneficjentem jest całe społeczeństwo.

W zakresie szczegółowych rozwiązań dotyczących zapewnienia niezależności, zgodnie z polskimi przepisami TSO muszą być organizacjami samodzielnymi, niewchodzącymi w skład i niebędącymi częścią podmiotów zaangażowanych w powstawanie i eksploatację elektrowni jądrowych (projektanci, wytwórcy, dostawcy, instalatorzy, budowniczowie, operatorzy). TSO musi ponadto zdecydować, której ze stron procesu regulacyjnego świadczyć chce swoje usługi. Nie może ona, prowadzić swojej działalności równocześnie na rzecz dozoru i ww. podmiotów. Pomiędzy tymi podmiotami, a TSO nie mogą też istnieć żadne zależności personalne. Zatrudnianie się u nich pracowników TSO i *vice versa* jest niedopuszczalne (dotyczy to szczególnie funkcji kierowniczych). W przypadku innych, wymienionych w tekście, sytuacji stwarzających poten-

cjalny konflikt interesów istnieje elastyczny mechanizm ustalania, czy określony stan rzeczy stanowi naruszenie niezależności, czy nie. Składają się na niego konieczność uzyskania autoryzacji, przesłanka jej uzyskania w postaci „gwarancji bezstronności”¹⁰¹ oraz możliwość przeprowadzenia kontroli celem weryfikacji spełnienia przewidzianych dla TSO wymogów. Bezstronność TSO powinna być oceniana zgodnie z kryteriami niezależności dozoru jądrowego przewidzianymi w Konwencji bezpieczeństwa jądrowego oraz dyrektywie 2009/71/Euratom¹⁰². Oznacza to, iż zgodnie z polskim prawem organizacje wsparcia technicznego pracujące na rzecz dozoru jądrowego nie mogą być zaangażowane w wykorzystywanie i promocję energii jądrowej *sensu largo* niezależnie od formy takiej aktywności. Obejmuje to także zakaz świadczenia działalności doradczej na rzecz podmiotów wykorzystujących lub promujących energetykę jądrową oraz istnienia powiązań personalnych między nimi a TSO.

5. Zakończenie i wnioski

Fundamentem skutecznego systemu kontroli i nadzoru nad energetyką jądrową jest zapewnienie niezależności w podejmowaniu decyzji w procesie regulacyjnym. W pierwszej kolejności odnosi się to do samych organów dozoru jądrowego, jako tych podmiotów, które bezpośrednio są odpowiedzialne za wydawanie i prawidłowość poszczególnych decyzji. Obowiązek ten dotyczy jednak w równym stopniu także innych podmiotów wykonujących czynności regulacyjne, czyli te, które mają lub mogą mieć wpływ na kształt rozstrzygnięć podejmowanych przez dozór jądrowy. Logiczną konsekwencją jest więc zaadresowanie tego obowiązku także do organizacji wsparcia technicznego pracujących na rzecz dozoru jądrowego. Ich działalność polega na sporządzaniu ocen, ekspertyz i analiz nt. bezpieczeństwa poszczególnych elementów obiektu jądrowego, w tym elektrowni, które stanowią podstawę dowodową decyzji podejmowanych przez organy dozoru jądrowego.

Instrumenty prawa międzynarodowego nie poruszają *explicite* kwestii niezależności organizacji wsparcia technicznego. Z ich analizy wynika jednak, że atrybuty niezależności przynależne organom dozoru jądrowego

⁹⁹ Co pozwala wyłonić podmioty faktycznie gwarantujące najwyższy poziom usług w przedmiotowej dziedzinie.

¹⁰⁰ Zagwarantowanie bezpieczeństwa jądrowego jest rzeczą fundamentalną, której znaczenia dla społeczeństwa, gospodarki i państwa nie da się przecenić. Jest to najważniejszy obowiązek nałożony przez prawo na wszystkich zaangażowanych w wykorzystywanie energii jądrowej (art. 10 Konwencji bezpieczeństwa jądrowego). W trakcie oceny stanu bezpieczeństwa elektrowni jądrowych dozór powinien mieć więc możliwość posługiwania się organizacjami o najwyższym dostępnym na wolnym rynku poziomie doświadczenia, wiedzy i niezależności, w tym pochodzącymi z zagranicy, bądź organizacjami międzynarodowymi. Dozór powinien mieć też dużą dozę swobody w wyborze usługodawcy lub kilku usługodawców jednocześnie – w zależności od aktualnych potrzeb, gdyż nie każda organizacja w równym stopniu wykonuje tę samą działalność, lub posiada wymagany stopień wyspecjalizowania w danej dziedzinie. Niedopuszczalne byłoby w tym kontekście np. uzależnienie dozoru od jednego tylko podmiotu.

¹⁰¹ Oprócz sytuacji opisywanych w treści artykułu o bezstronności lub jej braku świadczyć mogą też takie czynniki jak m.in. referencje TSO czy osobiste przekonania jej pracowników względem energetyki jądrowej.

¹⁰² Art. 66a mówi jedynie o elektrowniach jądrowych, jednak podobne rozumowanie należy zastosować także w przypadku gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi. Ocena niezależności TSO w tym przypadku powinna być dokonywana na podstawie analogicznych przepisów Wspólnej konwencji oraz dyrektywy 2011/70/Euratom, tj. odpowiednio art. 5 ust. 2 i art. 6 ust. 2.

powinny posiadać także TSO. Zgodnie z międzynarodowymi przepisami nie mogą one być zaangażowane w żadną formę wykorzystania i promocji energii jądrowej. Oznacza to, iż nie tylko nie mogą one same wykonywać takiej działalności, w tym związanej z wykorzystaniem elektrowni jądrowej i innych obiektów jądrowych, ale także nie mogą świadczyć swoich usług innym podmiotom prowadzącym taką działalność. Powyższa zasada obejmuje też zakaz wszelkich powiązań personalnych pomiędzy tymi podmiotami a TSO. Takie stanowisko znaleźć można w zaleceniach MAEA oraz przytłaczającej większości literatury przedmiotu.

Polskie prawo w omawianym zakresie odzwierciedla uregulowania przewidziane zarówno Konwencją bezpieczeństwa jądrowego, jak i dyrektywą 2009/71/Euratom, w związku z czym ww. kryteria mają zastosowanie także do laboratoriów i organizacji eksperckich chcących wspierać polski dozór jądrowy w działalności regulacyjnej elektrowni jądrowych. W zależności od zakresu nakaz zapewnienia niezależności TSO wynika wprost z przepisów ustawy – Prawo atomowe bądź pośrednio poprzez oparcie się na zawartej w nich przesłance zapewnienia bezstronności. Dzięki tej odpowiedniej technice legislacyjnej za pomocą polskich przepisów można objąć nawet większą liczbę stanów faktycznych, w których wykonywanie roli TSO dla dozoru byłoby niedopuszczalne niż ma, to miejsce w przypadku wspomnianych instrumentów międzynarodowych.

Niezależnie od uczynienia zadość przepisom prawa dobór organizacji wsparcia technicznego zgodnie z opisanymi powyżej zasadami będzie miał korzystny wpływ na poziom zaufania społecznego do dozoru jądrowego oraz pośrednio gwarantować będzie bezpieczną eksploatację elektrowni jądrowych. To z kolei przełożyć się może na rzecz dla energetyki jądrowej fundamentalną – świadome poparcie społeczeństwa przekonanego o tym, że jego bezpieczeństwo gwarantowane jest przez podmioty kompetentne i niezależne od zewnętrznych wpływów.

*mgr Tomasz R. Nowacki,
Warszawa*

Poglądy przedstawione w niniejszym artykule są prywatnymi poglądami autora i nie mogą być traktowane jako oficjalne stanowisko lub oficjalna (urzędowa) wykładnia tekstu prawnego dokonywana w imieniu Ministerstwa Gospodarki.



JAK ZAPEWNIĆ WSPÓŁUCZESTNICTWO SPOŁECZEŃSTWA W PROCESACH DECYZYJNYCH?

Dwie polskie jednostki naukowo-badawcze – Instytut Chemii i Techniki Jądrowej i Narodowe Centrum Badań Jądrowych uczestniczą w realizacji projektu pod nazwą IPPA w ramach European Union Seventh Framework Programme. IPPA, czyli IMPLEMENTING PUBLIC PARTICIPATION APPROACHES IN RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL (Wdrażanie polityki współuczestnictwa społeczeństwa w procesach decyzyjnych związanych ze składowaniem odpadów radioaktywnych) ma na celu ustanowienie areny dla zbliżenia wszystkich interesariuszy w celu zwiększenia zrozumienia dla problemów składowania odpadów radioaktywnych i wymiany poglądów pomiędzy zainteresowanymi stronami. Projekt jest realizowany w 12. krajach Europy, ale jest zogniskowany na krajach Europy Centralnej i Wschodniej.

W dniach 18-19 czerwca odbyło się szkolenie przeznaczone dla polskich uczestników projektu (i osób zainteresowanych), którego celem było:

- pomoc i wsparcie dla przedstawicieli organów decyzyjnych i innych interesariuszy zaangażowanych w zagospodarowanie odpadów i Program Polskiej Energetyki Jądrowej w zrozumieniu znaczenia uczestnictwa społeczeństwa w procesach decyzyjnych i konieczności dostosowania się do krajowych i międzynarodowych wymagań w tym zakresie – w szczególności do postanowień Konwencji z Aarhus;
- zainicjowanie procesu nabywania umiejętności tworzenia projektów i praktycznych zdolności skutecznego angażowania ludzi w procesy podejmowania decyzji dotyczących problematyki jądrowej i ekologicznej;
- pomoc w dostrzeganiu przez interesariuszy korzyści i wyzwań wynikających z uczestnictwa społeczeństwa w procesach podejmowania decyzji.

W szkoleniu wzięło udział około 30 osób z kilkunastu instytucji, a w tym z instytutów naukowych, ministerstw i urzędów państwowych (MSZ, MŚ, MG, PAA, PGE). Wśród uczestników spotkania byli także ekolodzy i niezależni eksperci.

Program spotkania obejmował m.in. następujące grupy zagadnień:

1. Postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i włączanie się społeczeństwa: obowiązujące zasady a praktyka – przegląd międzynarodowy;
2. Międzynarodowe i krajowe standardy i wymagania dotyczące uczestnictwa społeczeństwa w decyzjach odnoszących się do zagospodarowania odpadów i energetyki jądrowej;
3. Planowanie procesu uczestnictwa: ważne jest, aby mieć dobrze przygotowany proces i znać jego najistotniejsze elementy;
4. Znaczenie informacji zawartych w Konwencji z Aarhus dla planowania społecznej partycypacji.

Program realizowany był przy wykorzystaniu różnych metod i środków przekazu: prezentacji, pracy w grupach, paneli dyskusyjnych, ankiet, dyskusji plenarnych, a także gry imitującej debatę z udziałem różnego rodzaju interesariuszy.

Spotkanie otworzyła prof. Grażyna Zakrzewska koordynator polskiej części projektu IPPA. Wykładowcami i prowadzącymi różnego rodzaju zajęcia z uczestnikami szkolenia byli: pani Claire Mays – psycholog społeczny, pani Kaidi Tingas, ekspert z zakresu partycypacji społecznej oraz Jerzy Jendrośka, członek Komitetu ds. Przestrzegania Konwencji z Aarhus, dyrektor Centrum Prawa Środowiskowego w Polsce.

Zachęcając zainteresowanych Czytelników PTJ do zapoznania się z bogatą dokumentacją spotkania w IChTJ przytaczam poniżej kilka informacji na temat korzyści i trudności związanych z udziałem społeczeństwa, a także o szczególnych uprawnieniach organizacji ekologicznych.

Korzyści wynikające z zaangażowania się ludzi w proces podejmowania decyzji dotyczących kształtowania ich lokalnego otoczenia/środowiska obejmują: dodatkowe środki, lepsze decyzje, budowanie społeczności/wspólnoty, zgodność z przepisami, wykazania demokratycznej wiarygodności, łatwiejsze pozyskiwanie funduszy, zaspokojenie wymagań publicznych, możliwość wyważenia interesów wszystkich zainteresowanych stron, uniknięcie nieporozumień, szybszy, a przy tym zrównoważony rozwój.

Trudności napotymane podczas włączenia ludzi w proces podejmowania decyzji to między innymi:

1. udział społeczeństwa nie zawsze prowadzi do uzgodnienia każdej decyzji;
2. spowolnienie decyzji;
3. udział społeczeństwa tylko wtedy, kiedy uznaje, że jego interesy są zagrożone;
4. pojawienie się nierealistycznych oczekiwań;
5. otwarcie drogi dla nieuzasadnionych roszczeń; odwołań i skarg;
6. trudności finansowe.

Organizacje ekologiczne, które powołując się na swoje cele statutowe, zgłaszają chęć uczestniczenia w określonym postępowaniu wymagającym udziału społeczeństwa, uczestniczą w nim na prawach strony.

Organizacji ekologicznej od decyzji wydanej w postępowaniu wymagającym udziału społeczeństwa służy skarga do sądu administracyjnego, jeżeli jest to uzasadnione celami statutowymi tej organizacji, także w przypadku, gdy nie brała ona udziału w określonym postępowaniu wymagającym udziału społeczeństwa.

I jeszcze osobista refleksja. Podobało mi się zorganizowane pod koniec spotkania wysłuchanie publiczne z udziałem szerokiej reprezentacji społecznej przeprowadzone w formie gry (role play), w której, miałem przyjemność grać rolę reprezentanta Kościoła katolickiego. Ciekawa i trudna była ta ważna część szkolenia także dlatego, że zmuszała uczestników debaty do posługiwania się argumentami interesariuszy, w których się wcielali, często nawet wbrew własnym poglądom.

Należy wyrazić nadzieję, że podobnych sesji szkoleniowych będzie więcej. ■



O MOŻLIWOŚCIACH POZYSKIWANIA URANU Z ZASOBÓW KRAJOWYCH SEMINARIUM NAUKOWE W INSTYTUCIE CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ

21 czerwca 2012 r. odbyło się seminarium poświęcone postępowaniu prac wykonywanych w ramach projektu POIG.01.02-14-094/09 „Analiza możliwości pozyskiwania uranu dla energetyki jądrowej z zasobów krajowych”.

