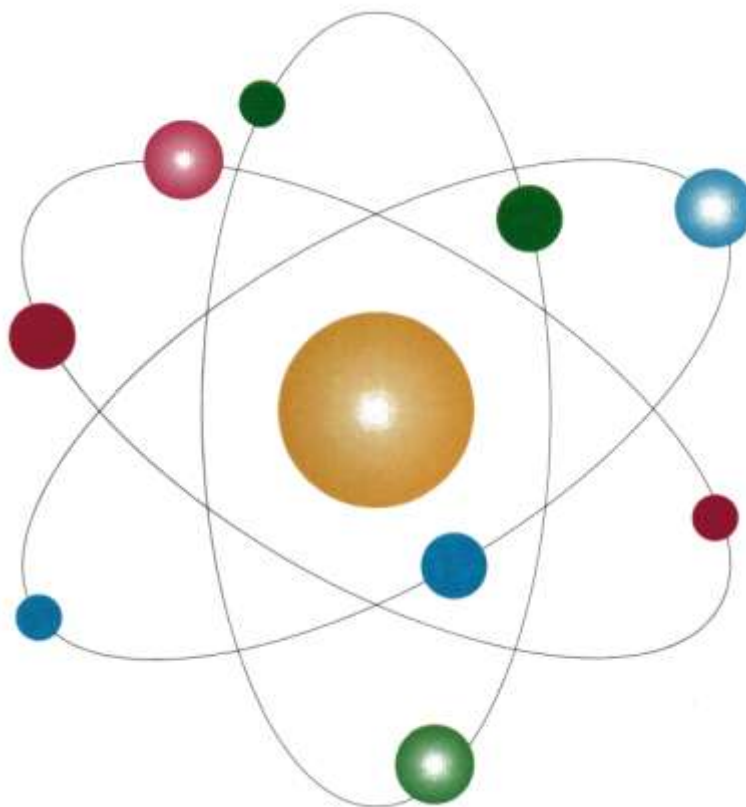


XIV Spotkanie Inspektorów Ochrony Radiologicznej



Mikorzyn 24-27.05.2011

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

**ORGANIZATOR:
Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej
Poznań**

PROGRAM
XIV spotkania Inspektorów Ochrony Radiologicznej
24-27.05.2011
Mikorzyn koło Konina

24.05.2011 WTOREK

godz.18.30 Przyjazd do Mikorzyna
godz.19.00 KOLACJA

25.05.2011 ŚRODA

godz. 8.30 - 9.30 ŚNIADANIE
godz. 9.50 - 10.00 Otwarcie zjazdu przez Prezesa SIOR Marię Kubicką

SESJA I: Trochę historii
Przewodniczą sesji: Maria Kubicka i Jerzy Zandberg

godz.10.00 - 10.20	J. Malicki, Małe dawki w ciele pacjenta poza obszarem terapeutycznym
godz.10.20 - 10.40	G. Jezierski Początki energetyki jądrowej na świecie
godz.10.40-11.00	Ł. Kuźniar Energetyka jądrowa w Polsce- założenia, plany, i stan obecny
godz.11.00-11.20	W. Gorączko Fukushima – wnioski na przyszłość

godz.11.20-11.40 PRZERWA KAWOWA

SESJA II: Energetyka jądrowa
Przewodniczą sesji: Wiesław Gorączko i Kinga Kapecka

godz.11.40-12.10	J. Naniewicz Dawki po awarii elektrowni Fukushima i ich potencjalny wpływ na otoczenie
godz.12.10-12.30	B. Snopek Pomiary środowiskowe na terenie i w otoczeniu obiektów ZUOP w Ośrodku Świerk
Godz 12.30-13.10	Martin Holcner 1.Zarys energetyki jądrowej w Czechach 2.Główne warunki wstępu na teren elektrowni jądrowych 3.Praca inspektora ochrony radiologicznej na terenie elektrowni jądrowej 4. Aktualna sytuacja z budowy nowych bloków elektrowni

	atomowych w Czechach.
godz.13.10-13.30	K. Ciupek Atomowy autobus Mobilne Laboratorium patronat merytoryczny CLOR nad projektem edukacyjno informacyjnym dot. Promieniowania jonizującego i pokojowego wykorzystania energii jądrowej

