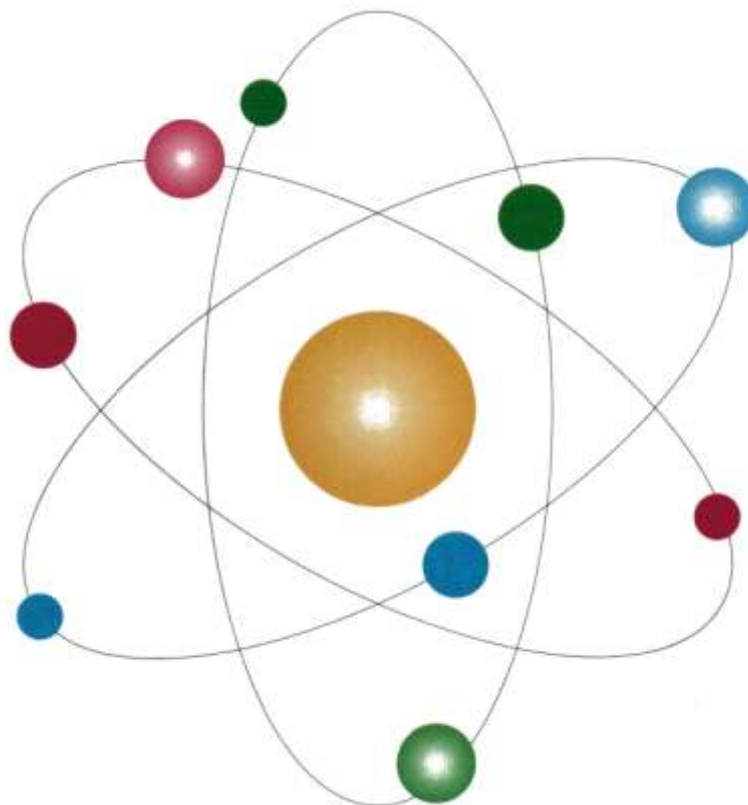


VI Spotkanie Inspektorów Ochrony Radiologicznej



SKORZĘCIN 15-18.06.2011

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

ORGANIZATOR:

**Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej
Poznań**

Program

V Spotkania IOR 15.06.-18.06.2011w Skorzęcinie

Energetyka jądrowa. Sesja wspólna

15.06.2011 Środa	
Przyjazd do Skorzęcina i zakwaterowanie (od godz. 17.00)	
GODZ. 18.30	Powitanie gości
GODZ. 19.00	Kolacja

16.06.2011 Czwartek

GODZ. 9.00-10.00 Śniadanie

SESJA I: - WSPÓLNA - Energetyka jądrowa - przeszłość, teraźniejszość i najbliższa przyszłość

Przewodniczą sesji: D. Wróblewska, J. Barczyk

Godzina	Wykładowca	Temat
Godz 10.00-10.40.	G. Jezierski	Początki energetyki jądrowej na świecie
Godz 10.40-11.10	Ł. Kuźniarski	Energetyka jądrowa w Polsce – założenia, plany i stan obecny
Godz 11.10-11.40	J. Naniewicz	Dawki po awarii elektrowni Fukushima i ich potencjalny wpływ na otoczenie

GODZ. 11.40-12.00 KAWA

SESJA II Energetyka jądrowa - przeszłość, teraźniejszość i najbliższa przyszłość ;
Przewodniczą sesji: J. Jeziorko, J. Wojnarowicz

Godz 12.00-12.30	W. Gorączko	Fukishima – kalendarium i wnioski
Godz.12.30-12.45	P. Jodłowski	Energetyka jądrowa – zagrożenie radiologiczne w normalnych warunkach pracy
Godz.12.45-13.00	<u>K. Ciupek</u> , M. Szymańska	"Dozymetria biologiczna w CLOR- działalność akredytowanego Stanowiska Cytogenetycznej Rekonstrukcji Dawek"
Godz.13.00-13.20	R. Kopeć	Dawki otrzymywane na całe ciało przez osoby zatrudnione w narażeniu na promieniowanie X i gamma w zastosowaniach technicznych
Godz.13.20-13.50	G. Jezierski	Poza światłem – fotografia rentgenowska

GODZ. 14:00-15:00 OBIAD

SESJA III Obróbka radiacyjna, OR w przepisach BHP

Przewodniczą sesji: :l. Krupiński, J.Okraśńska

Godz 15.15-15.45	W. Głuszewski	Przemysłowe zastosowania obróbki radiacyjnej materiałów
Godz 15.45-16.00	M. Gniewoski	Ochrona radiologiczna w przepisach BHP

GODZ 19.00-.....KOLACJA

Piątek 17.06.2011

GODZ 8.00-9.00 ŚNIADANIE

SESJA IV

Aspekty prawne w ochronie radiologicznej, pomiary dozymetryczne, aparatura

Przewodniczą sesji: **G. Jezierski, R. Barański**

Godz 9:00-9.40	J. Barczyk, J.Wojnarowicz	Projekt Ustawy Prawo Atomowe
Godz 9.40- 11:00	J. Barczyk	Projekt Rozporządzenia RM` w sprawie stanowisk mających istotne znaczenie dla bjiór oraz IOR

GODZ. 11.00-12.00 KAWA

SESJA V

Aspekty prawne w ochronie radiologicznej, pomiary dozymetryczne, aparatura

Przewodniczą sesji: **W. Gębski, M. Gniewoski**

Godz 12.00-13.50	M. Kubicka, J.Barczyk	Przepisy
------------------	-----------------------	----------

GODZ 14.00-15.00 OBIAD

GODZ 19.00- KOLACJA

18.06.2011 Sobota

GODZ 8.00-9.00 ŚNIADANIE

Wyjazd ze Skorzęcina

STRESZCZENIA 2011

G. Jezierski	Politechnika Opolska
Początki energetyki jądrowej na świecie	
W związku z planowaną budową elektrowni jądrowych w Polsce, warto może przybliżyć nieco jej początki na świecie. Aktualnie na świecie pracuje 441 reaktorów jądrowych w 30 krajach, z mocą zainstalowaną 376 000 MWe. Dostarczają one około 14% wytworzonej ogółem energii elektrycznej. Początki energetyki jądrowej sięgają lat 50. ubiegłego wieku, aczkolwiek należy pamiętać, iż pierwsze wykorzystanie energii jądrowej przez człowieka, miało miejsce niestety w celach destrukcyjnych tj. podczas wybuchu bomb atomowych w Hiroszynie i Nagasaki	

(wcześniej także próbny wybuch na pustyni Alamogordo w Stanach Zjednoczonych). Stąd też w pierwszych latach po drugiej wojnie światowej nowo odkryta energia jądrowa była wykorzystywana głównie do celów wojskowych, np. do próbnego wybuchów jądrowych czy do napędu okrętów podwodnych. Pod koniec lat 50. w wielu krajach Europy (Związek Radziecki, Wielka Brytania czy Francja) a przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych uruchamiano pierwsze elektrownie jądrowe. Pierwsze elektrownie jądrowe na świecie to: elektrownia w Obnińsku – 1954 r. (Związek Radziecki), Calder Hall – 1956 r. (Wielka Brytania) oraz Shippingport – 1957 r. (Stany Zjednoczone). Były to wówczas rozwiązania prototypowe o niewielkich mocach, za to bardzo kosztowne. Istotnym czynnikiem, stanowiącym impuls do rozwoju i wykorzystania energetyki jądrowej w wielu innych krajach świata było wystąpienie prezydenta Stanów Zjednoczonych Dwighta Eisenhowera 8 grudnia 1953 r. podczas Zgromadzenia Ogólnego ONZ z tzw. apelem „Atomy dla pokoju”. To po tym apelu nastąpiła w świecie „Era atomu”. W latach 1955, 1958 oraz 1964 miały miejsce słynne konferencje organizowane pod egidą ONZ w Genewie na temat „Pokoju wykorzystania energii atomowej”. Istotny wkład w rozwój energetyki jądrowej na świecie wniosła także powołana w 1957 r. niezależna organizacja działająca w ramach ONZ – tzw. Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej z siedzibą w Wiedniu. W niniejszej prezentacji przedstawiono trudne początki energetyki jądrowej na świecie.