Podczas seminarium, w którym uczestniczyli m.in. naukowcy z instytutów, tworzących konsorcjum realizujące projekt (IChTJ oraz Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy) wygłoszono 17 referatów/prezentacji. Były wśród nich takie, które dotyczyły problematyki dość ogólnej („Przegląd złóż i wystąpień uranu w Polsce: ocena geologiczno-gospodarcza i przyrodnicza”, „Promocja projektu”, jak i bardzo specjalistyczne („Zastosowanie modułu membranowego z przepływem helikoidalnym w procesie ługowania rudy uranowej”, „Zastosowanie kaliks[6]arenów jako makrocyclicznych ligandów kompleksujących uran”, „Kompleksy aktynowców (IV,VI) z ligandami poli-n-dentnymi w roztworach wodno-metanolowych”).

Przytoczmy kilka ocen autorów (S. Wołkowicz, J. Miecznik, R. Strzelecki z PIG-PIB) pierwszego z wymienionych referatów.

Otóż ich zdaniem w Sudetach zasoby szacuje się na ok. 2000 ton. „Jednak ze względu na niskie zawartości, znaczne rozczłonkowanie okruszczowania, które występuje w 10-12 poziomach, silny związek uranu z substancją organiczną to wystąpienie nie ma obecnie żadnego znaczenia ekonomicznego”.

Również na obszarze Niżu Polskiego odkryte złoża uznano za pozabilansowe.

„Najbardziej interesujące okruszczowanie uranem na terenie Polski występuje w utworach dolnego i środkowego triasu środkowej części syneklizy perybałtyckiej. (...) Porównując to wystąpienie uranu do innych złóż tego typu można sądzić, że jego zasoby wynoszą ok. 20 tys. ton uranu.”

Cytowani autorzy twierdzą, że prawdopodobieństwo znalezienia złóż uranu w innych obszarach i strukturach geologicznych jest minimalne.

Fotorelacja z Seminarium znajduje się na ostatniej stronie okładki. ■

Stanisław Latek,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa



SPRAWOZDANIE: IRAŃSKI PROGRAM NUKLEARNY: PYTANIA I ODPOWIEDZI?

W środę 20 czerwca 2012 r. odbyła się konferencja pt.: „Irański program nuklearny: pytania i odpowiedzi?”, zorganizowana przez Fundację im. Kazimierza Pułaskiego, która jest organizacją specjalizującą się w problemach polityki zagranicznej. Fundacja im. K. Pułaskiego dostarcza strategiczne analizy i rozwiązania dla decydentów rządowych, sektora prywatnego i społeczeństwa obywatelskiego przewidując nadchodzące zmiany. Współorganizatorem konferencji była Ambasada Iranu w Polsce.

Celem konferencji było omówienie wpływu irańskiego programu nuklearnego na bezpieczeństwo międzynarodowe. Spotkanie otworzył J.E. Samad Ali Lakizadeh, ambasador Iranu w Polsce.

W panelu dyskusyjnym, który nastąpił po wykładzie pana Ali Asghar Soltanieha- ambasadora Iranu przy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i innych organizacjach międzynarodowych z siedzibą w Wiedniu (CTBTO, OPEC, OPEC Fund, UNIDO) udział wzięli dr Witold Waszczykowski (były wiceminister spraw zagranicznych RP oraz ambasador w Iranie, obecnie poseł na Sejm RP) oraz dr Marcin Andrzej Piotrowski (ekspert Polskiego Instytutu Spraw Międzynarodowych ds. Bliskiego Wschodu, specjalista ds. Zatoki Perskiej, Afganistanu i Pakistanu, oraz nieprolifracji broni masowego rażenia). Dyskusję moderował Zbigniew Pisarski, prezes Fundacji im. K. Pułaskiego. Ponieważ spotkanie odbyło się następnego dnia po nie udanych międzynarodowych pertraktacjach z Iranem w Moskwie, w których brał udział Ali Asghar Soltanieh, dyskusję zdominowały sprawy polityczne, między innymi perspektywy osiągnięcia porozumienia w sprawie pełnego przestrzegania układu NPT i zaprzestania działań mogących prowadzić do budowy jądrowych środków wybuchowych, reakcje Iranu na liczne dotychczasowe wynikające z braku takiego porozumienia sankcje, stosunki Iranu z azjatyckimi krajami jądrowymi.



Fot. 1. Pierwszy od prawej J.E. Samad Ali Lakizadeh, ambasador Iranu w Polsce, po środku Ali Asghar Soltanieh- ambasador Iranu przy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej

Krótką historia programu jądrowego

W 1957 r. Stany Zjednoczone podpisały z Iranem umowę o cywilnej współpracy atomowej. Dziesięć lat później w 1967 r. Stany Zjednoczone dostarczyły Iranowi pierwszy reaktor badawczy. Już w 1974 r. Szach Iranu Reza Pahlawi przedstawił perspektywiczny plan rozwoju energetyki jądrowej w Iranie, którego celem było osiągnięcie w krótkim czasie 23 tys. MW energii z elektrowni jądrowych. Iran podpisał w lipcu 1968 r. traktat o nieprolifracji (NPT) ratyfikowany w lutym 1970 r.

W 1987 r. - Iran zawarł porozumienie o długoterminowej współpracy nuklearnej z Pakistanem, a w 1990 r. z Chinami. W sierpniu 2002 r. - ujawniono istnienie dwóch nieznanych wcześniej obiektów - zakładu wzbogacania uranu w Natanz co spowodowało, że irański program nuklearny znalazł się w centrum zainteresowania międzynarodowego.

W raporcie MAEA z czerwca 2003 r. - stwierdzono, że Iran nie wywiązał się ze swoich zobowiązań w sprawie informowania o działaniach i materiałach nuklearnych.

W grudniu 2003 r. - Iran podpisał dodatkowy protokół do traktatu NPT.

W listopadzie 2004 r. - zawarto z Iranem porozumienie o zamrożeniu wszelkich działań związanych ze wzbogacaniem uranu.

W sierpniu 2005 r. - Iran poinformował IAEA o wznowieniu przetwarzania uranu w zakładzie w Isfahanie. Od tego czasu trwają nieustanne rozmowy (na różnych szczeblach Rady Bezpieczeństwa, rozmowy bilateralne, rządowe, ministerialne) na temat irańskiego programu jądrowego mającego na celu wyeliminowanie możliwości wytworzenia broni jądrowej w Iranie jednak, jak do tej pory bez widocznego rezultatu.

W 2010 r. - rozpoczęto w Iranie wzbogacanie uranu do 20% (w reaktorach energetycznych wzbogacenie nie przekracza 5%).

W raporcie MAEA z listopada 2011 r. stwierdzono wyraźnie, że Iran prowadzi działania zmierzające do budowy nuklearnego ładunku wybuchowego. Stanowisko Iranu od początku uruchomienia programu jądrowego nie ulega (trwa w tej chwili, cały czas) zmianie. Rząd w Iranie podtrzymuje, że tylko energia



Fot. 2. Od prawej: Zbigniew Pisarski, prezes Fundacji im. Pułaskiego, Ali Asghar Soltanieh, dr Witold Waszczykowski, dr Marcin Andrzej Piotrowski



Fot. 3. Otwarcie konferencji (fot. Krzysztof Rzymkowski)

atomowa jest w stanie pokryć szybko rosnące zapotrzebowanie na energię w modernizującym się społeczeństwie. ■

*Krzysztof Rzymkowski,
sekretarz generalny
Stowarzyszenia Ekologów
na Rzecz Energii Nuklearnej SEREN - POLSKA,
Warszawa*



SUKCES V MIĘDZYNARODOWEJ SZKOŁY ENERGETYKI JĄDROWEJ

W dniach 7 – 10 maja 2012 r. w Warszawie odbyła się piąta edycja Międzynarodowej Szkoły Energetyki Jądrowej organizowanej przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych we współpracy z Przedsiębiorstwem Użyteczności Publicznej Zakładem Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych.

Szkoła od samego początku cieszyła się dużym zainteresowaniem – uczestniczyło w niej ok. 185 osób – studentów i doktorantów uczelni wyższych i pracowników instytucji i organizacji jak: ministerstwa i urzędy centralne, urzędy wojewódzkie, organizacje społeczno-gospodarcze, firmy konsultingowe oraz przedsiębiorstwa sektora energetycznego: Ministerstwo Gospodarki, Podlaski Urząd Wojewódzki, Ambasada Francji, Państwowa Agencja Atomistyki, Urząd Miejski w Koszalinie, Urząd Gminy Krokowa, Główny Inspektorat Sanitarny, Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna

z Opolą, Katowic, Poznania, Bydgoszczy, Rzeszowa, Gdańska i Warszawy, Politechnika Warszawska, Politechnika Łódzka, Politechnika Wrocławska, Politechnika Gdańska, Uniwersytet Łódzki, Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie, Akademia Obrony Narodowej, Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, EDF Polska, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA, TAURON Wytwarzanie SA, RAFAKO SPÓŁKA AKCYJNA, Ernst & Young, Fundacja FORUM ATOMOWE, Stowarzyszenie Elektryków Polskich Wrocław, Euroregionalne Stowarzyszenie Inicjatyw Społeczno-Gospodarczych z Rzeszowa, kilka mniejszych firm i wiele osób prywatnych.

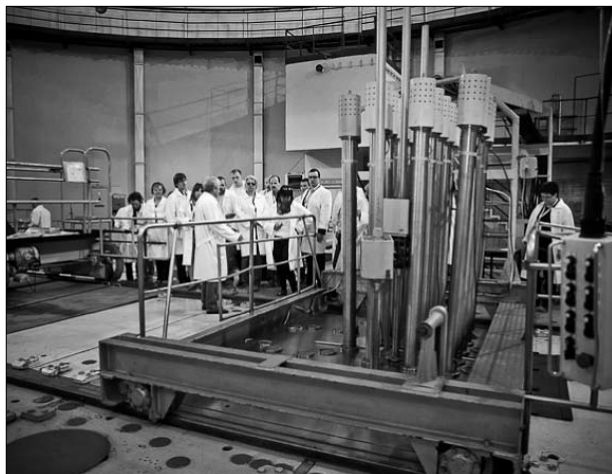
Patronat honorowy nad Szkołą objęło Ministerstwo Gospodarki. Otwarcia V Międzynarodowej Szkoły Energetyki Jądrowej dokonał dyrektor Narodowego Centrum Badań Jądrowych, prof. dr hab. Grzegorz Wrochna. Celem Szkoły było dostarczenie słuchaczom rzetelnej informacji o jądrowych źródłach energii, o aspektach bezpieczeństwa jądrowego, ekonomii i roli energetyki jądrowej w zapewnieniu ochrony środowiska i bezpieczeństwa energetycznego Polski. Szkoła podzielona została na dwie części. Część wykładowa odbyła się w sali konferencyjnej w Hotelu Gromada Lotnisko.

W czasie czterech dni trwania Szkoły wykłady zostały przedstawione dla wszystkich uczestników, a ponadto zorganizowane były warsztaty w dwóch turach, każda po dwie grupy, które przeprowadzono przy reaktorze MARIA i w laboratoriach badawczych Narodowego Centrum Badań Jądrowych. Pierwsza grupa uczestników wzięła udział w warsztatach w dniu 7. maja, a druga w dniu 10 maja 2012 r. Taki podział umożliwił uczestnikom bezpośredni udział w ćwiczeniach w stosowaniu wyposażenia dozymetrycznego i w wykonywaniu pomiarów promieniowania, a także odwiedzenie (w małych grupach) reaktora MARIA i Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych. W drugiej części Szkoły wzięło udział 100 osób.

W części wykładowej Szkoły uczestnicy mieli szansę wysłuchania 18 wystąpień autorów zaproszonych przez organizatorów. Referaty obejmowały pięć bloków tematycznych: program energetyki jądrowej w Polsce, bezpieczeństwo energetyki jądrowej w świetle awarii w elektrowni jądrowej



Fot. 1. Otwarcie Szkoły – prof. dr hab. Grzegorz Wrochna



Fot. 2. Warsztaty w reaktorze badawczym MARIA

w Fukushima, wpływ programu energetyki jądrowej na środowisko, problematykę odpadów promieniotwórczych i ochrony radiologicznej, rozwiązania projektowe zapewniające bezpieczeństwo. Wykłady przygotowane były przez wybitnych specjalistów i autorytetów z wyżej wymienionych dziedzin. Wychodząc poza zwykle przedstawiane podstawowe informacje, wykładowcy omówili wyniki analizy wysokiego szczebla wykonane dla reaktorów III generacji, w szczególności przedstawiając ich bezpieczeństwo w świetle wniosków z awarii w Fukushima i z programu testów bezpieczeństwa Unii Europejskiej.

W programie Szkoły przewidziano także miejsce na dyskusję panelową z udziałem osób najbardziej zainteresowanych lokalizacją pierwszej elektrowni jądrowej, czyli samych mieszkańców gmin, w których planowana jest jej budowa. Panel poprowadził prof. nzw. dr hab. inż. A. Kraszewski z Politechniki Warszawskiej, a wzięli w nim udział: Marcin Ciepliński z PGE Energia Jądrowa S.A., prof. dr inż. Andrzej Strupczewski z NCBJ, Wioletta Wójcik – redaktorka pisma „Więści Choczewskie”, Marek Krzebietke wiceprzewodniczący Rady Gminy Krokowa oraz Mikołaj Orzeł, kierownik referatu funduszy



Fot. 4. Zdjęcia z sesji wykładowej Szkoły (źródło: Szkoła Energetyki Jądrowej)



Fot. 3. Dyskusja panelowa z udziałem zaproszonych gości

strukturalnych, analiz i promocji Urzędu Gminy Gniewino. Swoje stanowisko w sprawie budowy elektrowni jądrowej na terenie Gminy Mielno, przedstawiła także w specjalnym liście kierowanym do przewodniczącego Komitetu Programowego Szkoły, wójt Olga Roszak-Peżała. Dyskusja ta stanowiła kontynuację tradycji zapraszania przedstawicieli środowisk antynuklearnych do wspólnego stołu, podtrzymywanej systematycznie od wielu lat przez organizatorów Szkoły.

Wygłoszone referaty cieszyły się dużym zainteresowaniem i żywą reakcją uczestników konferencji. Szczególnie intensywna dyskusja wywiązała się podczas sesji panelowej. Była to cenna okazja do wymiany poglądów i zaprezentowania stanowisk organizacji sprzeciwiających się energetyce jądrowej z okolic potencjalnych lokalizacji elektrowni jądrowej na Pomorzu i ekspertów oraz wielu uczestników z sali, popierających jej rozwój w Polsce.

Materiały – czyli teksty referatów oraz prezentacje wygłoszone w czasie Szkoły znajdują się na specjalnie przygotowanej witrynie www.szkola-ej.pl.

Podsumowując, V Międzynarodowa Szkoła Energetyki Jądrowej była imprezą udaną, o znakomitej frekwencji i dużym zainteresowaniu słuchaczy. Udział licznych wykładowców zagranicznych i zapewnienie tłumaczenia symultanicznego przyczyniły się do wysokiego poziomu informacji fachowych przekazywanych w ramach Szkoły.

Na koniec wypada podziękować partnerom oraz sponsorom Szkoły, którymi były: Ministerstwo Gospodarki, PGE Energia Jądrowa SA., Alstom, Areva Polska, EDF Polska, Ernst & Young, General Electric Hitachi oraz Westinghouse, bez których organizacja tego przedsięwzięcia byłaby bardzo trudna.

Jak wiadomo, mimo pozytywnego stanowiska inżynierów i organizacji technicznych w Polsce, rządów ogromnej większości krajów i organizacji międzynarodowych, w tym Parlamentu Europejskiego i Komitetów ONZ, istnieje w naszym społeczeństwie szereg wątpliwości co do potrzeby, bezpieczeństwa i opłacalności energetyki jądrowej. Narodowe Centrum Badań Jądrowych uważa za niezbędne prowadzenie otwartej dyskusji na te tematy na wszelkich spotkaniach organizowanych za lub przeciw energetyce jądrowej. Dlatego

zamierzamy tę dyskusję kontynuować i zorganizować kolejne edycje Szkoły Energetyki Jądrowej, która stała się już trwałym elementem działań w zakresie popularyzacji energetyki jądrowej w Polsce. ■

*Andrzej Strupczewski, Łukasz Koszuk,
Ewa Szlichcińska, Gabryela Kosicka,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Otwock-Świerk*



50 LAT CHEMII RADIACYJNEJ W ŁÓDZI

30 marca 2012 r. w Łodzi odbyło się spotkanie z okazji półwiecza chemii radiacyjnej w tym mieście. Za symboliczną datę uznaje się 1 kwietnia 1962 r., moment powołania na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej Katedry Chemii Radiacyjnej. Twórcą łódzkiej szkoły chemii radiacyjnej jest prof. dr hab. Jerzy Kroh, kierownik Katedry Chemii Radiacyjnej, a później wieloletni dyrektor Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej. MITR jako jednostka naukowo-dydaktyczna PŁ powstała w wyniku transformacji Katedry Chemii Radiacyjnej.

Na uroczystości jubileuszu tej zasłużonej dla polskiej nauki instytucji przybyło z całego kraju wielu znakomitych gości: uczonych, wychowanków i sympatyków. Były oficjalne wystąpienia, listy gratulacyjne kwiaty i wspomnienia. Zgromadzonych przywitał dyrektor MITR-u prof. Andrzej Marcinek.

Następnie, krótko o historii tej placówki opowiedział prof. Jerzy Kroh. Warto przypomnieć, że chemia radiacyjna jest dziedziną nauki, zajmującą się badaniami efektów chemicznych spowodowanych działaniem promieniowania jonizującego na materię. Początki chemii radiacyjnej są nierozdzielnie związane z pionierskimi odkryciami Marii Skłodowskiej-Curie. Uczona zaobserwowała, że w kontakcie soli radu z wodą powstają produkty gazowe (tlen i wodór) i poprzez analogię do elektrolizy nazwała to zjawisko radiolizą. O dokonaniach naukowych MITR-u mówił dr hab. Piotr Ułański. Pracownicy instytutu prowadzą badania podstawowe i stosowane w zakresie chemii fizycznej, ze szczególnym uwzględnieniem chemii radiacyjnej i radiochemii, a także wielu zagadnień fizyki chemicznej, fotochemii, spektroskopii, fizykochemii polimerów, biofizyki i biochemii.

Od 2000 r. działa w Instytucie Centrum Doskonałości Zastosowanie Laserów i Biomateriałów w Medycynie. Działalność naukowa prowadzona jest w grupach badawczych czterech Zespołów Naukowych: Podstawowej Chemii Radiacyjnej, Fizycznej Chemii Organicznej i Radiochemii, Chemii Radiacyjnej Stosowanej, Chemii Fizycznej i Komputerowej. Na koniec części oficjalnej jubileuszu prof. K. Bobrowski z Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie w wykładzie „Chemia radiacyjna w XXI wieku, kierunki rozwoju, perspektywy, zagrożenia” przedstawił wizję dalszego rozwoju badań w zakresie

chemii radiacyjnej. Właściwie trudno obecnie znaleźć dziedziny, życia, w których nie byłyby wykorzystywane rezultaty badań chemii radiacyjnej. Mogą one być w przyszłości kluczem do poznania np. przyczyn wielu nadal groźnych chorób (nowotworowych, choroby Parkinsona, Alzheimer'a itd.). Rozwój energetyki jądrowej wymaga również poznania radiolizy wykorzystywanych tam materiałów. Bardzo zaawansowane obecnie badania z zastosowaniem radiolizy impulsowej odkrywają tajemnice szybkich procesów chemicznych zachodzących w organizmach żywych. Ogólnie mówiąc zjawiskami radiacyjnymi interesują się między innymi: fizycy, biolodzy, medycy, chemicy katalitycy, fotochemicy, badacze kosmosu, energetycy i technolodzy różnych specjalności. Przykładowo tylko zagadnieniom chemii radiacyjnej polimerów, poświęcona jest współorganizowana przez MITR konferencja IRaP 2012. Serdecznie gratulujemy dyrekcji i pracownikom MITRU wspaniałego jubileuszu.

Miłośników chemii radiacyjnej odsyłamy do wydawnictw Instytutu Historii Nauki PAN, który z okazji 100 rocznicy przyznania Marii Skłodowskiej Nagrody Nobla z Chemii opublikował wiele ciekawych artykułów (np. Kwartalnik Historia Nauki i Techniki 2012/1). ■



WIN POLSKA

W dniu 5 czerwca 2011 r. w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie zapoczątkowało swoją działalność WIN-Polska, a oficjalnie zawiązało się dzień później stowarzyszenie kobiet popierających pokojowe wykorzystanie energii i technik jądrowych. Skrót „WIN Polska”, jako organizacja przyjęła jest odpowiednikiem europejskiej organizacji Women in Nuclear (WIN), z której doświadczeń korzysta polskie stowarzyszenie.

Członkinie i członkowie założyciele postanowili, że tymczasowo dopóki stowarzyszenie nie okrzepnie i nie nabierze form prawnych będzie działać przy Polskim Towarzystwie Nukleonowym. Warto wyjaśnić, że WIN jest otwarte również dla mężczyzn, którzy wyrażą chęć realizacji celów statutowych



Fot. 1. WIN Polska

stowarzyszenia. Podobnie jak PTN, również WIN zamierza działać na rzecz pokojowego wykorzystania zjawisk, procesów i technik jądrowych w różnych dziedzinach przemysłu, medycyny, rolnictwa, ochrony środowiska i nauki ze szczególnym uwzględnieniem roli kobiet w tych dyscyplinach. Przedstawiono propozycje statutu stowarzyszenia, w którym wymieniono podstawowe cele, jakie organizacja zamierza osiągnąć. Są to: podnoszenie wiedzy o zastosowaniach technologii jądrowych, promowanie zawodów związanych z technologiami jądrowymi wśród kobiet, działania na rzecz zwiększenia atrakcyjności karier w nauce i przemyśle przede wszystkim wśród licealistek i studentek, ułatwianie dostępu do pierwszej pracy w sektorze jądrowym, rozwijanie aktywności zawodowej kobiet w tym sektorze, informowanie o wyzwaniach i korzyściach związanych z technologiami jądrowymi, rozwijanie dialogu z opinią publiczną w celu informowania o zastosowaniach technologii jądrowych dla dobra człowieka i społeczeństwa, wymieniać doświadczeń i poszerzanie wiedzy pomiędzy członkiniami i członkami stowarzyszenia. Po burzliwej dyskusji ustalono, że projekt statutu zostanie rozesłany ponownie do wszystkich zainteresowanych uczestnictwem w WIN, w tym do par, które nie mogły przybyć na zebranie założycielskie.

Koordynacją działań będzie się zajmował wybrany Zarząd stowarzyszenia w składzie: prezes Grażyna Zakrzewska-Trznadel (Instytut Chemii i Techniki Jądrowej), wiceprezes Bogna Mysiek-Laurikainen (Narodowe Centrum Badań Jądrowych), wiceprezes Anna Wysocka-Rabin (Narodowe Centrum Badań Jądrowych), sekretarz Agnieszka Jaworska-Sobczak (Instytut Chemii i Techniki Jądrowej), a także Magdalena Piekarczyk (Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej) i Katarzyna Wołoszczuk (Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej), stanowiące wsparcie sekretariatu. Osoby zainteresowane przystąpieniem do WIN mogą to zrobić poprzez kontakt: a.jaworska@ichtj.waw.pl lub ptn@ichtj.waw.pl. ■



VII SPOTKANIE STOWARZYSZENIA INSPEKTORÓW OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W SKORZĘCINIE

Kilka lat temu nasze spotkania zostały rozszerzone o elementy wiedzy z zakresu ochrony radiologicznej nie tylko w środowiskach medycznych, ale również w zastosowaniach przemysłowych. Stało się już swojego rodzaju tradycją, że w miłej, koleżeńskej atmosferze spotykają się na początku czerwca w Skorzęcinie koło Gniezna pracownicy zatrudnieni w zakładach radiologii oraz zakładach przemysłowych stosujących źródła promieniowania i urządzenia wytwarzające promieniowanie jonizujące. Zjeżdżają się ze wszystkich krańców Polski, gdzie funkcjonują ośrodki ochrony radiologicznej, aby się poznać, wymienić kontakty, podzielić doświadczeniami zawodowymi.

Taka wspólnota to rzeczywista wartość, której może pozazdrościć wiele organizacji pozarządowych. Historia naszych spotkań została opisana w przekazanej uczestnikom spotkania w Kołobrzegu w maju 2012 r. książeczce pt. „UCIESZNA HISTORIA SPOTKAŃ INSPEKTORÓW OCHRONY RADIOLOGICZNEJ, ... czyli co działo się od Margonina 98' do Czarniejewa 2007". Autorem tekstu jest Jerzy Zandberg. Oto wstęp – „Zaczynaliśmy z dużego C. Pierwsze spotkanie inspektorów ochrony radiologicznej odbyło się w Margoninie, właściwie Margonińskiej Wsi położonej na Pojezierzu Chodzieskim. W roku 1997 kondycja psychiczna inspektora ochrony radiologicznej w jednostce służby zdrowia była nie do pozazdroszczenia. Po pierwsze, reprezentował on egzotyczną mniejszość zawodową i słusznie traktowany był jak obca narośl na zdrowej tkance służby zdrowia. Po drugie, jeżeli był chorobliwie ambitny, zanudzał kierownictwo wydumanymi problemami ochrony radiologicznej, tak jakby w szpitalu nie brakowało problemów rzeczywistych. Wszystko odbyło się po raz pierwszy. Nie było pewności, że spotkanie w ogóle dojdzie do skutku. Trzydzieści parę osób uczestniczących – było zachwyconych. Nawet uroczysta kolacja, zwana szumnie bankietem okazała się sukcesem organizatorów”.

W maju bieżącego roku odbyło się XV spotkanie IOR w Kołobrzegu. Zjazd Inspektorów Ochrony Radiologicznej był odmienny od wszystkich poprzednich z szeregu niżej wymienionych powodów. Po pierwsze, nigdy jeszcze nie zdarzyło się, by naszego spotkania nie zaszczylił swoją obecnością prof. Julian Malicki (powód nieobecności Profesora wynika z punktu drugiego). Po wtóre, nigdy jeszcze nasze spotkania nie odbywały się tak daleko od Poznania. Kołobrzeg może nie jest końcem świata, ale podróż pociągami, na przykład z Brzozowa (gdyby do Brzozowa doprowadzono linię kolejową) do Kołobrzegu jest o kilka godzin dłuższa od podróży samolotem z Warszawy do Pekinu z jedną przesiadką po drodze. Po trzecie, nigdy jeszcze „siorowcy” nie opuszczali w sposób zorganizowany przez Stowarzyszenie terytorium Najjaśniejszej Rzeczypospolitej.