Ł. Kuźniarski	Ministerstwo Gospodarki
Energetyka jądrowa w Polsce – założenia, plany i stan obecny	
<p>1. Uzasadnienie wdrożenia energetyki jądrowej</p> <p>Zgodnie z „Polityką Energetyczną Polski do 2030 roku” podstawowym celem polityki energetycznej państwa jest zaspokojenie potrzeb energetycznych przedsiębiorstw i obywateli po konkurencyjnych cenach i w sposób zgodny z wymaganiami ochrony środowiska.</p> <p>Przy przewidywanym ponad 50% wzroście zużycia energii elektrycznej w Polsce do 2030 roku w porównaniu z rokiem 2010 (także z uwagi na prawie dwukrotnie niższą od średniej UE konsumpcję energii elektrycznej w Polsce) oraz w związku z tym, że duża część polskiej mocy generacyjnych będzie musiała być w najbliższym czasie wyłączona z uwagi na jej wiek oznacza to konieczność rozwoju polskiej infrastruktury wytwórczej. Natomiast realizacja polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej</p>	

oznacza, że niezbędna będzie zmiana struktury produkcji energii elektrycznej, polegająca na odejściu od źródeł o wysokiej emisji CO₂ na rzecz źródeł niskoemisyjnych. W tym kontekście ważną częścią polskiej energetyki będzie energetyka jądrowa (priorytet „Dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej” we wspomnianej Polityce), która oprócz bardzo niskiej emisji CO₂ (porównywalnej z OZE) i konkurencyjnej ceny produkowanej energii elektrycznej oznacza także większą stabilność dostaw paliwa.

Poza wyżej wymienionymi aspektami wdrożenia energetyki jądrowej w Polsce jest to także znacząca szansa rozwoju gospodarczego i technologicznego. Energetyka jądrowa oznacza wysoki poziom technologii, a zatem kluczowa jest kwestia zapewnienia wysokokwalifikowanych kadr.

Bardzo ważne jest ekonomiczne uzasadnienie wdrożenia i rozwoju energetyki jądrowej, biorąc pod uwagę koszty etapu przygotowawczego, budowy i eksploatacji oraz likwidacji obiektów energetyki jądrowej. Energia elektryczna produkowana w elektrowniach jądrowych musi być konkurencyjna wobec energii elektrycznej wytwarzanej w innych rodzajach energetyki (nie tylko w związku z kosztem emisji CO₂). Państwo musi zapewnić spójność i trwałość rozwoju energetyki jądrowej oraz ponosić odpowiedzialność i kontrolować ryzyko związane z tą technologią uwzględniając długoterminową wizję funkcjonowania sektora energetyki jądrowej i jego długofalowe skutki.

2. Uwarunkowania wdrożenia

Najważniejszą i realizowaną bez żadnych kompromisów zasadą jest pierwszeństwo i nadrzędność bezpieczeństwa wobec wszystkich innych aspektów energetyki jądrowej (szczególnie jej ekonomicznego uzasadnienia). Pełną odpowiedzialność za funkcjonowanie energetyki jądrowej od momentu przygotowania do budowy obiektów energetyki jądrowej, przez fazę realizacji inwestycji, bezpieczną i ekonomiczną ich eksploatację, likwidację obiektów energetyki jądrowej po zakończeniu ich eksploatacji, a także wdrożenie rozwiązań w zakresie postępowania z wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi ponosi inwestor i operator obiektów energetyki jądrowej. Stąd m.in. nałożenie na inwestorów i operatorów obiektów energetyki jądrowej obowiązku posiadania ubezpieczenia od odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową. Prowadzone działania przygotowawcze związane z wdrożeniem energetyki jądrowej w Polsce realizowane są zgodnie prawem

międzynarodowym i regulacjami UE, a także zgodnie z zaleceniami i we współpracy z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej (MAEA) i z Agencją Energii Jądrowej przy OECD (AEJ/OECD). Działania te wykorzystują również doświadczenia krajów, które z sukcesem i przy społecznej akceptacji wdrożyły energetykę jądrową.

3. Opinia społeczna

Poparcie społeczne dla energetyki jądrowej jest jednym z najważniejszych warunków jej wdrożenia i funkcjonowania. Doświadczenie państw Europy Zachodniej i Stanów Zjednoczonych wskazuje, że stabilne i świadome poparcie (lub co najmniej akceptacja) większości społeczeństwa, jest warunkiem koniecznym wdrożenia energetyki jądrowej. Obecnie, poparcie polskiego społeczeństwa dla energetyki jądrowej, według różnych sondaży, waha się wokół poziomu 40-50%. Należy jednak zauważyć, że jest to poparcie niepewne i w znacznej mierze nie wynikające z rzetelnej wiedzy społeczeństwa na temat energii jądrowej. Aby zwiększyć zakres rzetelnej wiedzy społeczeństwa na temat energii jądrowej (a w niej energetyki jądrowej) konieczne jest ciągle prowadzenie działań edukacyjnych i informacyjnych. Oba typy działań powinny być ze sobą skorelowane i skoordynowane, prowadzone równolegle. Za działania informacyjne generalnie odpowiadać będzie Minister Gospodarki, a na poziomie lokalnym również inwestorzy.

4. Podstawowe dokumenty i tezy ważne dla ej

Decyzje rządowe z 2009 r. otwierają w Polsce nowy rozdział budowy programu rozwoju energetyki jądrowej. Jednak wdrożenie energetyki jądrowej wymaga opracowania efektywnego programu działania dla osiągnięcia celu w optymalny sposób i możliwie najkrótszym czasie. Program Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ) jest dokumentem strategicznym przedstawiającym zakres i strukturę organizacji działań, jakie należy podjąć, aby wdrożyć energetykę jądrową, zapewnić bezpieczną i efektywną eksploatację obiektów energetyki jądrowej, ich likwidację po zakończeniu okresu eksploatacji oraz zapewnić bezpieczeństwo postępowania z wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi. PPEJ jest programem wieloletnim, co umożliwi finansowanie działań w nim zawartych, podlega ewaluacji strategicznej w celu jego oceny w kontekście polityk i strategii krajowych. PPEJ realizuje cele (cel strategiczny 1 i 3) strategii Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko, będącej w trakcie opracowywania. Dla

projektu PPEJ sporządzona została prognoza oddziaływania na środowisko i udostępniona opinii publicznej (i państwom członkowskim UE oraz państwom zainteresowanym/narażonym w ramach procedur Konwencji z ESPOO) dla przesyłania uwag i komentarzy. Następnie przeprowadzone zostaną kolejne etapy związane ze sporządzaniem dla PPEJ Strategicznej Oceny Oddziaływania na Środowisko. Najważniejsze fragmenty Prognozy zostaną przetłumaczone i przekazane w ramach procedur Konwencji ESPOO wszystkim państwom członkowskim UE oraz państwom zainteresowanym (narażonym).

5. PPEJ

Wdrożenia energetyki jądrowej w Polsce wymaga budowy prawie całej infrastruktury niezbędnej dla rozwoju i funkcjonowania energetyki jądrowej (prawnej, organizacyjnej, technicznej, instytucjonalnej, zaplecza naukowo-badawczego, systemu szkolenia kadr). Szczegółowa diagnoza w zakresie poszczególnych, istotnych dla rozwoju energetyki jądrowej kwestii, została przedstawiona w dalszej części informacji.

Celem głównym PPEJ jest wdrożenie w Polsce energetyki jądrowej. Cel ten realizowany będzie za pomocą szeregu działań realizujących 14 celów szczegółowych:

Harmonogram PPEJ obejmuje następujące etapy:

Etap I - do 30.06.2011 :

- opracowanie i przyjęcie przez Radę Ministrów PPEJ,
- uchwalenie i wejście w życie przepisów prawnych energetyki jądrowej;

Etap II - 1.07.2011 - 31.12.2013:

- ustalenie lokalizacji i zawarcie kontraktu na wybraną technologię reaktorową pierwszej elektrowni jądrowej

Etap III - 1.01.2014 - 31.12.2015:

- wykonanie projektu technicznego i uzyskanie wymaganych prawem uzgodnień;

Etap IV - 1.01.2016 - 31.12.2020:

- pozwolenie na budowę i budowa pierwszego bloku pierwszej elektrowni jądrowej, rozpoczęcie budowy kolejnych bloków/elektrowni jądrowych;

Etap V - 1.01.2021 - 31.12.2030:

- kontynuacja i rozpoczęcie budowy kolejnych bloków/elektrowni jądrowych.

6. Regulacje prawne

Ważnym elementem uzupełniającym Programu są regulacje

prawne, tzn. ustawa o zmianie ustawy Prawo Atomowe oraz ustawa o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji towarzyszących wraz z rozporządzeniami wykonawczymi. Projekty tych ustaw zostały przyjęte przez Radę Ministrów 22 lutego 2011 roku i przekazane do Sejmu (wraz z projektami rozporządzeń wykonawczych). Ustawa o zmianie ustawy Prawo Atomowe została także przekazana Komisji Europejskiej w ramach jej notyfikacji zgodnie z art. 43 Traktatu EURATOM. Wejście w życie ustaw planuje się na 1 lipca 2011 roku.

7. Lokalizacje

W rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 maja 2009 r. w sprawie ustanowienia Pełnomocnika Rządu do spraw Polskiej Energetyki Jądrowej zobligowano go do przygotowania Programu, zawierającego m.in. potencjalne lokalizacje dla elektrowni jądrowych. W 2009 r. MG w porozumieniu z samorządami dokonało aktualizacji propozycji lokalizacyjnych elektrowni jądrowych rozważanych do 1990 r. Zebrano również nowe oferty. Na tej podstawie opracowano listę 28 potencjalnych lokalizacji elektrowni jądrowych. W 2010 r. wykonano ranking lokalizacji, biorąc pod uwagę ekspercką ocenę 17 kryteriów ewaluacyjnych MAEA. Wyniki pracy opublikowano na stronie internetowej Ministerstwa Gospodarki i przekazano potencjalnemu inwestorowi pierwszej polskiej elektrowni jądrowej, PGE S.A. Rolą Inwestora jest przeprowadzenie szczegółowych analiz lokalizacyjnych i dokonanie wyboru ostatecznej lokalizacji.

9. Współpraca międzynarodowa

- Ciągła współpraca z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej głównie w odniesieniu do wsparcia Polski we wszystkich działaniach dot. wdrożenia energetyki jądrowej. Przede wszystkim chodzi tu o przygotowanie i realizację misji INIR – cała administracja i otoczenie oraz IRRS – PAA,
- 18 listopada 2010 roku Polska stała się członkiem Agencji Energii Jądrowej (NEA) przy OECD. Pozwoli to głównie na pełne wykorzystanie potencjału polskich ośrodków naukowych i badawczych dla wsparcia wdrażania energetyki jądrowej w Polsce,
 - Uczestnictwo Polski w IFNEC oraz GTRI,
 - Uczestnictwo PAA m.in. w ENSREG oraz WENRA,
- Dwustronne umowy PAA z regulatorami innych państw, w tym ostatnia z US NRC,
- Umowy o współpracy MG z odpowiednikami w USA, Japonii i Korei.

Dawki po awarii elektrowni Fukushima i ich potencjalny wpływ na otoczenie

W rozpatrywaniu skutków awarii elektrowni jądrowej Fukushima można rozważyć trzy podstawowe aspekty narażenia:

- pracowników elektrowni, w tym przede wszystkim tych, którzy brali udział w działaniach ratunkowych.**
- ludność z najbliższego otoczenia, czyli 20 -30 km, która niedługo po awarii została ewakuowana**
- ludność z dalszego otoczenia, w tym oddalonej o 250 km, ale gęsto zaludnionej stolicy, Tokio.**

Według komunikatów przekazanych przez kierownictwo elektrowni do UNSCEAR i sprawdzanych przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej, 28 ratowników biorących udział w działaniach stabilizujących sytuację w reaktorach Fukushima Daiichi otrzymało wysokie dawki, tzn. powyżej 100 mSv. Żaden z nich jednak nie otrzymał dawki przekraczającej 250 mSv, czyli ogranicznik (guidance value) ustalony dla ratowników. Według polskich przepisów dotyczących narażenia wyjątkowego w przypadku usuwania skutków zdarzenia radiacyjnego „należy dołożyć wszelkich starań, żeby osoba uczestnicząca w takich działaniach nie otrzymała dawki skutecznej przekraczającej 100 mSv, natomiast osoba uczestnicząca w ratowaniu życia ludzkiego może otrzymać dawkę skuteczną przekraczającą 100 mSv, jednakże należy dołożyć wszelkich starań, żeby nie otrzymała dawki skutecznej przekraczającej 500 mSv”. Jak widać, wystarczył ogranicznik na poziomie połowy wyższej dawki, a w tym przypadku na pewno wchodziło w grę ratowanie życia ludzkiego.

Dwóch pracowników zostało skierowanych do szpitala na dodatkowe badania po skażeniu stóp na skutek przebywania w skażonej wodzie. Dawki na stopy zostały ocenione na 170-180 mSv i w szpitalu nie stwierdzono w badaniu żadnych ujemnych skutków zdrowotnych. Według naszych przepisów nie przekroczyli oni nawet rocznej dawki granicznej dla zwykłych warunków narażenia pracownika, która dla stóp i podudzi wynosi 500 mSv.

W czasie wystąpienia zostaną podane przykładowe moce dawek w prefekturze Fukushima oraz w Tokio w różnych okresach po awarii oraz przykładowe komunikaty dotyczące skażeń wody pitnej i żywności w różnych obszarach.

M.in. w dniu 27 kwietnia Departament Bezpieczeństwa Żywności japońskiego Ministerstwa Zdrowia odwołał większość ograniczeń

dotyczących spożywania warzyw, grzybów i innych płodów rolnych, a w dniu 1 maja odwołano restrykcje dotyczące spożywania świeżego mleka w prefekturze Fukushima.

W. Gorączko

Politechnika Poznańska

Fukushima – wnioski na przyszłość

W piątek 11 marca 2011 r. na skutek trzęsienia ziemi o sile 9 stopni w skali Richtera doszło do awarii w japońskiej elektrowni Fukushima I (Fukushima Dai-ichi), wyposażonej w 6 bloków z reaktorami BWR. Było to najsilniejsze trzęsienie ziemi w Japonii od 140 lat.

W Japonii jest 17 elektrowni jądrowych z 54 reaktorami. Reaktor, który najbardziej ucierpiał podczas trzęsienia ziemi jest jednym z najstarszych reaktorów (miał w 2011 roku zakończyć pracę). Zaprojektowała go w latach 60-tych amerykański koncern General Electric. Jest to reaktor II generacji. Obecnie budowane (także w Japonii) nowe reaktory generacji III i III+ posiadają znacznie skuteczniejsze zabezpieczenia antysejsmiczne. Największa na świecie elektrownia jądrowa, japońska Kashiwazaki-Kariwa w lipcu 2007 r. przetrwała bez większych szkód trzęsienie ziemi o sile 7,9 stopnia (skala Richtera). Od lat 60-tych elektrownie są zabezpieczane również przed falami tsunami. Niestety fala, która zalała elektrownię Fukushima miała o co najmniej 0,5 m wyższy poziom (7 - 12 m) niż przewidywały założenia projektowe.