Druga tegoroczna konferencja Stowarzyszenia Inspektorów Ochrony Radiologicznej (SIOR) odbyła się w dniach 20-23 czerwca w Skorzęcinie. Podczas spotkania omówione zostały zagadnienia z zakresu: aktualizacji przepisów, procedur w radiologii, bezpiecznego postępowania w sytuacjach zdarzeń radiacyjnych. Do programu konferencji włączono kwestie budowy w Polsce elektrowni jądrowej. Obrady spotkania w Skorzęcinie otworzyła prezes SIOR Maria Kubicka. Spotkanie podzielono na trzy panele. Pierwszy skierowany był do wszystkich uczestników. Pozostałe dwa podzielono na dwie odrębne sesje dotyczące zastosowań promieniowania jonizującego w medycynie oraz zastosowań źródeł promieniotwórczych w przemyśle. W pierwszym panelu wyodrębniono następujące sesje: Pomiar dozymetryczny; Dozymetria, dawki; Energetyka jądrowa – edukacja. W sesji wspólnej wystąpili pracownicy Państwowej Agencji Atomistyki: Maciej Skarżewski i Leszek Glejszczak. Tematem wystąpienia była działalność Centralnego Rejestru Dawek Indywidualnych Prezesa PAA oraz zasady reagowania na zdarzenia radiacyjne. Maciej Budzanowski i Izabela Milcewicz-Mika pracownicy

Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN wprowadzili nas w statystyki dawek od promieniowania X i *gamma* zmierzonych w Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN wygłaszając referaty: „Nowa metoda ponownego odczytu dawki w uprzednio odczytanych detektorach termoluminescencyjnych” i „Dozymetria na soczewki oczu - nowa metoda i usługa pomiaru Hp(3) w LADIS” oraz „Testy specjalistyczne - porównanie i analiza wyników badania parametrów fizycznych urządzeń radiologicznych w rentgenodiagnostyce i radiologii zabiegowej”. Autorami kolejnych doniesień byli pracownicy Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej Krzysztof Ciupek, Katarzyna Wołoszczuk, Katarzyna Szewczy: „Akredytacja stanowiska promieniowania *beta* w LWPDiR, Cytogenetyczna rekonstrukcja dawki pochłoniętej - usługa pomiarowa CLOR oraz przykłady jej praktycznego zastosowania” oraz „Narażenie pracowników na promieniowanie jonizujące od jodu promieniotwórczego w zakładach medycyny nuklearnej”. W sesji drugiej Katarzyna Golnik oraz Maria Kowalska przedstawiły temat: „Cytogenetyczna rekonstrukcja dawki pochłoniętej - usługa pomiarowa CLOR oraz przykłady jej praktycznego zastosowania.” Marta Bogusz Czerniewicz z Wielkopolskiego Centrum Onkologii w Poznaniu uczestnicząca w projekcie KE ACCIRAD, w sposób profesjonalny przedstawiła wstępne wyniki badania ankietowego realizowanego w ramach projektu KE ACCIRAD – *Guidelines on risk analysis of accidental and unintended exposures, in radiotherapy* – Wytycznych Komisji Europejskiej w zakresie analizy ryzyka przypadkowych i niezamierzonych napromieniowań w radioterapii. Jednym z dużych problemów współczesnej energetyki jądrowej, (przed którym stoi także Polska), to decyzja o sposobie gromadzenia i/lub przeróbce wypalonego paliwa jądrowego. Istnieją dwie filozofie postępowania a mianowicie: recykling wypalonego paliwa – cykl zamknięty oraz składowanie wypalonego paliwa jako odpad – cykl otwarty. W trzy miesiące po katastrofie elektrowni Fukushima Dai-ichi Wiesław Gorączko na XIV Zjeździe SIOR w Mikorzynie powiedział coś bardzo ważnego, co warto zapamiętać: „Większość pracowników elektrowni została ewakuowana, pozostało 50 ludzi prowadzących działania stabilizujące i zabezpieczające na terenie elektrowni. Ta awaryjna grupa została przez „prasę” i media nazwana samurajami. Było to – jak się niebawem okazało – zbyt „słabe” określenie, więc przemianowano ich na „kamikadze”. Jest to NADUŻYCIE, mające tylko podnieść zainteresowanie odbiorców informacji. Żadna, bowiem ekipa usuwająca awarię (jądrową, chemiczną,

przemysłową) nie jest grupą samobójców! Są to NAJWYŻSZEJ KLASY SPECJALIŚCI, doskonale znający elektrownię i jej funkcjonowanie, wyćwiczeni i wyszkoleni w usuwaniu skutków wszelkiego typu zdarzeń. W Polsce też taka grupa istnieje i nikt nie nazywa ich samobójcami.” W ostatnim czasie projekt powstania w Polsce pierwszej elektrowni jądrowej nabral tempa i istnieją już wyznaczone wstępnie daty kolejnych etapów wdrożenia inwestycji. Jednak sama elektrownia to nie wszystko, należy pamiętać, że każde urządzenie potrzebuje operatora i osoby odpowiedzialnej za jego stan.

W Sesji II dotyczącej energetyki jądrowej oraz edukacji Wiesław Gorączko z Politechniki Poznańskiej, inspektor ochrony radiologicznej, edukator energetyki jądrowej z Polskiego Towarzystwa Nukleonicznego (PTN) przybliżył nam temat pt.: Jądrowy cykl paliwowy dla Polski. Rafał Pietrzyk z Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu kontynuując temat energetyki jądrowej naświetlił plany realizacji programu edukacji dla energetyki jądrowej na uczelniach w Polsce. Grzegorz Jezierski przedstawił krótką historię powstania Muzeum lamp rentgenowskich w kraju. Dokonał również przeglądu konstrukcji i zastosowań lamp rentgenowskich. Kontynuacją tego tematu był wykład Wojciecha Głuszewskiego z Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej, sekretarza generalnego PTN pt.: „Maria Skłodowska-Curie prekursorką metody radiacyjnej sterylizacji”. Prelegent przypomniał pracę uczzonej na temat wpływu promieniowania rentgenowskiego na bakterie, która dała początek obecnie stosowanym powszechnie metodą sterylizacji radiacyjnej. Zwrócił jednocześnie uwagę, że Maria Skłodowska-Curie jako pierwsza doświadczyła skutków działania promieniowania jonizującego zajmując się ochotniczo prześwietlaniem żołnierzy na froncie I wojny światowej. Ponadto omówił kilka kwestii oddziaływania promieniowania jonizującego na materię istotnych z punktu widzenia praktycznych zastosowań chemii radiacyjnej na przykład do identyfikacji i konserwacji dzieł sztuki (przykładem była konserwacja obrazów Rembrandta z kolekcji Lanckorońskich). Kolejne wykłady programu konferencji dotyczyły różnych dziedzin od projektowania osłon w pracowniach akceleratorów, poprzez kwestie prawne. Piotr Możdżeń i Dorota Wróblewska przedstawili aktualne zagadnienia prawno-legislacyjne oraz organizacyjne z zakresu stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych. W nawiązaniu do poprzedniego tematu Ryszard Kowski omówił ważne dla pracowników zakładów radiologii zabiegowej tworzone obecnie procedury i audyty kliniczne. Jolanta Naniewicz zmierzyła się z zasadami projektowania osłon w tomografii komputerowej. Zaś Dariusz Sibilski z firmy Elektronik instrument service tomografią komputerową w przemyśle. Jan Chaś naczelnik działu Higieny Radiacyjnej Głównego Inspektoratu Sanitarnego w Państwowej Inspekcji Sanitarnej w Warszawie zajął się danymi statystycznymi dotyczącymi nadzoru nad aparatami rentgenodiagnostycznymi. Najnowszą aparaturę pomiarową zaprezentowały sponsorujące konferencje firmy: Agfa HealthCare oraz OK Medical System wytwarzające sprzęt do mamografii, diagnostyki rentgenowskiej oraz radiometri, które reprezentowali: Robert Jakubowski oraz Mateusz Koterias. Natomiast Andrzej Olejnik pokazał nam najnowsze rozwią-



Fot. 1. SIOR 2012 uczestnicy spotkania IOR w Skorzęcinie

zania w diagnostyce obrazowej DISmed. Robert Jakubowski zaprezentował aparaty DR firmy Akfa HeathCare. Monika Jędrzejowska, Bartosz Węcowski, Andrzej Lutak, Robert Laska odpowiedzieli na pytania: Testy specjalistyczne obowiązek, przymus, konieczność? Jak przygotować pracownię? Kolejnym tematem wystąpienia były założenia i cele działania powstałego w tym roku Towarzystwa Inżynierii Klinicznej. Igor Krupiński jak zwykle z erudycją przedstawiał uczestnikom konferencji sprzęt produkowany przez Polon-Alfa pomagając w wyborze odpowiednich rodzajów radiometrów. Przemysław Janiak przedstawił aspekty pomiarowe i techniczne związane z wykonywaniem testów specjalistycznych w rentgenodiagnostyce, zaś Liliana Chojnacka systemy cyfrowe firmy Fujifilm. W sesji przeznaczonych dla pracowników zatrudnionych w przemyśle zajmujących się zastosowaniem promieniowania jonizującego przedstawiono doniesienia z zakresu ochrony środowiska. Jerzy Wojnarowicz zajął się tematem „Skażenia – metody dekontaminacji”.

Od 1 stycznia 2012 r. weszła w życie nowa ustawa o transporcie drogowym, w której określono nowe zasady odpowiedzialności kierowcy i przewoźnika. Renata Hausa inspektor dozoru jądrowego Państwowej Agencji Atomistyki krótko wyjaśniła wprowadzone ustawą zmiany w przepisach transportowych, które dotyczą również uprawnień IOR. Janusz Barczyk omówił projekt zmiany rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie stanowisk mających istotne znaczenie dla bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz IOR. Na koniec w interesujący sposób Borys Chmielewski wprowadził nas w zagadnienie „Gospodarka źródłami promieniotwórczymi, ekonomia, środowisko”. Osoby, które są zainteresowane tematyką ochrony radiologicznej omawianą na poszczególnych spotkaniach namawiamy do zajrzenia na stronę www.sior.pl. Patronem i sponsorem wszystkich zjazdów jest prof. dr hab. Julian Malicki. Dzięki Jego życzliwej akceptacji siedzibą SIOR jest Wielkopolskie Centrum Onkologii w Poznaniu. ■



POZNAJ ATOM

29 marca w gmachu Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie odbyła się konferencja prasowa Ministerstwa Gospodarki, która zainaugurowała dwuletnią, ogólnopolską kampanię informacyjno – edukacyjną na temat energetyki jądrowej.

W spotkaniu uczestniczyła pełnomocnik rządu ds. polskiej energetyki jądrowej wiceminister gospodarki Hanna Trojanowska. Przedstawiając podstawowe cele kampanii podkreśliła, że powinna mieć ona charakter dialogu ze społeczeństwem. Poznanie obaw Polaków pozwoli rozwiązać wiele mitów na temat energetyki jądrowej, co przyczyni się do stonowania emocji, jakie dotąd towarzyszyły dyskusjom o atomistyce. Ministerstwu zależy na tym, by pierwsza polska elektrownia jądrowa powstała przy aprobachie społeczeństwa. Jednak, aby było to możliwe, Polacy muszą mieć dostęp do

aktualnych i rzetelnych informacji na temat tego przedsięwzięcia. Kampania ma pomóc taką wiedzę uzyskać zgodnie z jej hasłem: „chcemy rozmawiać o Polsce z energią”. Priorytetem będzie dotarcie do jak największej grupy Polaków.

W kampanii wykorzystany zostanie szeroki wachlarz środków komunikowania się ze społeczeństwem: telewizja, radio, Internet, prasa drukowana. Kanały komunikacji będą dopasowane do charakterystyki wybranych grup oraz zdiagnozowanych w badaniach deficytów wiedzy. Jednym z założeń kampanii jest, by pokazując nieznanne powszechnie, a jednocześnie bardzo ciekawe fakty na temat atomistyki, zaintrygować Polaków i zachęcić ich do dalszego poszukiwania nowych informacji. Miejscem, które umożliwi znalezienie odpowiedzi na nurtujące pytania, jest dedykowany kampanii portal internetowy (www.poznajatom.pl). Ze względu na merytoryczny charakter kampanii i troskę o to, aby przekazywana Polakom wiedza był rzetelna i aktualna, powołano koalicję ekspertów na rzecz energetyki jądrowej. Wśród członków koalicji znajdują się przedstawiciele najważniejszych ośrodków naukowych w kraju, które od lat prowadzą badania w zakresie energetyki jądrowej, a także uczestniczą w międzynarodowych projektach mających na celu rozwój tej dziedziny. W konferencji uczestniczył również były minister środowiska prof. Andrzej Kraszewski. Zwrócił on uwagę, że energetyka jądrowa jest ważnym elementem planu energetycznego dla Polski. Paradoksalnie opcja atomowa będzie dobrym uzupełnieniem tzw. zielonych metod pozyskiwania energii w szczególności energetyki wiatrowej. Minister, odniósł się do decyzji Niemiec o rezygnacji z energetyki jądrowej. Wyraził opinię, że odnawialne źródła energii w przypadku naszego zachodniego sąsiada mogą okazać się niewystarczające i kosztowne. Następnie omówiono wyniki badań akceptowalności energetyki jądrowej, wśród polskiego społeczeństwa, przeprowadzonego na zlecenie resortu przez MillwardBrown SMG/KRC. Sondaż pokazuje, że po szoku wywołanym awarią w Fukushima poparcie dla budowy elektrowni jądrowej powoli zaczyna wracać do poziomu sprzed kwietnia ubiegłego roku.

Oceniając stan swojej wiedzy na temat energetyki jądrowej Polacy wystawiają sobie trójkę. Są jednak skłonni to zmienić – zdecydowana większość uważa, że konieczna jest rzetelna kampania informacyjna dotycząca energetyki jądrowej. Polacy zainteresowani są w szczególności bezpieczeństwem energetyki jądrowej, kwestiami związanymi ze składowaniem odpadów, a także wpływem elektrowni na środowisko naturalne oraz zdrowie i życie ludzi. Na te pytania, a także na wiele innych, odpowie kampania prowadzona przez Ministerstwo Gospodarki. Pomóc w tym projekcie mają ambasadorzy kampanii: prof. dr hab. Mariusz Dąbrowski, prof. dr hab. inż. Andrzej Reński, dr hab. Jerzy W. Mietelski, dr inż. Tomasz Bury oraz dr inż. Wojciech Głuszewski. ■

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



DZIENNIKARZE POLSCY Z WIZYTĄ W OŚRODKACH NAUKOWYCH EDF (EDF – FRANCJA - MAJ 2012)

W publikacji zatytułowanej „Rządowe kłopoty z atomem” (Gazeta Wyborcza, 13 czerwca 2012 r.) Rafał Zasuń napisał m. in.: że polski program budowy elektrowni atomowej stanął i nie zanosi się na to, żeby miał prędko ruszyć. Autor pisze też o zawirowaniach personalnych w PGE EJ: „...Według informacji „Gazety” Kilian chce na prezesa swojej jądrowej spółki powołać kogoś z doświadczeniem w realizacji dużych projektów, a jednocześnie kogoś, komu by ufał. Ale poszukiwania nowego kandydata idą powoli, a zagraniczni partnerzy wykazują coraz większą irytację, bo nie rozumieją, co się dzieje. Jeśli elektrownia ma ruszyć w 2023 r., to budowa powinna się rozpocząć w 2015 r. Prace przygotowawcze powinny więc iść pełną parą”.