Stan elektrowni dotkniętych trzęsieniem ziemi:

Elektrownia Fukushima I – awaria

Blok (moc, typ, rok uruchomienia) Stan

- 1 (439 MWe, BWR, 1971) • reaktor automatycznie wyłączony
- kontrolowane uwolnienia pary (do atmosfery) w celu redukcji ciśnienia wewnątrz obudowy bezpieczeństwa
 - eksplozja wodoru zniszczyła budynek reaktora, nie uszkodziła obudowy bezpieczeństwa – reaktor nienaruszony
 - zalanie rdzenia roztworem wody morskiej i kwasu borowego
 - stan paliwa i rdzenia - uszkodzone
 - ciśnienie wewnątrz zbiornika ciśnieniowego reaktora - stabilne
 - ciśnienie wewnątrz obudowy bezpieczeństwa - nieznane
- 2 (760 MWe BWR, 1974) • reaktor automatycznie wyłączony
- obniżenie ciśnienia wewnątrz obudowy bezpieczeństwa
 - poziom wody w rdzeniu - po osuszeniu rdzeń zalany jest ponownie wodą
 - doszło do wybuchu wewnątrz budynku reaktora, prawdopodobnie uszkodzony został basen redukcji ciśnienia (torus z wodą)
 - podejrzenie uszkodzenia obudowy bezpieczeństwa
 - ciśnienie wewnątrz zbiornika ciśnieniowego reaktora - waha się

- stan paliwa i rdzenia - uszkodzone
 - 17 marca podłączono zasilanie sieciowe w celu uruchomienia układów chłodzenia reaktora i basenu wypalonego paliwa
 - 3 (760 MWe BWR, 1976) • reaktor automatycznie wyłączony
 - poziom wody w reaktorze niski ale stabilny
 - obniżenie ciśnienia wewnątrz obudowy bezpieczeństwa
 - zalanie rdzenia reaktora roztworem wody morskiej i kwasu borowego
 - 14 marca doszło do wybuchu wodoru - podejrzenie uszkodzenia obudowy bezpieczeństwa
 - ciśnienie wewnątrz zbiornika ciśnieniowego reaktora - stabilne
 - ciśnienie wewnątrz obudowy bezpieczeństwa - stabilne
 - awaryjne zalewanie basenu wypalonego paliwa wodą przy pomocy węży strażackich i śmigłowców
 - 4 (760 MWe BWR, 1978) • reaktor w chwili awarii był wyłączony z powodu rutynowego przeglądu a rdzeń był opróżniony z paliwa
 - 15 marca w okolicach basenu wypalonego paliwa wybuchł pożar jednak został on ugaszony, prawdopodobna przyczyna to zapłon wodoru
 - na skutek wybuchu budynek reaktora został lekko uszkodzony
 - 16 marca ponownie wybuchł pożar, prawdopodobnie paliło się okablowanie lub elementy konstrukcyjne
 - niski poziom wody w basenie wypalonego paliwa, podejrzenie uszkodzenia prętów paliwowych, awaryjne zalewanie basenu
 - budynek jest poważnie uszkodzony
 - 5 (760 MWe BWR, 1978) • reaktor w chwili awarii był wyłączony z powodu przeglądu
 - wzrost temperatury w basenie wypalonego paliwa
 - 6 (1067 MWe BWR, 1979) • reaktor w chwili awarii był wyłączony z powodu przeglądu
 - wzrost temperatury w basenie wypalonego paliwa
- Elektrownia Fukushima II - elektrownia nie jest zagrożona
- Blok (moc, typ, rok uruchomienia) Stan
- 1 (1067 MWe BWR, 1982)
- 2 (1067 MWe BWR, 1984)
- 3 (1067 MWe BWR, 1985)
- 4 (1067 MWe BWR, 1987) • reaktor automatycznie wyłączony
- działa zasilanie awaryjne
 - poziom wody w reaktorze stabilny
 - stan reaktora - STABILNY
- Sytuacja „dzisiaj”
- Obecnie moc dawki przy ogrodzeniu elektrowni spadła do 0,646 mSv/h (w szczytowym momencie wynosiła 3,391 mSv/h). 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 jakąkolwiek 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 w PAA (Państwowa Agencja Atomistyki) nie nazywa ich samobójcami.

Rozpoczęto pomiary poziomu skażenia osobistych - ubrań ludzi ze strefy ewakuowanej. 150 osób spośród ewakuowanych poddano badaniom skażenia zewnętrznego. U 23 osób stwierdzono takie skażenia. Są to skażenia odzieży wierzchniej (butów, płaszczy, kurtek) promieniotwórczymi pyłami. Nie stwierdzono obecności skażeń wewnętrznych.

W prefektura Fukushima (otoczenie elektrowni Fukushima Dai-ichi) pomierzona wartość mocy dawki wynosiła $0.39 \mu\text{Sv/h}$ (mikrosiwerta/h), podczas gdy poziom tła naturalnego jest $0.08 \mu\text{Sv/h}$).

12 kwietnia Agencja Bezpieczeństwa Jądrowego i Przemysłowego NISA podniosła ocenę zdarzenia radiacyjnego w elektrowni Fukushima w blokach nr 1, 2 i 3 łącznie z 5 na 7 stopień w skali zdarzeń jądrowych i radiacyjnych INES. Dla bloku nr 4 ocena poziomu awarii pozostała niezmienną i wynosi 3. Zmiany kwalifikacji stopnia dokonano na podstawie szacunkowej oceny uwolnień do środowiska jodu ^{131}I i cezu ^{137}Cs . Decyzja ta nie oznacza zmiany sytuacji radiacyjnej wokół elektrowni Fukushima Dai-ichi. Ocenia się, że obecny poziom uwolnień substancji promieniotwórczych jest na poziomie 12% analogicznych w czasie katastrofy w Czarnobylu w 1986 roku. Dokonana przez NISA ocena zdarzenia w skali INES jest nadal oceną wstępną i może ulec zmianie.

Sytuacja radiologiczna w Polsce

Wyniki pomiarów przeprowadzonych w stacjach monitoringu Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) dowodzą, że zawartość jodu ^{131}I w powietrzu jest znikoma. Pomierzone aktywności właściwe wahają się od 53 do 93 $\mu\text{Bq/m}^3$ (mikro !) i nie mają żadnego wpływu na zdrowie. Z obliczeń dozymetrycznych wynika, że dawka pochłonięta w tarczycy przeciętnego człowieka od „japońskiego powietrza” jest mniejsza niż 20 μGy (mikrograjów), co stanowi mniej niż 0,2‰ (promila !!!!) poziomu interwencyjnego wynoszącego 100 mGy

(miligrejów). W żadnym wypadku nie należy brać na własną rękę dostępnych w sprzedaży preparatów zawierających jod stabilny (np. płyn lugola czy jodynę). Należy zauważyć, że dostępny w naszych aptekach preparat lugola nie jest przeznaczony do użytku wewnętrznego, a jego spożycie jest szkodliwe i może spowodować poważne, negatywne skutki zdrowotne.

Na stronach internetowych PAA zamieszczono wypowiedzi dwóch wybitnych specjalistów z zakresu medycyny nuklearnej (prof. dr hab. n. med. Eugeniusza Dziuka, kierownika Zakładu Medycyny Nuklearnej, Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie) i endokrynologii (dr hab. n. med. Grzegorza Kamińskiego, kierownika Kliniki Endokrynologii, Terapii Izotopowej WIM) na temat braku zagrożenia dla zdrowia z powodu wykrycia śladowych ilości jodu ^{131}I w powietrzu nad Polską. W swych oświadczeniach specjaliści ostrzegają przed przyjmowaniem preparatów jodu stabilnego.

Wyniki monitoringu radiacyjnego kraju przeprowadzone w dniach 4-7 kwietnia wskazują, że w powietrzu atmosferycznym nad Polską stężenia izotopu jodu ^{131}I są na poziomie kilkuset $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ (mikrobekkereli/ m^3) i nie stanowią żadnego realnego zagrożenia

Wnioski wypływające z wydarzeń w EJ Fukushima :

1. Awaria typu czarnobylskiego jest technicznie niemożliwa w obecnie pracujących na świecie reaktorach i w reaktorach jądrowych, którymi Polska jest zainteresowana.
2. W żadnym przypadku nie jest możliwy wybuch reaktora o charakterze wybuchu bomby jądrowej.
3. Stalowa obudowa bezpieczeństwa (tzw. containment) wytrzymał wzrost ciśnienia do 840 kPa choć zaprojektowany był do 400 kPa i miał ponad 40 lat. Należy wyraźnie podkreślić, że awaria dowiodła skuteczności zabezpieczeń stosowanych w elektrowniach jądrowych już od lat 60-tych. Podstawowy cel zabezpieczeń został osiągnięty – nawet w przypadku zdarzenia, którego nie dało się przewidzieć (trzęsienie ziemi o tak ogromnej sile i tsunami o tak wysokiej fali).
4. Zagrożone reaktory to typ BWR, generacja II.
5. Powodem ewakuacji były uwolnienia jodu. Do uwolnień jodu nie mogłoby dojść w reaktorach typu PWR (EPR), ponieważ cały obieg pierwotny zamknięty jest w obudowie bezpieczeństwa – w przeciwieństwie do reaktorów BWR, gdzie wychodzi on poza obudowę aż do hali turbin.

Paweł Jodłowski

Akademia Górniczo Hutnicza
Kraków

Energetyka jądrowa – zagrożenie radiologiczne w normalnych warunkach pracy

Energetyka jądrowa – zagrożenie radiologiczne w normalnych warunkach pracy

W referacie zostanie przedstawione zagrożenie radiologiczne związane z energetyką jądrową, w normalnych warunkach pracy instalacji jądrowych. Analizą zostaną objęte wszystkie etapy cyklu paliwowego od wydobycia uranu po składowanie odpadów promieniotwórczych. Zostaną omówione kontrolowane uwolnienia z instalacji jądrowych przede wszystkim radonu, gazów szlachetnych, trytu etc. Według oszacowań UNSCEAR osoby zamieszkujące w okolicy instalacji jądrowych otrzymują z tego tytułu dawki około 10 μSv rocznie, natomiast przeciętny mieszkaniec Ziemi w związku z obecnością w środowisku uwalnianych radionuklidów długożyciowych otrzymuje rocznie dawkę poniżej 0,2 μSv .

K. Ciupek i M. Szymańska

CLOR WARSZAWA

Atomowy autobus - Laboratorium mobilne

W okresie od 25 listopada do 11 grudnia 2010 roku Fundacja Forum Atomowe zorganizowała największy w Polsce projekt edukacyjno-informacyjny dot. promieniowania jonizującego i pokojowego wykorzystania energii atomowej. Jedną z instytucji która objęła patronat merytoryczny nad akcją było Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, które również udostępniło swoje zasoby kadrowe jak i techniczne na cele realizacji projektu.

Głównym celem Atomowego Autobusu, było dotarcie do studentów w największych ośrodkach akademickich oraz przekazanie im rzetelnych informacji na temat pokojowego wykorzystania energii jądrowej w kontekście rządowego programu budowy elektrowni atomowej w Polsce. Akcja Atomowy Autobus objęła 13 uczelni wyższych w największych ośrodkach akademickich w Polsce: w Warszawie, Toruniu, Koszalinie, Szczecinie, Poznaniu, Wrocławiu, Łodzi, Katowicach, Krakowie, Rzeszowie, Kielcach, Lublinie i Gdańsku.

W bezpośrednich rozmowach ze studentami wokół stoiska informacyjno-edukacyjnego oraz podczas seminariów i otwartej dyskusji oferowano nieodpłatną, obiektywną jak i aktualną wiedzę w zakresie ochrony radiologicznej, istoty promieniotwórczości, stosowanych technologii budowy reaktorów i systemów zabezpieczeń oraz kosztów budowy przyszłej elektrowni jądrowej przy uwzględnieniu aspektów środowiskowych. Stoisko „Atomowego Autobusu” składało się z dwóch części tematycznych i rozstawiane było w specjalnie wyznaczonych przez uczelnię miejscach.

Pierwsza część stoiska to „Promieniotwórczość i ochrona radiologiczna”. Prezentowane tu były odwiedzającym podstawowe zagadnienia fizyki jądrowej: istota promieniotwórczości, własności promieniowania niejonizującego i jonizującego (elektromagnetycznego i korpuskularnego) oraz zasady ochrony radiologicznej. Z kolei druga część stoiska bezpośrednio dotyczyła zagadnień „Energetyki jądrowej”. Pracownicy Fundacji przybliżali wszystkim zwiedzającym zasady działania reaktorów jądrowych, rozpoczynając od pojedynczego rozszczepienia jądra uranu do generowania prądu przez turbiny. Odpowiadaliśmy na podstawowe pytania: czy elektrownia jądrowa jest bezpieczna i dlaczego istnieje konieczność rozpoczęcia programu energetyki jądrowej w Polsce.

Podczas realizacji projektu ogłoszone zostały seminaria o tematyce związanej z ochroną radiologiczną oraz energetyką jądrową. W ciągu 2 tygodni „Atomowy Autobus” przejechał 3198 km, odwiedzając 13 uczelni wyższych w największych ośrodkach akademickich w Polsce. Wygłoszonych zostało 34 seminaria popularnonaukowe a samo stanowisko odwiedziło co najmniej 4500 zwiedzających.

Przeprowadzona została również ankieta, której celem było zbadanie postaw wobec energetyki jądrowej wśród 1100 osób.

Patronem honorowym projektu był Minister Gospodarki oraz Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Patronat merytoryczny: Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej oraz Instytut Energii Atomowej POLATOM.

M. Budzanowski	LADIS IFJ Kraków
Dawki otrzymywane na całe ciało przez osoby zatrudnione w narażeniu na promieniowanie X i gamma w zastosowaniach technicznych	

G. Jezierski	Politechnika Opolska
Poza światłem – fotografia rentgenowska	
Dla większości ludzi, promieniowanie rentgenowskie kojarzy się co najwyżej ze zdjęciem rentgenowskim złamanej kończyny czy prześwietleniem klatki piersiowej. Ale promieniowanie rentgenowskie stosowane obecnie powszechnie w medycynie, nauce, przemyśle i wielu innych dziedzinach gospodarki, było i jest nadal używane również jako forma sztuki. Dziedzina ta zwana jest radiografią artystyczną czy też rentgenowską fotografią artystyczną. Podczas, gdy materia odbija światło widzialne, promieniowanie rentgenowskie, które jest również falą elektromagnetyczną, tyle tylko że tysiące razy krótszą od światła, przenika na wskroś materię. Użycie promieniowania rentgenowskiego pozwala nam uzyskać ciekawe obrazy wewnętrznej struktury materii,	

ujawniając niekiedy jej wewnętrzne piękno. Ulubionym przedmiotem rentgenowskiej fotografii artystycznej bywają przede wszystkim kwiaty i rośliny, muszle i ryby, ale także różnorodne obiekty techniczne czy nawet bielizna i stroje. Piękne, czarno białe (ale niekiedy celowo podkolorowane) srebrzyste obrazy zachwycają nasze oczy, zaskakują i urzekają swoistym pięknem, pokazując subtelności wewnętrznych struktur roślin czy muszli. Wielu artystów fotografików, ale przede wszystkim ludzi zajmujących się wcześniej zawodowo promieniowaniem rentgenowskim (lekarze - radiolodzy czy inżynierowie prześwietlający obiekty techniczne) zajęło się tą dziedziną sztuki. W prezentacji przedstawiono wielu z nich i ich dzieła artystyczne – fotografie rentgenowskie, głównie ze Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii. Warto również zauważyć, iż rentgenowska fotografia artystyczna powstaje również i w Polsce. Wiele z przedstawionych w powyższej prezentacji, rentgenowskich fotografii artystycznych można będzie zobaczyć jako oryginały w tworzonym Muzeum Lamp Rentgenowskich przy Politechnice Opolskiej.