Następnie Rafał Zasuń charakteryzuje główne problemy związane z realizacją Programu Polskiej Energetyki Jądrowej - PPEJ. „Do rozwiązania pozostaje też kwestia finansowania elektrowni. PGE chce jednocześnie rozpiścić przetarg na dostawę reaktora i poszukać partnera, który przejmie 49% akcji elektrowni oraz podzieli się doświadczeniem przy eksploatacji i finansowaniu projektu. Takim partnerem mogą być wyłącznie zachodnie spółki, które mają dostęp do polskiego rynku. W grę wchodzi trzy: francuskie EdF i GdF Suez oraz niemiecki RWE. RWE boi się reakcji niemieckiej opinii publicznej na inwestycje w atom, nawet za granicą. A GdF Suez nie ukrywa sceptycyzmu. Prezes polskiej spółki francuskiego giganta Grzegorz Górski mówił na Europejskim Kongresie Gospodarczym, że klimat dla energetyki jądrowej po awarii w Fukushima jest zły. (...). Zostaje więc druga francuska firma - EdF. Ale ta państwowa korporacja weźmie 49% akcji, tylko jeśli PGE wybierze francuski reaktor. A PGE rozważa także amerykańskie. Amerykańscy dostawcy Westinghouse i GE Hitachi są tylko dostawcami reaktorów, nie są zainteresowani byciem



Fot. 1. Wieczorem pierwszego dnia pobytu organizatorzy zaprosili gości z Polski na rejs statkiem po Sekwanie, podczas którego szefowie EDF udzielali dodatkowych informacji i wyjaśnień



Fot. 2. Była też możliwość przeprowadzenia wywiadów

udziałowcami siłowni. Robi się więc trochę błędne koło - PGE nie znajdzie partnera, dopóki nie wybierze reaktora, ale wybór reaktora wcale nie oznacza, że partner się znajdzie”.

Mimo tych niepokojących sygnałów pochodzących z PGE, mimo zrozumiałego zaniepokojenia i zniecierpliwienia potencjalnych partnerów zagranicznych, wciąż podejmują oni wysiłki by przybliżyć polskim decydentom i polskiemu społeczeństwu swój potencjał.

Przykładem może być zaproszenie przez EDF grupy polskich dziennikarzy do ośrodków naukowo-badawczych Grupy EDF we Francji. Do udziału w wizycie 10-osobowej grupy przedstawicieli polskich mediów zaproszony został redaktor naczelny Postępów Techniki Jądrowej, czasopisma wydawanego przez Instytut Chemii i Techniki Jądrowej.

Uczestnicy wizyty odwiedzili ośrodki badawczo - rozwojowe w Chatou i Renardières pod Paryżem, gdzie zapoznali się z tematyką prowadzonych tam badań obejmującą zarówno zagadnienia dotyczące energetyki konwencjonalnej (mechanika płynów, wychwytywanie CO₂, współspalanie biomasy), jak i energetyki jądrowej (starzenie się/żywość materiałów - a w tym materiałów zbiornika ciśnieniowego reaktora, obudowy bezpieczeństwa, kabli - efektywność energetyczna i inne).

Szczegółowy program wizyty obejmował:

23 maja – wizyta w Ośrodku Badań i Rozwoju EDF w Chatou pod Paryżem

- przyjazd do Ośrodka, prezentacja Grupy EDF i dyrekcji B&R;
- obiad z reprezentantami dyrekcji oraz pracownikami Ośrodka;
- prezentacja obszaru energetyki konwencjonalnej (wychwytywanie CO₂, współspalanie biomasy);

- prezentacja i zwiedzanie działu mechaniki płynów, energii i środowiska;
- prezentacja i zwiedzanie laboratorium energetyki wodnej i środowiska;
- kolacja tematyczna „Rola badań i rozwoju oraz innowacji w Grupie EDF we Francji i na świecie” wraz z Bernardem Salha, wiceprezesem EDF i dyrektorem Badań i Rozwoju Grupy EDF oraz Gérardem Rothem, wiceprezesem EDF ds. Europy Kontynentalnej

24 maja – wizyta w Ośrodku Badań i Rozwoju EDF w Renardières pod Paryżem

- prezentacja Ośrodka w Renardières
- energetyka jądrowa: ekspertyzy EDF w obszarze żywotności materiałów;
- prezentacja jednego z największych mikroskopów na świecie TITAN;
- efektywność energetyczna w przemyśle; wizyta w laboratoriach indukcji i wysokotemperaturowych pomp ciepła;
- obiad z pracownikami Ośrodka;
- efektywność energetyczna w budownictwie;
- samochód elektryczny i integracja w sieci.

A oto związane charakterystyki Grupy EDF i EDF Polska.

- Grupa EDF, od wielu lat jest światowym liderem na rynku elektroenergetycznym, jest firmą zintegrowaną, aktywną we wszystkich podsektorach branży: wytwarzaniu, przesyłach, dystrybucji, i sprzedaży energii.
- EDF to obecnie największy producent energii elektrycznej w Europie, we Francji posiada przede wszystkim elektrownie jądrowe i wodne, dzięki którym 96,5% energii jest wolnych od emisji CO₂. Grupa aktywnie inwestuje w rozwój zaawansowanych technologii przeznaczając 500 mln € rocznie na prace badawczo-rozwojowe.
- We Francji, spółki przesyłu i dystrybucji energii z Grupy EDF eksploatują 1 285 000 km napowietrznych i kablowych linii średnich i niskich napięć oraz ok. 100 000 km sieci wysokich i najwyższych napięć.
- Grupa uczestniczy w dostawach energii i usług do blisko 27,9 mln klientów we Francji.
- W 2011 r. skonsolidowane przychody Grupy wyniosły 65,3 mld euro, z czego 43,1% wypracowano poza Francją.
- W Europie, Grupa jest w szczególności obecna w Wielkiej Brytanii, która jest dla niej drugim z kolei rynkiem, oraz we Włoszech, w krajach Beneluksu, Szwajcarii, krajach Europy Środkowo-Wschodniej. Poza Europą, Grupa działa też w Azji, zwłaszcza w Chinach oraz w Stanach Zjednoczonych.
- Poza Francją, Grupa EDF ma 4 centra R&D – w Niemczech, Polsce, Wielkiej Brytanii i w Chinach – gdzie blisko 150 naukowców pracuje nad przyszłościowymi rozwiązaniami dla energetyki i środowiska.

Grupa EDF zajmuje czołowe miejsce w polskiej energetyce:

- EDF jest w polskiej energetyce największym zagranicznym inwestorem, trzecim z kolei wytwórcą energii elektrycznej, drugim producentem ciepła i największym operatorem w sektorze elektrociepłowni.

- Grupa jest obecna w Polsce od 14 lat.
- W 2011 r. EDF wypracował przychody w wysokości 1,1 mld €.
- W polskich spółkach Grupy pracuje 3 524 pracowników.
- Moce zainstalowane EDF to ponad 3 GW elektryczne i 4 GW ciepłe; spółki wytwórcze EDF zaspokajają około 10% krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną i 15% popytu na ciepło sieciowe.
- Grupa EDF działa w polskim sektorze produkcji energii będąc właścicielem opalanych węglem i biomasą elektrociepłowni w Krakowie, Gdańsku, Gdyni, Zielonej Górze i we Wrocławiu oraz Elektrowni Rybnik.
- Grupa EDF jest w Polsce w grupie liderów w zakresie wytwarzania energii z biomasy; w 2011 r. wyprodukowała 1,5 TWh energii elektrycznej spalając blisko 1,2 mln ton biomasy.
- EDF jest drugim pod względem wielkości nabywcą węgla w Polsce, kupując 7 mln ton rocznie.
- Zaopatrzenie polskich spółek EDF w węgiel i biomasę zapewnia spółka Energokrak, której udziałowcami są Elektrownia Rybnik, EC Kraków, EC Wybrzeże i Kogeneracja.
- Sprzedażą energii elektrycznej produkowanej przez spółki Grupy EDF w Polsce zajmuje się spółka Everen, której jedynym właścicielem jest Elektrownia Rybnik.
- Wszystkie spółki EDF w Polsce posiadają certyfikat ISO 14001.

OŚRODEK W CHATOU

Spośród trzech jednostek/departamentów naukowo – badawczych znajdujących się w Chatou: Eco-efficiency and Industrial Processes, National Hydraulic and Environment Laboratory oraz Fluid Dynamics, Power Generation and Environment, dwa ostatnie od 50 do 65% swojej działalności poświęcają problematyce jądrowej (*nuclear power generation*). Łączna liczba zatrudnionych pracowników w trzech wyżej wymienionych instytutach wynosi około 350, a budżet 75 milionów euro. Tematyka badań dotyczy różnych aspektów oddziaływania obiektów energetycznych EDF na środowisko wodne, zarówno morfologii i dynamiki zbiorników wodnych, dostępności źródeł wody, potencjalnego oddziaływania na środowisko wodne substancji uwalnianych z obiektów energetycznych, jak również zapewnienia tym obiektom dostatecznego i bezpiecznego chłodzenia nawet w sytuacji powodzi, suszy, burzy, wysokiej temperatury. Badania i pomiary przeprowadzane są w rzeczywistym środowisku wodnym, na modelach – w skali laboratoryjnej – oraz wykorzystujących modulację numeryczną.

W trzecim, największym z wymienionych departamentów, prowadzone są badania dotyczące mechaniki płynów, wymiany ciepła, fizyki atmosfery i meteorologii. Ostatnio podejmowane są również badania nad wychwytem CO₂ i nowymi technologiami wytwarzania energii.

Prace badawcze dotyczące problematyki energetyki jądrowej obejmują następujące zagadnienia:

- odbiór ciepła z paliwa jądrowego;
- zachowanie się pomp i turbin w sytuacji awaryjnej;
- ograniczenia cieplne związane z cyklem paliwowym (transport, przerób paliwa, przechowywanie paliwa wypalonego);
- termohydraulika rdzenia;

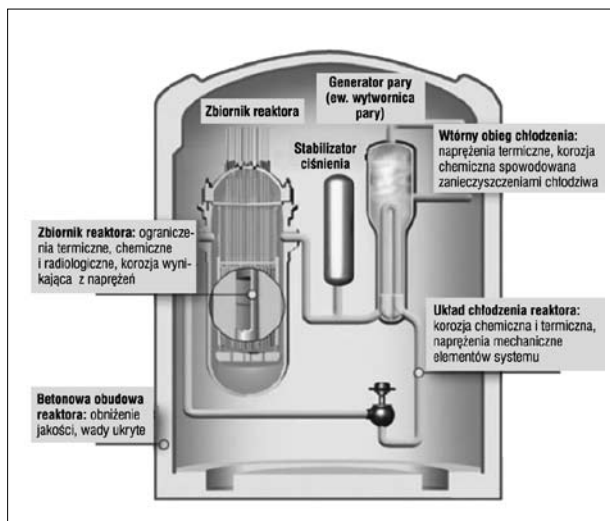
- identyfikacja rurek generatora pary zagrożonych uszkodzeniem z powodu wibracji;
- ewaluacja ryzyka pojawienia się wodoru w containencie w sytuacji poważnej awarii;
- zapobieganie pożarom;
- rozwój metod pomiarowych i numerycznych w zakresie mechaniki płynów, przepływu ciepła i środowiska atmosferycznego.

W Laboratorium znajdują się interesujące urządzenia i obiekty tj.: model zbiornika reaktora w skali 1:2, służący do termohydraulicznych badań efektu wstrzykiwania zimnej wody do reaktora w sytuacji awaryjnej oraz pętla do pomiarów mikro- wycieków i zasobów chłodziwa w pierwotnym i wtórnym obiegu chłodzenia reaktora PWR.

Podczas pobytu w Chatou polscy dziennikarze wysłuchali wykładów i zwiedzili niektóre laboratoria.

OŚRODEK W RENARDIÈRES

Renomowany The Materials Ageing Institute (MAI), czyli Instytut Badań Starzenia się Materiałów. Instytut powstał w 2008 r. Inicjatorzy jego utworzenia byli przekonani, że badania degradacji materiałów pomogą w znaczący sposób przedłużyć czas życia (czas pracy) obiektów energetycznych, zwłaszcza elektrowni jądrowych. Warto zauważyć, że około roku 2020 jedna trzecia wszystkich bloków jądrowych będzie mieć ponad 40 lat. Zapewnienie ciągłości i utrzymanie obecnego poziomu produkcji energii bez zwiększenia emisji CO₂ nie jest szybko możliwe. Zatem najbardziej racjonalną opcją wydaje się zapewnienie bezpiecznej eksploatacji reaktorów starszych niż 40 lat.



Most current efforts focus on predicting the remaining life of nuclear power plants since this topic is of major international interest. Key-components are the reactor vessel, the primary and secondary circuits, plastics and polymeric material used for electric cables and coating of components as well as the concrete structures of the plant. Picture: copyright MAI/EDF R&D.

W ostatnim czasie badania skoncentrowane są na określeniu pozostałego czasu życia/eksploatacji elektrowni jądrowych, ponieważ właśnie ten temat jest w polu zainteresowania społeczności międzynarodowej. Główne elementy elektrowni będące obiektem badań to: zbiornik ciśnieniowy reaktora, pierwotny i wtórny obieg chłodzenia, materiały używane do produkcji kabli i pokrywania różnych komponentów oraz struktury betonowe elektrowni.