W. Głuszewski	ICHTJ Warszawa
Przemysłowe zastosowania obróbki radiacyjnej materiałów	
<p>W bogatym dorobku naukowym Marii Skłodowskiej-Curie (MSC) warto zwrócić uwagę na pracę zatytułowaną „SUR LETUDE DES COUEBES DE PROBABILITE RELATIVES A LOCATION DES RADON X SUR LES BACTERIA”, która ukazała się w Compte rendu w roku 1929 w Biuletynie Francuskiej Akademii nauk [1]. Autorka w swojej pracy opisała wpływ promieniowania rentgenowskiego na bakterie. Po raz pierwszy przedstawiła tzw. krzywe radiacyjnej inaktywacji, czyli ilościowe zależności między wielkością pochłoniętej dawki promieniowania a przeżywalnością bakterii. Udowodniła eksperymentalnie, nie znając tak naprawdę istoty samego zjawiska, statystyczny charakter skutków oddziaływania promieniowania jonizującego na materię*. Publikacja ta z dzisiejszego punktu widzenia jest pierwszą pracą kompleksowo przedstawiającą zagadnienia z dziedziny radiacyjnej sterylizacji. W latach trzydziestych ubiegłego wieku nie dysponowano odpowiednio dużymi źródłami promieniowania do praktycznego zastosowania zaobserwowanego zjawiska. Nie było zresztą takiej potrzeby, gdyż używane wówczas narzędzia medyczne z powodzeniem wyjaławiano termicznie tanio i skutecznie. Metoda radiacyjnej sterylizacji musiała poczekać ponad trzydzieści lat zanim znowu zwrócono na nią uwagę. Należy jednocześnie pamiętać, że dopiero na początku XX wieku</p>	

zaczęto zdawać sobie sprawę, że odkryte niedawno promieniowania (X , α i β) mogą być w dużych dawkach niebezpieczne dla organizmów żywych a więc również dla zdrowia. W tym czasie dosyć powszechnie traktowano różnego rodzaju preparaty radowe jako panaceum na wszystkie dolegliwości. Prześwietleń rentgenowskich dokonywano na zwykłych stołach nie chroniąc pacjenta i lekarza. Można przypuszczać, że nasilające się wraz z wiekiem problemy ze zdrowiem Marii Skłodowskiej-Curie spowodowane były w większym stopniu prowadzonymi przez nią prześwietleniami rentgenowskimi żołnierzy na froncie I wojny światowej niż pracami badawczymi z radioizotopami. Dopiero postęp w dziedzinie produkcji i przetwórstwa materiałów polimerowych w latach pięćdziesiątych, który spowodował upowszechnienie się wyrobów jednorazowego użytku, stworzył zapotrzebowanie na tzw. zimne metody sterylizacji. Dotyczyło to zwłaszcza tanich utensyliów medycznych, które odegrały znaczącą rolę w wyeliminowaniu wielu chorób epidemiologicznych. Tradycyjne metody termiczne nie nadają się, jak wiadomo, do wyjaławiania nieodpornych na podwyższone temperatury tworzyw sztucznych. Wrócono, więc do prac Marii Skłodowskiej-Curie i zaczęto na skalę przemysłową prowadzić sterylizację z użyciem promieniowania gamma i wiązki elektronów. Dało to impuls do prac badawczych nad nowymi rozwiązaniami w zakresie akceleratorów elektronów, co w krótkim czasie obniżyło koszty obróbki radiacyjnej. Zaczęto również intensywnie poszukiwać odpornych radiacyjnie polimerów, czego wynikiem było powstanie nowej dziedziny nauki - chemii radiacyjnej polimerów. Ten kierunek badawczy jest dynamicznie rozwijany do dnia dzisiejszego [2], i co dwa lata odbywają się międzynarodowe konferencje (IRaP – Ionization Radiation and Polymers) poświęcone wyłącznie problematyce oddziaływania promieniowania jonizującego na materiały polimerowe. W stosunkowo krótkim czasie obróbka radiacyjna stała się ogólnie dostępna i obecnie traktowana jest niemal jak usługa rutynowa. W naszym kraju, który ma duże osiągnięcia w dziedzinie przemysłowych zastosowaniach technik radiacyjnych, postawiono na promieniowanie elektronowe otrzymywane za pomocą akceleratorów elektronów [3]. Metody sterylizacji z użyciem promieniowania jonizującego posiadają kilka unikatowych zalet, które powodują, że opłaca się budować instalacje radiacyjne. Pozwalają one np. wyjaławiać wyrób w całej objętości i dodatkowo w opakowaniach: indywidualnym i zbiorczym. Takiej możliwości nie ma żadna inna zimna metoda sterylizacji. Konkurencyjna, wcześniej zresztą zastosowana na skalę przemysłową metoda chemiczna pozwala tak naprawdę na wyjałowienie w temperaturze pokojowej jedynie powierzchni wyrobu i to tych, do których tlenek etylenu może dotrzeć. Skomplikowane kształty produktu i użycie

np. smarów nie daje gwarancji wyjałowienia. Niezwykle ważne jest, że sterylizacja radiacyjna zwłaszcza z zastosowaniem wiązki elektronów charakteryzuje się krótkim czasem wyjaławiania. Czas przebywania pojedynczych wyrobów pod skanerem akceleratora jest rzędu kilkunastu sekund. Do napromieniowania dużej partii wyrobów potrzeba w zależności od mocy akceleratora od kilkudziesięciu minut do kilku godzin. Przykładowo proces chemicznej sterylizacji to wiele dni zagazowania i wietrzenia, i to bez gwarancji całkowitego usunięcia toksycznego i kancerogennego tlenku etylenu.

W chwili obecnej ponad tysiąc akceleratorów na całym świecie jest wykorzystywanych do prowadzenia prac w zakresie chemii i techniki radiacyjnej. Współczesne akceleratory charakteryzują się parametrami odpowiednimi do potrzeb w danej dziedzinie zastosowań, przy czym energia elektronów nie przekracza 10 MeV. To ograniczenie daje gwarancję, że obróbka radiacyjna nie wywoła radioaktywności napromienionego materiału. Teoretycznie, w reakcjach fotojądrowych wysokoenergetycznego promieniowania γ z jądrami niektórych pierwiastków mogą tworzyć się izotopy radioaktywne (tabela 1). Dlaczego więc formalne ograniczenia dotyczą wiązki elektronów, a nie źródeł kobaltowych i cezowych? Otóż w kobaltowych instalacjach stosuje się kwanty promieniowania γ o energiach 1,33 MeV i 1,17 MeV, emitowane przez wzbudzone jądra ^{60}Ni , powstające w wyniku β rozpadu ^{60}Co . W przypadku bardzo nielicznych już źródeł cezowych do radiacyjnej obróbki wykorzystuje się kwanty promieniowania gamma o jeszcze mniejszej energii. Wszystkie te energie są o rząd wielkości mniejsze od progów energetycznych na aktywację jądrową. Obróbka radiacyjna w źródłach γ nie stwarza pod względem radiologicznym zagrożeń dla wyrobów. Oczywiście, z samymi źródłami należy obchodzić się ostrożnie i z tego powodu niekiedy mają one gorszą społeczną opinię niż urządzenia akceleratorowe.