Rysunek: copyright MAI/EDF R&D



Fot. 3. Dyrektor ośrodka Renardières dr Jan Van Der Lee

Jednym z najważniejszych celów badawczych jest określenie przewidywanych zmian zachodzących w materiałach stosowanych w technologii reaktorowej. Chodzi o określenie czasu w jakim mogą pracować reaktory różnych generacji. Wstępne wyniki wskazują, że reaktory II generacji nie mogą pracować dłużej niż 60 lat, natomiast reaktor EPR będzie mógł pracować nawet 80 lat. Te szacunki muszą być jednak potwierdzone dalszymi badaniami. Badaniu poddawane są obecnie próbki stali, różne stopy, materiały poliestrowe i izolacyjne, a także beton. Bada się zjawiska korozji, procesy pękania, kruszenia się, zmęczenia i erozji materiałów. Prowadzone są badania naprężeń i spawów.



Fot. 4. Pracownik MAI prezentujący jeden z najdokładniejszych mikroskopów świata - TITAN



Fot. 5. Grupa polskich dziennikarzy w jednym z laboratoriów ośrodka Renardières (fot. Stanisław Latek)

Badania eksperymentalne i testy wykonuje się bazując na urządzeniach posiadanych przez instytut (specjalne piece, w których temperatura przekracza 650 stopni Celsjusza) oraz dostarczane z innych instytutów i obiektów. MAI nie posiada komór gorących, więc problemem jest przeprowadzanie badań próbek poddawanych napromienieniu. Instytut posiada natomiast ultranowoczesne mikroskopy, a wśród nich mikroskop TITAN o rozdzielczości 70 pm umożliwiający obserwację struktury materiałów w skali subatomowej.

Bardzo ważną działalnością Instytutu jest modelowanie komputerowe. Modelowanie matematyczne pozwala nie tylko weryfikować rozumienie natury takich zjawisk, jak na przykład pełzająca korozja, ale - co ważne gromadzić obszerne bazy danych. Kody numeryczne umożliwiają także uzyskiwanie informacji dla czasów i warunków nieosiągalnych w rzeczywistym eksperymencie. MAI posiada komputery, które wykonują skomplikowane symulacje w ciągu zaledwie kilku godzin. Jeszcze niedawno czas potrzebny do wykonania podobnych symulacji wynosił kilka miesięcy.

Organizacyjnie MAI dzieli się na kilka laboratoriów: Laboratorium Mikrostruktury, Laboratorium Chemii i Korozji oraz Laboratorium Mechaniczne.

W MAI prowadzi się różnego rodzaju szkolenia, adresowane do studentów/doktorantów z wielu krajów. Instytut współpracuje z placówkami naukowymi i przemysłowymi zarówno francuskimi, jak i zagranicznymi. ■

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



PROF. DR JERZY JANIK (30.04.1927-20.03.2012) WSPOMNIENIE



W Krakowie zmarł nagle 20 marca 2012 r. prof. Jerzy Janik, nestor krakowskiej fizyki ciała stałego, twórca i pierwszy kierownik Zakładu Badań Strukturalnych Instytutu Uniwersytetu Jagiellońskiego i Zakładu Badań Strukturalnych Instytutu Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN, doktor honoris causa Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, członek rzeczywisty Polskiej Akademii Nauki, członek czynny Polskiej Akademii Umiejętności, członek Rad Naukowych: Instytutu Fizyki Jądrowej PAN, Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w Dubnej i Instytutu Fizyki Molekularnej PAN, członek Norweskiej Akademii Nauk i Literatury oraz Polskiego Towarzystwa Fizycznego, Organizator Interdyscyplinarnych Seminariów „Nauka-Religia-Dzieje” w Castel Gandolfo z udziałem Ojca św. Jana Pawła II, odznaczony Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski (2005) oraz Nagrodą Premiera (1999).

Jerzy Janik urodził się w 1927 r. we Lwowie. Gdy wybuchła wojna jego ojciec - lekarz ortopeda - został powołany do wojska. Potem trafił do obozu w Kozielsku. Przez jakiś czas pisał listy do żony i syna, ale wkrótce listy przestały przychodzić: ojciec zginął w Katyniu. Aby uniknąć deportacji w głąb Związku Sowieckiego trzynastoletni Jurek z matką przedostali się na teren Generalnej Guberni. Zamieszkali w Krakowie. Tam Jerzy uczył się na tajnych kompletach i pracował. Maturę ze wszystkich przedmiotów, jako ekstern zdał w 1944 r. po czym podjął studia z matematyki i fizyki na tajnym Uniwersytecie Jagiellońskim. Jeszcze przed absolutorium otrzymał etat asystenta. Pracę magisterską z matematyki obronił w 1947 r., a rok później z fizyki. Opiekunem tej ostatniej był prof. Konstanty Zakrzewski, niestety zmarł przed ukończeniem jej korekty. Promotorem został więc prof. Henryk Niewodniczański. Wybitny uczony i wizjoner o nieprzeciętnej osobowości stał się dla młodego magistra mistrzem i najwyższym autorytetem. Zaproponował Jerzemu Janikowi zainteresowanie się neutronami i ich oddziaływaniem z materią, co oznaczało sugestię tematu tezy doktorskiej. Praca pt. „Rozpraszanie powolnych neutronów w selenie i arsenie” powstała w ciągu dwóch lat. Magister Jerzy Janik obronił ją w 1950 r. uzyskując tytuł doktora. Wkrótce potem prof. Niewodniczański powierzył mu stanowisko kierownika Zakładu Badań Strukturalnych Instytutu Fizyki UJ.

Metoda rozpraszania neutronów używana do badania fazy skondensowanej materii stała się głównym narzędziem pracy doktora, a od 1954 r. docenta Jerzego Janika. Współpracując z młodym teoretykiem Włodzimierzem Kołosem, jako pierwszy na świecie zaobserwował efekt obniżania przekroju czynnego na rozpraszanie neutronów wywołany przypadko-

wą, hamowaną reorientacją w molekułach alkoholu metylowego i merkaptanu metylowego (CH_3SH). Te pionierskie prace Jerzego Janika zostały zakwalifikowane do przedstawienia na I Konferencji Genewskiej ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej „Atom for Peace” w 1954 r., a ich autor stał się ekspertem i niekwestionowanym autorytetem w zakresie rozpraszania neutronów.

Kiedy prof. H. Niewodniczański zakładał Instytut Fizyki Jądrowej zatrudnił w nim docenta Jerzego Janika jako kierownika Zakładu Badań Strukturalnych. Mając zaledwie 33 lata doc. Jerzy Janik został prof. Jego zespół złożony z fizyków i elektroników z UJ i IFJ ściśle współpracował z grupą chemików z Uniwersytetu Jagiellońskiego kierowaną przez prof. chemii Janinę Janikową, żonę Jerzego. Razem z chemikami stanowili dość liczną Krakowską Grupę Kryształów Molekularnych i Ciekłych Kryształów.

W kolejnych latach zajmowali się badaniem struktury i dynamiki materii, obserwując szybkie reorientacje w gazach, cieczach i ciałach stałych. Prowadzili eksperymenty pozwalające śledzić charakterystyki czasowe i geometrię reorientacji. Ich prace wyróżniał precyzyjnie wykonany eksperyment, gruntownie przemyślany model teoretyczny i staranne porównanie modelu z wynikami eksperymentalnymi.

Oprócz dominującej metody badania rozpraszania neutronów z inicjatywy Profesora Janika rozwinięto również metody komplementarne: jak metoda kalorymetrii adiabatycznej i skaningowej, metody optyczne: spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni i rozpraszania ramanowskiego oraz spektroskopię dielektryczną.

Źródłem powolnych neutronów są reaktory jądrowe, więc krakowscy fizycy i elektrycy z grupy Jerzego Janika budowali, przy istniejących reaktorach, spektrometry neutronowe stwarzając w ten sposób coraz to nowe możliwości badawcze. Powstały spektrometry w Świerku, w Vinča (Jugosławia), w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej i w Instytucie Energii Atomowej w Kjeller (Norwegia). W Dubnej działa obecnie spektrometr NERA utrzymywany polskimi siłami na światowym poziomie rozdzielczości. Współpraca z Norwegami trwała od 1957 r.! Profesor z zespołem co roku spędzał tam miesiąc albo dwa na pomiarach widm neutronowych na spektrometrze TOF (Time of Flight – czyli czasu przelotu) zbudowanym przez Polaków.

W 1958 r. z inicjatywy prof. Jerzego Janika, Adama Waniaka (UJ i IFJ) i dwóch Norwegów z Kjeller: Tormoda Riste i Jaapa Goedkoopa odbyła się pierwsza międzynarodowa konferencja na temat rozpraszania neutronów. Okazała się ona wielkim sukcesem i odtąd regularnie, co dwa lata prof. Jerzy Janik, początkowo wraz z żoną prof. Janiną Janikową, a następnie ze współpracownikami z Zakładu Badań Strukturalnych IFJ PAN organizowali w Polsce podobne spotkania. Ostatnie spotkanie odbyło się w Zakopanem w 2011 r. Celem tych konferencji oprócz współpracy naukowej, było zacieśnianie kontaktów przyjacielskich Polaków z uczonymi na całym świecie oraz promowanie kultury polskiej. Nazwano je Janik's Friends Meetings bo uczestnikami byli przyjaciele Profesora: Norwegowie, Niemcy, Japończycy, uczeni z Rosji, Korei, Belgii, Holandii, Francji i Włoch oraz Polacy z polskich instytutów: Krakowa, Warszawy, Poznania, Wrocławia i Siedlec zaangażowani w badanie fazy skondensowanej.

Profesor Janik jeszcze w latach młodości zainteresował się filozofią. Zainspirował go do tego w 1953 r. podczas wycieczki narciarskiej wikary z parafii św. Floriana ksiądz Karol Wojtyła. Dialog nawiązany wtedy rozszerzył się na grono intelektualistów, których Państwo Janikowie zapraszali do swojego mieszkania. W spotkaniach zawsze uczestniczył ksiądz, biskup, a potem kardynał Karol Wojtyła. Po jego wyborze na papieża dyskusje filozoficzne z intelektualistami polskimi były kontynuowane w formie seminariów w Castel Gandolfo, odbywających się regularnie co dwa lata. Profesor Janik zajmował się organizacją tych seminariów tak pod względem doboru zaproszonych gości, jak i tematyki referatów. Te spotkania z papieżem były czymś absolutnie niezwykłym i zadziwiły cały świat, a uczestnikom dostarczyły mnóstwo niezapomnianych przeżyć.

Znałam prof. Jerzego Janika przez całe dorosłe życie. Słuchałam jego wykładów. Był opiekunem i promotorem mojej pracy magisterskiej, recenzentem mojego doktoratu. Odkąd znalazłam się w Jego zespole badawczym uczestniczyłam w seminariach, jeździliśmy razem na pomiary do Dubnej, do Kjeller, mamy wspólne publikacje. Widziałam, jak wszędzie, a zwłaszcza wśród Norwegów był szanowany nie tylko jako kompetentny uczony, ale jako animator ich wzajemnych kontaktów towarzyskich i wieloletnich przyjaźni. Liczni, rozsiani po Polsce i świecie uczniowie Profesora uważają Go za swojego wielkiego mistrza i przyjaciela. Szczególnie są mu wdzięczni za torowanie kariery naukowej, za możliwość uczestniczenia w spotkaniach z papieżem i wreszcie za inspiracje do filozofowania.

Ostatnio przygotowywałam się do rozmowy z Nim dla Postępów Fizyki. Miał to być wywiad-rzeka. Profesor cieszył się na tę rozmowę. Cieszył się, że właśnie ja mam ją przeprowadzić. Rozumiem, że chciał przeze mnie przekazać dla potomnych jakieś przesłanie, może jakąś tajemnicę... Nie zdążył. Liczne aktywności: referaty, posiedzenia Komisji Filozofii PAU, wreszcie wyjazd do Stanów stanęły na przeszkodzie. Jak rozstawaliśmy się powiedział: - Nic się nie dzieje, porozmawiamy w maju.

Już nie porozmawiamy. Przypomnę tylko refleksje Profesora, jakie wygłosił podczas swoich 80-tych urodzin.

„1. Moje życie było długie. Bóg był dla mnie łaskaw. Nie wiem, jaki czas mi jeszcze przeznacza. Mimo dramatycznych przejść (okupacja sowiecka we Lwowie, uniknięcie cudem deportacji w głąb Związku Radzieckiego, okupacja niemiecka w Krakowie, wojna) mogę powiedzieć, że miałem dobre życie. A nawet pełne sukcesów (udało mi się zostać profesorem, członkiem obu Akademii, członkiem jednej Akademii zagranicznej, doktorem honoris causa). Robienie tego typu kariery niewątpliwie odbiło się ujemnie na głębi mojej wiedzy. Teraz sobie myślę, że może byłoby lepiej być mniej powierzchownym uczonym przy mniejszej liczbie zaszczytów.

2. Fizyka była moim wyborem jako przedmiot studiów i pracy, ale nigdy nie uważałem jej jako szczytowy wybór. Jako zwińczenie fizyki traktowałem zawsze filozofię, a właściwie ontologię. Wielki wpływ na to miała moja przyjaźń z Janem Pawłem II, który nauczył mnie rozróżniać między dwoma rodzajami abstrakcji: fizycznej i metafizycznej. Natomiast nigdy mnie nie pociągały aplikacje, mimo, że raz

- zabrnąłem w tego rodzaju działania i skonstruowałem urządzenie do badania wilgotności murów.
3. Mimo ogłoszenia przeze mnie stu kilkudziesięciu prac naukowych, nie sadzę, żeby można o nich mówić jako o wybitnych osiągnięciach, chociaż nie sadzę, żeby to były słabe prace. Natomiast za szczytowe osiągnięcia mojego życia uważam zorganizowane przeze mnie seminaria. Mam tu na myśli zarówno „szeregowe” seminaria zakładowe, jak te, które są znane jako Janik’s Friends Meetings¹ i te, które odbywały się z udziałem Papieża w Castel Gandolfo. Seminaria z pełną swobodą dyskusji uważam za najważniejszą działalność środowiska naukowego.
4. Niech mi wolno będzie jeszcze powiedzieć, że chyba do niczego bym nie doszedł w życiu bez pomocy i zaangażowania mojej śp. Żony Janiny Janikowej, a także troski moich córek Barbary, Joanny i Małgorzaty.”

*Małgorzata Nowina Konopka,
Instytut Fizyki Jądrowej,
Kraków*



BOHDAN DZIUNIKOWSKI (4.02.1930 – 22. 02. 2012) WSPOMNIENIE



22 lutego zmarł emerytowany profesor zwyczajny fizyki Akademii Górniczo-Hutniczej, wybitny specjalista w dziedzinie radiometrycznych metod analitycznych (twórca niektórych z tych metod), wspaniały wykładowca, autor cenionych podręczników akademickich, ekspert Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, wielki patriota swojego rodzinnego Jaworzna – Bohdan

Dziunikowski. Miałem szczęście i przywilej być Jego kolegą i przyjacielem, wspólnie pisaliśmy nie tylko pracę magisterską, ale również na początku naszej kariery wspólnie przygotowaliśmy publikacje i opisy patentowe, projektowaliśmy i testowaliśmy aparaturę pomiarową, razem wędrowaliśmy po zaśnieżonych Beskidach i Tatrach. Nieraz zdarzały się nam wzajemne zastępstwa na wykładach z fizyki, prowadząc takie zajęcia za Bohdana podziwiałem jasność Jego wykładu i staranność przekazywanych mi notatek i foli.

Nasza znajomość zaczęła się w październiku 1953 r., gdy wśród nas – studentów II roku Sekcji Geofizyki Wydziału Geologiczno – Poszukiwawczego AGH, pojawił się nowy kolega, wysoki przystojny blondyn, mówiący z akcentem krakowskim, ale z wyraźnymi naleciałościami śląskimi. Trochę patrzył na nas z góry, nie tylko dlatego, że w większości byliśmy młodszy od niego, ale miał też w kieszeni dyplom ukończenia studiów z fizyki na Uniwersytecie Jagiellońskim. Jak to się stało, że trafił do nas?

Bohdan zdał maturę w liceum typu humanistycznego w swoim rodzinnym Jaworznie w 1949 r. Marzył mu się zawód inżyniera chemika. Próbuje dostać się na Wydział Chemii Politechniki Śląskiej w Gliwicach, gdzie jednak, jak pisze w swoich wspomnieniach¹: „wyjaśniono mi grzecznie lecz stanowczo, że jako syn przedwojennego inteligenta – w dodatku z województwa krakowskiego – nie mam tu żadnych szans na otrzymanie indeksu”. Dowiaduje się od kolegi o istnieniu na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (właśnie w tym czasie dodała do swojej nazwy słowo „Hutniczej”) Wydziału Geologiczno – Mierniczego.

Studia na tym wydziale „wydały mi się ciekawe, zwłaszcza, że było tam dużo chemii. Z tą uczelnią wiązał mnie też pewien sentyment – jej absolwentem był przecież mój Ojciec”. Uczy się pilnie matematyki i fizyki i we wrześniu przystępuje do egzaminu wstępnego. Po kilku dniach znajduje swoje nazwisko na liście kandydatów, którzy egzamin wprowadził zdał, lecz z braku miejsc nie zostali przyjęci. Pełnomocnik Ministerstwa ds. przyjęć kandydatów na pierwszy rok studiów UJ namawia go na fizykę, gdzie były wolne miejsca. Bohdan próbuje jednak walczyć o AGH – pisze w tej sprawie list do ówczesnego prezydenta Bolesława Bieruta. Dostaje odpowiedź z Ministerstwa Oświaty, że „sprawy przyjęć na I rok studiów zatwierdzają wyłącznie komisje dla doboru kandydatów”. Nie chce studiować fizyki, woli pracować jako chemik w laboratorium, dostaje pracę w Zakładach Chemicznych „Azot” w Jaworznie. Po roku znowu zdaje egzamin wstępny, tym razem na Chemię na UJ, znowu znajduje swoje nazwisko na liście tych, którzy egzamin zdał, ale z powodu braku miejsc nie zostali przyjęci. A przewodniczący Komisji Rekrutacyjnej prof. Ignacy Złotowski mówi mu: „Každy chciałby pracować w ciepłym laboratorium”. Uciekając przed groźbą służby wojskowej – decyduje się na Fizykę, gdzie były wolne miejsca. Tym razem zostaje pilnym studentem, fioletowa czapka studencka oznacza Jego przynależność do studentów Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego UJ (od roku 1951/52 Wydziału Mat-Fiz-Chem). We wrześniu 1953 r., po odbyciu miesięcznej służby wojskowej na poligonie, zdaje egzamin dyplomowy kończący 3-letnie studia I stopnia i zostaje zakwalifikowany na dalsze 2-letnie studia magisterskie. Ale rezygnuje z tej drogi i postanawia kontynuować studia na AGH. Już w maju tego roku prof. Roman Krajewski, ówczesny dziekan Wydziału Geologiczno-Poszukiwawczego, wyraził gotowość przyjęcia Bohdana na drugi rok studiów na tworzonej wówczas Sekcji Geofizyki, warunkując to zaliczeniem wszystkich egzaminów z I roku i zaliczeniem miesięcznej praktyki robotniczej w kopalni węgla. Oznaczało to konieczność zdania m.in. egzaminu z geologii dynamicznej (u prof. Walerego Goetla; inne przedmioty zaliczono na podstawie dyplomu z UJ), jak również spędzenie wakacji letnich nie tylko na poligonie wojskowym, ale również w kopalni „Klimontów” koło Sosnowca. I tak, w październiku 1953 r., uchodząc cudem przed obowiązującym wówczas wszystkich absolwentów nakazem pracy, pojawił się wśród nas kolega Dziunikowski. Pisze we wspomnieniach: „bocznymi drzwiami wchodziłem na uczelnię, z której spławiono mnie przed czterema laty”. Na uczelnię, z którą pozostał związany do końca 2000 r., do momentu przejścia na emeryturę.

¹ Ten i dalsze cytaty pochodzą z książki: Bohdan Dziunikowski: „Nieodwracalność czasu. Garść wspomnień chłopca z Jaworzna”. Wydanie drugie. Muzeum Miasta Jaworzna, Jaworzno 2010.

Bardzo pochlebne dla nas są wspomnienia Bohdana z tego okresu. „Po trzech latach spędzonych w szacownej Świątyni Nauki powracałem do normalnego świata zwykłych ludzi. Nowi koledzy tworzyli barwny zbiór różnych typów, charakterów i hobbystów. Byli wśród nich doświadczeni już taternicy, wszechstronni sportowcy, filateliści, szachiści... Nad całą tą grupą młodzieży unosił się duch wzajemnej przyjaźni i życzliwości.... Zgodnie z moimi oczekiwaniami studia geofizyki poszukiwawczej na AGH okazały się niezwykle ciekawe.... Ciekawe były nie tylko same studia, lecz także wakacyjne praktyki studenckie...” Bohdan, mimo różnicy wieku – należał do najstarszych kolegów w naszej 33-osobowej grupie geofizyków, pewnej dorosłości wynikającej nie tylko z Jego studiów na UJ, ale chyba i z Jego przeżyć wojennych, szybko się zasymilował z nami i stał się świetnym kompanem, nie tylko na zajęciach na uczelni i w terenie, ale również na potańcówkach w Rotundzie i na AGH, a przede wszystkim na zimowych wędrownkach narciarskich.

Wspominałem o wojennych przeżyciach Bohdana. W czerwcu 1942 r. wraz z rodziną został wysiedlony przez Niemców z Jaworzna, początkowo do obozu przejściowego w Oderberg (Bogumin na Śląsku Cieszyńskim), skąd po kilku tygodniach, przez więzienie we Wrocławiu przewieziono ich do obozu pracy „Lager Grünberg” w Zielonej Górze. Warunki w obozie były ciężkie, zwłaszcza brakowało jedzenia. Pracowano w fabryce i w okolicznych gospodarstwach rolnych, rodzice Bohdana 3 miesiące spędzili w więzieniu śledczym gestapo. W lutym 1945 r. obóz został wyzwolony przez Armię Czerwoną, ale nie był to koniec przeżyć Bohdana. Po kilku tygodniach w ówczesnym Fraustadt (obecnie Wschowa) z grupy wracającej do Polski zabrano Bohdana do pracy w oddziałach pomocniczych działających na tyłach Armii Czerwonej, których głównym zadaniem było dostarczanie wojsku żywności pozostawionej przez ludność niemiecką na wyludnionych terenach nadodrzańskich. W takiej ściśle pilnowanej przez uzbrojonych wartowników grupie, wyszukującej zboże w opuszczonych gospodarstwach i zbierającej po polach krowy, spędził Bohdan – wówczas 15-latek, często niezwykle dramatyczne 3 miesiące, nim dzięki pośrednictwu komendantury wojskowej w Jaworznie (ojciec Bohdana został dyrektorem generalnym wszystkich kopalń w tym mieście) i „bumadze” podpisanej przez samego marszałka Koniewa został znaleziony i zwolniony.

W listopadzie 1955 r. „dziadek” – kochany przez nas wszystkich prof. Leopold Jurkiewicz, namówił Bohdana do podjęcia pracy na stanowisku asystenta w Zakładzie Fizyki Ogólnej Katedry Fizyki, usytuowanej wówczas na Wydziale Elektryfikacji Górnictwa i Hutnictwa AGH. Profesor Jurkiewicz, przy pomocy absolwenta Wydziału Górniczego Kazimierza Przewłockiego, tworzył grupę mającą zająć się (a właściwie stworzyć tę dziedzinę od początku) geofizyką jądrową. Do grupy tej zwerbował poza Bohdanem Dziunikowskim, studentem IV roku – ale też już absolwentem fizyki, również kolegów Bohdana z tej samej grupy studenckiej – Jana Czubka, Andrzeja Zuberę i Jerzego Niewodniczańskiego.

Naszym pierwszym zadaniem było opracowanie metody wykrywania, identyfikacji mineralogicznej i oceny ekonomicznej soli potasowych w kopalni soli w Kłodawie, metodą profilowania kierunkowych (głównie poziomych, o długości do 250 m) otworów wiertniczych. Należało przystosować do tego celu metody karotażowe (*gamma* naturalna, *gamma-gamma* i neutron *gamma*), zbudować i wycechować aparaturę

(sondy, aparaturę pomiarową) i przeprowadzić pomiary w kopalni. Zadanie nie było trywialne, nikt tego do tej pory nie robił, nie tylko w kopalni, a do tego „nasza” kopalnia była kopalnią „gazową”, co stwarzało dodatkowe wyzwanie dla konstrukcji elektroniki w sondach i aparaturze. Ale zadanie to wykonaliśmy, praca została przedstawiona między innymi na tzw. Drugiej Konferencji Genewskiej (na temat Pokojowego Wykorzystania Energii Atomowej) w 1958 r. i później wielokrotnie i przez wielu cytowana. Wykonano również (mieliśmy w Zakładzie świetnych mechaników i elektroników!) aparaturę do rutynowego stosowania naszych metod w kopalni. Ale dla Bohdana i dla mnie najważniejsze było to, że część programu, w tym rozwiązanie zagadnienia wprowadzania sondy do otworu, konstrukcja głowicy sondy oraz zastosowanie i interpretacja metody *gamma-gamma*, to był wyłącznie nasz udział, na którym oparliśmy naszą wspólną, (dwóch autorów) pracę magisterską.

Przez pierwsze lata pracy w AGH dzieliłem z Bohdanem ten sam pokój. Również mieliśmy wspólną tematykę, najpierw to była „Kłodawa”, później oznaczanie własności fizycznych gruntów sytych dla celów geologii inżynierskiej. Również tutaj byliśmy współautorami wielu chyba dobrych (cytowanych!) publikacji, czterech patentów i konstruktorami przejętych wkrótce przez producenta rozwiązań aparaturowych. Prace te wymagały weryfikacji eksperymentalnej na sztucznych modelach złóż, prowadziliśmy z Bohdanem takie żmudne pomiary w Katedrze Mechaniki Gruntów i Fundamentowania Politechniki Łódzkiej i w bazie eksperymentalnej firmy Hydrogeo na warszawskim Żeraniu. Wspólny pokój, wspólna tematyka, wspólne częste wyjazdy w teren i wspólne wyjazdy narciarskie w Beskidy i Tatry bardzo nas do siebie zbliżyły, to też gdy nadszedł dzień mojego ślubu Bohdan był oczywistym kandydatem na naszego świadka.

Na początku lat 60. XX wieku nasze drogi naukowe zaczęły się rozchodzić. Co prawda prof. Jurkiewicz koniecznie chciał, żebyśmy zajęli się teorią naszych dotychczasowych metod pomiarowych, mieliśmy „śledzić” obliczeniowo rozproszenia komptonowskie promieniowania *gamma* w matrycach niejednorodnych. To miały być tematy naszych prac doktorskich. Ale zbuntowaliśmy się – mieliśmy bardziej inżynierskie zacięcie i chcieliśmy nadal tworzyć nowe metody i zestawy pomiarowe, znajdujące praktyczne zastosowania. Obydwaj zaczęliśmy zajmować się rudami metali, Bohdan – głównie cynkiem i ołowiem, ja – miedzią. Stosowaliśmy przede wszystkim metodę fluorescencji rentgenowskiej wzbudzanej w badanych rudach promieniowaniem ze źródeł izotopowych. W tych latach nie było wysoko-rozdzielczych spektrometrów promieniowania X, to też interesujące nas wzbudzone promieniowanie charakterystyczne separowaliśmy dosyć prymitywną metodą różnicowych filtrów Rossa. Nie było to może zbyt eleganckie, ale pozwalało na oznaczanie metali w kopalnianych laboratoriach „ruchowych” (Bohdan) lub nawet w terenie lub na dole w kopalni (ja) z wystarczającą dokładnością. Cynk i ołów oznaczał Bohdan stosując również inne metody – selektywną absorpcję promieniowania *gamma* oraz wsteczne rozpraszanie cząstek *beta*. Efektem tych prac były nie tylko doktoraty (profesor Jurkiewicz zaakceptował nasz „bunt” i został promotorem naszych prac), Bohdan bronił swojej pracy w grudniu 1963 r. (ja później), ale również oryginalne rozwiązania aparaturowe i realne wdrożenie metod w praktyce przemysłowej.