Promieniowanie γ o dużej energii, z niewielką zresztą wydajnością powstaje natomiast jako wynik hamowania elektronów. Szansa na to, że materiał po napromieniowaniu wiązką elektronów będzie radioaktywny jest jednak bardzo mała. Po pierwsze, musiałby on zawierać miedź, ale i wówczas radionuklidy uległyby rozpadowi bardzo szybko. Tak, więc w zasadzie do sterylizacji polimerów można byłoby bezpiecznie wykorzystywać wiązki elektronów o energii np. 13 MeV. Jednak, aby zapobiec wszelkim nawet czysto hipotetycznym podejrzeniom o wzbudzenie radioaktywności żywności, zwłaszcza konserwowanej za pomocą promieniowania elektronowego wprowadzono restrykcyjne ograniczenia energii elektronów do wspomnianych już 10 MeV.

Reakcja

fotojądrowa	Próg
energetyczny	Półokres
rozpadu	
$^{65}\text{Cu} (\gamma, n)$	^{64}Cu 10,2 12 godzin
$^{63}\text{Cu} (\gamma, n)$	^{62}Cu 10,9 10 minut
$^{64}\text{Zn} (\gamma, n)$	^{63}Zn 13,8 9 minut
$^{16}\text{O} (\gamma, n)$	^{15}O 16,3 2,1 minuty
$^{12}\text{C} (\gamma, n)$	^{11}C 18,7 21 minut

Tabela 1. Pierwiastki o najniższych progach energetycznych dla reakcji fotojądrowych

Obecnie promieniowanie jonizujące stosuje się również do dezynfekcji zboża i obiektów o znaczeniu historycznym. W prosty i skuteczny sposób możemy pozbyć się w ten sposób insektów, np. z zabytkowych obiektów drewnianych [4]. W odróżnieniu od metod chemicznych, sposoby radiacyjne eliminują również jaja szkodników. Tlenkiem etylenu możemy unieszkodliwić larwy i chrabąszcze ryzykując jednak, że szkodniki wyklują się ponownie z nieuszkodzonych jaj owadów. Poszukiwania materiałów odpornych na promieniowanie jonizacyjne udowodniły jednocześnie, że poprzez obróbkę radiacyjną można doprowadzić do sieciowania niektórych polimerów. Pierwsza praca na ten temat ukazała się dokładnie 56 lat temu [5]. Odkrycia tego dokonano przypadkowo badając zachowanie się materiałów polimerowych stosowanych w energetyce jądrowej. Wcześniej uważano, że promieniowanie działa na polimery wyłącznie destrukcyjnie. Ze zdziwieniem stwierdzono, że nawet dla stosunkowo dużych dawek, rzędu kilkuset kGy, polietylen nie tylko nie obniżał, a wprost przeciwnie poprawiał parametry użytkowe. Możliwe było to dzięki tworzeniu się wiązań poprzecznych między sąsiednimi łańcuchami PE. Obróbka radiacyjna i pod tym względem jest unikatowa. W odróżnieniu od tradycyjnych metod chemicznego sieciowania pozwala tworzyć sieć przestrzenną bez uprzedniego niszczenia struktury krystalicznej w procesach termicznych. Obecnie zjawisko radiacyjnego sieciowania polimerów wykorzystuje się powszechnie na skalę przemysłową do produkcji rur i taśm termokurczliwych, rur do instalacji ciepłej wody, kabli, opon samochodowych, materiałów kompozytowych, itd. [6]. Przesadą byłoby oczywiście wiązać wszystkie z bardzo licznych zresztą współczesnych zastosowań technik radiacyjnych z pracami Marii Skłodowskiej-Curie.. Nie ulega jednak wątpliwości, że tamte odkrycia dały początek współczesnej chemii i technologii radiacyjnej. Dowodzi to, że Maria Skłodowska-Curie była przede wszystkim chemikiem, mimo że pierwszą Nagrodę Nobla otrzymała jak wiadomo wspólnie z mężem

Piotrem Curie i Henrim Becquerelem w dziedzinie fizyki. ONZ postanowił uhonorować przypadającą za dwa lata setną rocznicę przyznania drugiej Nagrody Nobla uczonemu, ustanowieniem daty 2011 rokiem chemii. Patronką tego roku będzie oczywiście Maria Skłodowska-Curie.

Na koniec warto przypomnieć, że w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie działa jedyna w kraju przemysłowa Stacja Sterylizacji Radiacyjnej Wyrobów Medycznych i Przeszczepów. Instalacja ta wyposażona jest w akcelerator elektronów Elektronika 10/10. Stacja świadczy usługi dla ponad 50 wytwórców pracujących dla potrzeb Służby Zdrowia oraz producentów kosmetyków i środków leczniczych. Mimo 80 lat tradycji oraz prowadzonych systematycznie działań promocyjnych metoda radiacyjna jest w naszym kraju nadal stosunkowo mało znana. Wytwórcy utensyliów medycznych, produktów leczniczych i kosmetyków nie zawsze zdają sobie sprawę, że wysokoenergetyczne elektrony i promieniowanie gamma można z powodzeniem stosować do unieszkodliwiania drobnoustrojów chorobotwórczych. Niedostatecznie promuje się również unikalne zalety tej metody: dużą wydajność, niezawodność, brak szkodliwych pozostałości po napromieniowaniu oraz możliwość wykorzystania bezpośrednio po wykonanym procesie sterylizacji. Dlatego co dwa lata organizowane są konferencje poświęcone radiacyjnej sterylizacji i dekontaminacji.

*Krzywe inaktywacji można opisać zależnościami matematycznymi w oparciu o rachunek prawdopodobieństwa. Punktem wyjścia jest jednak zrozumienie niehomogeniczności odkładania się energii promieniowania jonizującego. Energia ta deponowana jest w materiale w porcjach, w obszarach nazywanych gniazdami jonizacyjnymi. Ilość gniazd o bardzo zróżnicowanej ilości energii jest wprost proporcjonalna do dawki pochłoniętego promieniowania. Możemy, więc w objętości obrabianego radiacyjnie materiału znaleźć miejsca, w których ilość energii wystarcza do spowodowania śmierci bakterii. Prawdopodobieństwo takiego zjawiska P_1 obliczymy jako stosunek sumy objętości gniazd jonizacji o odpowiednio dużej energii do całkowitej objętości materiału.

Jednocześnie w komórce bakterii znajdują się miejsca czułe na promieniowanie jonizujące, których uszkodzenie prowadzi do efektu letalnego. Stosunek objętości takich wrażliwych organów do całkowitej objętości bakterii jest prawdopodobieństwem P_2 , które zawiera w sobie parametr indywidualny związany z opornością danego szczepu bakterii. Aby spowodować śmierć bakterii muszą zajść obydwa zjawiska, tzn. określona ilość energii musi się znaleźć w odpowiednim miejscu bakterii. Prawdopodobieństwo efektu letalnego jest więc iloczynem P_1 i P_2 i

zależy od dawki promieniowania D oraz indywidualnych cech organizmu opisanych stałą k. Po prostych przeliczeniach otrzymuję zależność przeżywalności bakterii od dawki promieniowania, czyli krzywą inaktywacji opisaną wzorem logarytmicznym:

$$N = N_0 e^{-kD}$$

w którym N to ilość bakterii, które przeżyły obróbkę radiacyjną materiału w stosunku do początkowej ich ilości oznaczonej jako N_0 . Łatwo zrozumieć, że trudniej jest radiacyjnie pozbyć się mniejszych wirusów i należy w tym celu użyć dużo większych dawek promieniowania. Widać również, że niezbędna do sterylizacji dawka promieniowania zależy od wstępnego skażenia wyrobu.