W naszym zespole, jak to bywa zwykle w innych ośrodkach fizyki, po obronie doktoratu zasadą był wyjazd na jakiś czas do wiodącego w uprawianej przez nas dziedzinie laboratorium zagranicznego. Zwyczaj ten pozwalał nie tylko na obcowanie z niedostępną wówczas w Polsce aparaturą, poznanie nowych idei i metod badawczych, ale – co może najważniejsze – na rzeczywiste zweryfikowanie naszej wiedzy i umiejętności. A jeżeli miejsce stażu było za żelazną kurtyną – taki wielomiesięczny pobyt w obcym środowisku dawał nam możliwość uwolnienia się na ten czas z dusznej atmosfery PRL-u, obcowania z cywilizacją i kulturą wolnego świata. Wszyscy gdzieś jeździliśmy. O miejsce dla nas – geofizyków jądrowych z AGH – nie było trudno. Nasz zespół miał wysoką reputację w świecie, w 1962 r. zorganizowaliśmy w AGH międzynarodową Konferencję Geofizyki Jądrowej z udziałem światowej sławy specjalistów, przy czym po raz pierwszy w historii tej dziedzinie spotkali się ze sobą u nas, w Krakowie, „twarzą w twarz” geofizycy jądrowi ze wschodu i z zachodu. Publikowaliśmy w ogólnie dostępnych dobrych czasopismach naukowych, uczestniczyliśmy w różnych konferencjach, znane więc były w świecie nasze prace, w tym teoretyczne – naszego kolegi Jana Czubka, czy dotyczące zastosowań znaczników izotopowych w hydrogeologii innego członka naszego zespołu – Andrzeja Zubera. Pomagały nam również nazwiska naszych szefów, profesorów Leopolda Jurkiewicza i Mariana Mięsiowicza. Takie wyjazdy objęły też Bohdana. W 1966 r., korzystając ze stypendium rządu francuskiego, pojechał na 3 miesiące do Saclay, do Centrum Badań Jądrowych, gdzie kontynuował prowadzone tam od pewnego czasu prace Jasia Czubka nad radiometrycznymi metodami ilościowego oznaczania zawartości uranu w rudach. Bohdan zajmował się tam badaniami widm kwantów *gamma* rozpraszanych w ośrodkach modelowych. W ten sposób wrócił niejako do tematyki sprzed swoich zainteresowań rentgenowską analizą fluorescencyjną (XRF). Z Francji poleciał wprost do Wielkiej Brytanii, gdzie dzięki stypendium Leverhulme Trust Fund odbył 10-miesięczny staż w należącem do brytyjskiego centrum jądrowego w Harwell Wantage Research Laboratory k. Oksfordu, które wówczas było mekką osób zajmujących się nie-aktywacyjnymi metodami analiz radiometrycznych, przede wszystkim metodą XRF, głównie dzięki osobie szefa laboratorium – dr Colina Claytona. Tu Bohdan opracowywał nowe metody eliminacji tzw. efektów matrycy, wpływających na wyniki analiz metodą radioizotopowej rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej, przygotowując nie tylko nowe publikacje, ale i dokumentację brytyjskiego wniosku patentowego. Gromadził też materiał do swojej rozprawy habilitacyjnej.

Po powrocie do kraju kontynuował prace nad dalszym doskonaleniem opracowanych metod radiometrycznych, jak również nad ich praktycznym wdrożeniem jako rutynowych metod w laboratoriach analitycznych. Można tu wymienić – jako przykłady – oznaczanie zawartości żelaza wprowadzone do praktyki w Zakładach Górniczo-Hutniczych w Zębcu, czy oznaczanie cynku i ołowiu w rudach w Przedsiębiorstwie Geologicznym w Krakowie. Dla Przedsiębiorstwa Geologicznego w Kielcach opracował metodę oznaczania siarki elementarnej w próbkach geologicznych, zawierających siarkę również w postaci siarczanów (strontu i baru), dla Gorlickich Zakładów Materiałów Izolacyjnych, Chrzanowskich Zakładów Materiałów Ogniotrwałych i Huty Szkła Gospodarczego w Zawierciu – instrumentalną metodę wielo-pierwiastkowej analizy masy szklanej, a dla kopalni węgla brunatnego Turów – oznaczanie zawartości popiołu w węglu.

Zwieńczeniem prac Bohdana z lat 1960 była rozprawa habilitacyjna pt.: „Problemy wykorzystania radioizotopowych źródeł promieniowania *gamma* i X w analizie materiałów przemysłowych”, przedstawiona Radzie Wydziału Elektrotechniki Górniczej i Hutniczej w listopadzie 1971 r.

W latach następnych nadal pracował nad zagadnieniami matrycy w radiometrycznych metodach analitycznych, przede wszystkim w radioizotopowej rentgenowskiej analizie fluorescencyjnej, jak również nad różnymi zastosowaniami tej metody. Prace swoje publikował w wiodących czasopismach naukowych – jak „Analytical Chemistry”, „Journal of Radio-analytical Chemistry”, czy „X-Ray Spectrometry”. Był też konsultantem naukowym kilku zakładów produkcyjnych stosujących jego metody analityczne.

Bohdana Dziunikowskiego pasjonowało zawsze nauczanie fizyki, pięknej nauki odrzucanej często przez uczniów i studentów z powodu nieumiejętnego przekazu. Bohdan był świetnym dydaktykiem. Jego wykłady z fizyki doświadczalnej były najlepsze w naszym zespole. Naturalnym było, że powierzono mu dbanie o całość nauczania fizyki w naszym Instytucie (Fizyki i Techniki Jądrowej): w latach 1976-1980 przewodniczył Radzie Dydaktycznej IFiJT, a w okresie 1979-1988 przez 3 kolejne kadencje był zastępcą dyrektora IFiJT ds. dydaktyki. Pełnił te funkcje z wielkim zaangażowaniem, opracowywał programy, organizował hospitacje zajęć, organizował seminaria dydaktyczne. Pracował nad rozbudową pracowni, dla nauczania podstaw fizyki i jej wybranych działów.

Zaczął też pisać skrypty i podręczniki. Nie z podstawowego kursu fizyki – tu uznał, że na rynku jest dobry wybór doskonałych podręczników – ale z wybranych działów fizyki. Jeszcze w latach 1970. wydano trzytomowy skrypt Bohdana pt. „Podstawy rentgenowskiej radioizotopowej analizy fluorescencyjnej”, traktowany przez polskie środowisko analiz radiometrycznych jako obszerna „źródłowa” monografia metody. Prostą konsekwencją tej opinii było świetne przyjęcie wydanej przez PWN i Elsevier w 1989 r. książki „Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis”, będącej rozszerzoną i zaktualizowaną wersją skryptu, a w 1990 r. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne w serii „Fizyka dla Przemysłu” opublikowały książkę pt.: „Radiometryczne metody analizy chemicznej”, w której Autor wyszedł poza swoją ulubioną metodę rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej. W 1990 r. ukazał się skrypt Bohdana „Wstęp do fizyki niskich temperatur”, wypełniając wyraźną lukę w materiałach dydaktycznych dla tej gałęzi fizyki, a w 1995 r. świetny skrypt, napisany wspólnie ze Stefanem Kalitą, „Ćwiczenia laboratoryjne z jądrowych metod pomiarowych”. Większa jego część stanowi wprowadzenie zawierające podstawy technik jądrowych, z szerokim omówieniem źródeł promieniowania, oddziaływania promieniowania z materią, detektorów i matematycznego opracowania wyników pomiarów, a dopiero potem czytelnik znajduje opis 25 ćwiczeń oferowanych w studenckim laboratorium jądrowym Wydziału (wówczas) Fizyki i Techniki Jądrowej AGH. Dla tej szerokiej części wstępnej skrypt znalazł w uczelniach polskich zastosowanie jako zwięzły podręcznik technik jądrowych. Powodzenie opracowania spowodowało wydanie przez Wydawnictwa AGH w latach 1995 i 1998 dwóch tomów książki Bohdana, podręcznika (monografii?) pt.: „Zastosowania izotopów promieniotwórczych”, która stała się rzeczywistym przewodnikiem po technikach jądrowych nie tylko dla studentów, ale również dla twórców i użytkowników tych metod.

Bohdan wielokrotnie dostawał nagrody Rektora AGH i Ministra, czterokrotnie był laureatem nagrody Państwowej Rady ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Atomowej, odznaczany był również medalami i orderami państwowymi, ale najwyższej cenił sobie przyznaną mu w 1991 r. prestiżową nagrodę AGH im. prof. Władysława Taklińskiego „za wybitne zasługi w zakresie dydaktyki”. Pracując przez wiele lat w atomistyce krajowej spostrzegłem, że o Jego książkach więcej mówiono w uczelniach i instytucjach naukowych „gdzieś w Polsce”, niż w Krakowie i w AGH. Doceniano ich autora – zapraszano do składu rad naukowych instytutów, do zespołów redakcyjnych czasopism, wybierano recenzentem prac doktorskich i habilitacyjnych oraz wniosków profesorskich. Również w świecie osiągnięcia naukowe (i inżynierskie) Bohdana były postrzegane i doceniane już od początku Jego działalności. Wkrótce po powrocie ze stażu w Wielkiej Brytanii wyjechał do Wiednia na zaproszenie Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA), dla której zresztą prowadził dwa projekty badawcze, gdzie wziął udział w spotkaniu wąskiego międzynarodowego grona ekspertów w zakresie rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej. W późniejszych latach Agencja wielokrotnie korzystała z wiedzy i doświadczenia Bohdana, w realizacji swoich programów pomocy technicznej dla krajów „trzeciego świata”. Jednym z filarów działalności MAEA – organizacji działającej w ramach systemu ONZ, obok bezpieczeństwa instalacji jądrowych, ochrony przed promieniowaniem jonizującym i zabezpieczeń materiałów jądrowych w celu zapobiegania rozprzestrzenianiu broni jądrowej, jest wspieranie krajów rozwijających się w zakresie technik jądrowych. Bohdan jako ekspert Agencji spędził 3 miesiące w Zairze, 3 tygodnie w Indonezji i Australii, 1 miesiąc na Kubie i dwa razy po 6 miesięcy na Wybrzeżu Kości Słoniowej. Ponadto wykładał na kursach szkoleniowych organizowanych przez Agencję w Polsce i w Kanadzie, a także przyjmował i szkolił w swoim laboratorium stypendystów Agencji z krajów rozwijających się.

W 2001 r., gdy coraz częściej mówiono o budowie w Polsce elektrowni jądrowych, a jako podstawowe trudności wymieniano (poza brakiem kadry) opory społeczeństwa spowodowane nieznaną tą technologią, Wydawnictwa AGH opublikowały świetną książkę Bohdana pt.: „O fizyce i energii jądrowej”. We wstępie Autor (już emerytowany profesor AGH, tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego nauk fizycznych uzyskał w lipcu 1982 r., a w marcu 1992 r. minister edukacji narodowej mianował go na stanowisko profesora zwyczajnego w AGH) pisze: „Niestety w programach studiów wyższych ten dział fizyki traktowany jest zwykle marginesowo. Istniejące podręczniki fizyki jądrowej są przeważnie za obszerne lub zbyt specjalistyczne. Nie sprzyja to popularyzacji wiedzy z tej dziedziny wśród studentów nie fizyków”². I dalej „Celem tej książki jest przedstawienie najważniejszych zagadnień współczesnej fizyki jądrowej i energetyki jądrowej w formie możliwie zwartej i przystępnej”. Cel ten został osiągnięty i jeśli energetyka jądrowa wejdzie (wróci?) do Polski, będzie w tym zasługa również Bohdana Dziunikowskiego.

Odejście Bohdana na emeryturę nie zwolniło Go od „świadczenia usług” na rzecz Wydziału. Na prośbę dziekana opracował wymagające żmudnej i solidnej kwerendy broszury: w 2001 r. „Kronika wydarzeń poprzedzających powstanie Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. 1919-1991”,

a w 2009 r., wspólnie z Andrzejem Kreftem i Andrzejem Ziębą, „Kronika Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej. 1991-2000”, obydwie wydane przez Wydawnictwa AGH.

Książki Bohdana cechuje nie tylko wysoki profesjonalizm, ale również doskonała polszczyzna, sprawy specjalistyczne przedstawiono w nich w sposób zrozumiały nawet dla nieprzygotowanego czytelnika. Te „pisarskie” umiejętności Bohdana ujawniły się zwłaszcza w serii książeczek o charakterze wspomnieniowym, wydawanych w latach 2006-2010 przez Muzeum Miasta Jaworzna. Czytelnik otrzymał ciekawą lekturę traktującą nie tylko o życiu Autora, w tym o Jego wędrówkach narciarskich po Beskidach i Tatrach, odwiedzanych przez Niego laboratoriach i stolicach świata oraz egzotycznych zakątkach globu, ale zawierającą również jego refleksje o fizyce, o rozwoju cywilizacji, o przyszłości naszej rasy i otaczającej nas kiedyś i obecnie rzeczywistości. Wyłania się z nich postać człowieka wrażliwego, o zdecydowanych poglądach, ale w pełni akceptującego ludzi myślących inaczej. Pisząc te wspomnienia jako „chłopiec z Jaworzna” starał się Bohdan spłacić dług miastu swojego dzieciństwa, jednocześnie przysparzając mu wśród czytelników ich nastrojem i swoim zaangażowaniem kolejnych miłośników.

Krystyna – żona Bohdana, nasza koleżanka z Instytutu i Wydziału, dr fizyki, specjalistka w zakresie fizyki cząstek, zmarła po długiej chorobie w 2003 r. Odchodząc Bohdan osierocił swoje dzieci, które zawsze wspominał z prawdziwą dumą – syna Wojciecha i córkę Dorotę, oraz dwoje wnuków, Darię (2002) i Konrada (2005).

Jerzy Niewodniczański,
Kraków

Artykuł był drukowany w „Magazynie Informacyjnym Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie BIULETYN AGH”, nr 51 z marca 2012.

² Bohdan Dziunikowski: „O fizyce i energii jądrowej”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2001.

„Analiza możliwości pozyskania uranu z zasobów krajowych” – seminarium naukowe w IChTJ



Prof. Jacek Michalik, zastępca dyrektora Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej ds. Naukowych wita uczestników seminarium.