1. M. Curie, Sur letude des couebes de probabilite relatives a location des radon X sur les bacteria, Compte rendu, 1929, 198, 102
2. Z.P. Zagórski, Sterylizacja Radiacyjna z elementami chemii radiacyjnej i badań radiacyjnych, IChTJ, Warszawa 2007, s.272
3. Z. Zimek, Technika radiacyjna w PTJ, 2008, Vol. 51, Z.4, s. 15-22
4. W. Głuszewski, Zastosowanie technik nuklearnych w identyfikacji i konserwacji dzieł sztuki, PTJ, 2009, Vol.52, Z.!, s. 12-14
5. Z.P. Zagórski, Pół wieku sieciowania radiacyjnego polietylenu, czyli pochwała nauki pozauczelnianej, PTJ, 2003, vol.4, Z s.10-16
6. W. Głuszewski, Radiacyjnie modyfikowane polimery w motoryzacji, PTJ, 2009, Vol. 62, Z.2, s. 24-28

M. Gniewowski	POLON BETA Bydgoszcz
Ochrona radiologiczna w przepisach BHP	

J. Barczyk, J. Wojnarowicz	SIOR POLSKA, IEA POLATOM Warszawa
Projekt Ustawy Prawo Atomowe	

J.Barczyk	SIOR POLSKA
Projekt Rozporządzenia RM w sprawie stanowisk mających istotne znaczenie dla bjiór oraz IOR	

M.Kubicka	SIOR POLSKA
Przepisy Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej	

Uczestnicy spotkania

Lp	Nazwisko imię	Firma	Adres
1	Antecki Piotr	Anwil SAC	87-805 Włocławek ul.Toruńska 222
2	Barański Ryszard	LOTOS Petrobaltic S.A.	80-958 Gdańsk I. Stary Dwór 9
3	Barczyk Janusz	PAA	
4	Bartz Krystyna	PUH "TEST" Ryszard Bartz	66-400 Gorzów Wlkp ul. Zubrzyckiego 3a/7
5	Bartz Ryszard	PUH "TEST" Ryszard Bartz	66-400 Gorzów Wlkp ul. Zubrzyckiego 3a/7

6	Briese Witold	PRATT & WHITNEJ Kalisz Sp. z o. o.	62-800 Kalisz ul. Elektryczna 4a
7	Budzanowski Maciej	IFJ PAN	Kraków
8	Chomenko Katarzyna	LOTOS Serwis Sp. z o. o.	80-718 Gdańsk ul. Elbląska 135
9	Chmielewski Borys	INTROL S.A.	40-519 Katowice ul. Kościuszki 112
10	Chromik Dariusz	BUG GAZOBUDOWA Sp. z o.o.	41-800 Zabrze ul. Wolności 349
11	Gębski Wojciech energo_serwis@02.pl	ENERGO-SERWIS Wojciech Gębski	62-502 Konin il. Lewkoniowa 4
12	Gorączko Wiesław	Politechnika Poznańska	
13	Gurbiel Anna	BUG GAZOBUDOWA Sp. z o.o.	41-800 Zabrze ul. Wolności 349
14	Inglot Sławomir	REMY Sp. z o. o.	67-231 Żukowice Głogów u. Żukowicka 1
15	Jagiłka Piotr	ELEKTROCIEPŁOWNIA EC NOWA Sp. z o. o.	41-308 Dąbrowa Górnicza skr. 16 ul. J. Piłsudskiego 92
16	Jakubowski Marek	BIKOTEX Jerzy Lisowski , Waldemar Wachowiak Sp. J.	80-557 Gdańsk ul. Marynarki Polskiej 98
17	Jeziernski Grzegorz	Politechnika Opolska	45-036 Opole ul.. Lubaszycka 5
18	Jóźwiak Sławomir	NDT System	Warszawa
19	Kawałko Józef	Wagony Świdnica SA	580100 Świdnica ul Strzelińska 35
20	Karusik Mirosław	NDTEST	04-283 Warszawa ul. Sztabowa 10
21	Karusik		
22	Kosiedowski Marek	Izba Celna w Gdyni	81-029 Gdynia ul. Północna 92
23	Kurek Gancewska Beata beata.kurek-gancewska@elt urow.bot.pl	PGE Elektrownia Turów SA	59-916 Bogatynia ul. Młodych Energetyków 12
24	Łozicki Krzysztof	PU-P ELTUR-SERWIS Sp. z o.o	59-918 Bogatynia ul.

			Energetyków 12
25	Łychoński Michał	Elektrownia Kozienice S.A.	26-900 Kozienice 1 Świerże Górne gm. Kozienice
26	Narewski Robert	PU-P ELTUR- SEWIS Sp. z o.o	59-916 Bogatynia ul. Młodych Energetyków 12
27	Łysik Aleksander		
28	Łysik		
29	Łysik Klemens	Defekto-serwis	
30	Nowak Mirosław	Kombinat Koksochmiczny „ZABRZE” S.A.	41-800 Zabrze ul. Pawliczka 1
31	Naniewicz Jolanta	RTA	Warszawa
32	Moldach Robert	e- Fabrika	Warszawa
33	Moczydlarz Adamcewicz Mirosława		
34	Rajniak Zenon	BIKOTEX Jerzy Lisowski , Waldemar Wachowiak Sp. J.	80-557 Gdańsk ul. Marynarki Polskiej 98
35	Olchawa Paweł	GEFIZYKA TORUŃ Sp. z o.o.	87-100 Toruń ul. Chrobrego 50
36	Pietrzyk Rafał	Uniwersytet Poznański	61-712 Poznań ul. H. Wieniawskiego 1
37	Roszak Zenon zroszak@zecbyd.com.pl	PGE Zespół Elektrociepłowni Bydgoszcz SA	85-415 Bydgoszcz ul. Łubinowa 33
38	Sieminska Alicja a.siminska@topsa.pl	TOP S.A.	43-100 Tychy ul. Katowicka 182
39	Snopek Bożydar	ZUOP	Świerk
40	Suszyna Jerzy	PU-P ELTUR- SEWIS Sp. z o.o	59-916 Bogatynia ul. Młodych Energetyków 12
41	Szary Stanisław	Katowicki Holding Węglowy S.A. KWK „ WUJEK”	40-022 Katowice ul. Damrota 16-18
42	Szmelter Robert	Stocznia Remontowa NAUTA S.A.	81-342 Gdynia ul. Waszyngtona 1
43	Szymonek Robert	INTROL S.A.	40-519 Katowice ul. Kościuszki 112

44	Więznowski Zdzisław labdab@interia.pl 	Zakład Remontów Kotłów Zbiorników Ciśnieniowych i Dźwigni	75 672 Koszalin ul. Bożydara 11
45	J. Wojnarowicz	IEA POLATOM	Świerk
46	Zawistowski Michał	ENERGO-SERWIS Wojciech Gębski	62-502 Konin il. Lewkoniowa 4
47	Zmysłowski Marek mzmyslowski@acbyd.com.pl	PGE Zespół Elektrociepowni Bydgoszcz SA	85-830 Bydgoszcz ul. Sandomierska 24/19

SPONSORZY

EDO MED

Warszawa

Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego

Polskiej Akademii Nauk

Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej

Kraków

„POLON-ALFA”

Bydgoszcz

Organizator

**Stowarzyszenie Inspektorów
Ochrony Radiologicznej
Ul. Garbary 15
61-866 Poznań
tel. 061 88 50 521, fax 061 88 50 723
www.sior.pl**