godz.13.45-14.45 OBIAD

SESJA III: Przepisy prawne
Przewodniczą sesji: Maciej Budzanowski i Anna Wyszomirska

godz.14.45-15.00	R. Broda Laboratorium Wzorców Radioaktywności IEA POLATOM ŚWIERK
godz.15.00-15.20	N. Lambrinow Wątpliwości inspektora ochrony radiologicznej dotyczące przepisów prawnych
godz.15.20-15.40	M. Radwańska Ochrona radiologiczna pacjentów i personelu w medycznych zastosowaniach promieniowania jonizującego w Unii Europejskiej i w USA
godz.15.40-16.10	J. Naniewicz Uwagi do rozporządzenia Ministra Zdrowia

godz.16.10-16.30 PRZERWA KAWOWA

godz.16.30 -	Walne zebranie Członków SIOR
--------------	-------------------------------------

godz.18.30 - KOLACJA

26.05.2011 CZWARTEK

Sesja IV: Radioterapia
Przewodniczą sesji: Jerzy Wojnarowicz i Patrycja Mantaj

godz.9.30.-10.00	J. Naniewicz Nowe techniki radioterapii w Świetle aktualnych przepisów
godz.10.00-10.15	G. Zwierzchowski Brachyterapia nowotworów skóry z wykorzystaniem nowoczesnych metod obrazowania – czy jest środkiem do uzyskania poprawy warunków rozkładu dawek
godz 10.15-10.25	S. Nowakowski

	CyberKnife-Radiochirurgia XXI wieku
godz 10.25-10.35	J. Okraśńska Gammaknife
godz.10.35-10.45	K. Chełmiński Dozymetria w radioterapii
godz.10.45-11.00	A. Woźniak Sytuacje awaryjne w Brachyterapii LDR raka prostaty
godz.11.00-11.40	A. Karczewska Radiobiologia

godz.11.40-12.00 PRZERWA KAWOWA

Sesja V: Dozymetria
Przewodniczą sesji: Grzegorz Jezierski i Bożena Małek

godz.12.00-12.20	D. Kluszczyński Dawki w medycynie nuklearnej
godz.12.20-12.40	M. Budzanowski, Pomiary dawek indywidualnych na całe ciało, soczewki i dłonie otrzymane w medycynie nuklearnej
godz.12.40-13.00	M. Szymańska Dozymetria biologiczna w CLOR –m działalność Akredytowanego Stanowiska Cytogenetycznej Rekonstrukcji Dawek
godz.13.00-13.30	M. Budzanowski Nowy dawkomierz do pomiaru Hp ₃ na soczewkę oka dla personelu w medycynie nuklearnej
godz.13.30-13.40	M. Budzanowski Radioterapia protonowa I. Rospond - Kubiak Protonoterapia w leczeniu nowotworów wewnątrzgałkowych

godz.13.40-14.30 OBIAD

Sesja VI: Doniesienia różne
Przewodniczą sesji: Janusz Barczyk i Anna Nowak

godz.14.30-14.45	G. Sieradzki Skrining mammograficzny Sectra - wybrane zagadnienia: wpływ dawki na indukowane nowotwory wtórne, tomosynteza oraz obrazowanie spektralne".
godz.14.15-14.35	RTA

godz.16.00-16.30	KAWA
------------------	------

godz.16.30-17.30	Panel dyskusyjny
------------------	-------------------------

godz.17.30-17.45	M. Kubicka, J. Zandberg Podsumowanie spotkania
------------------	---

godz. 19.00 KOLACJA

27.05.2011 PIĄTEK

godz.9.00-10.00 ŚNIADANIE
Wyjazd z Mikorzyna

STRESZCZENIA

<p>Julian Malicki^{1,2,3}, A. Kowalik^{1,2} W. Bandyk^{1,2}</p>	<p>1- Zakład Fizyki Medycznej Wielkopolskiego Centrum Onkologii, Zakład Elektryki Radiologii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu; 2 - Zakład Fizyki Medycznej A. Mickiewicza w Poznaniu Szpitala im. Kopernika w Łodzi</p>
<p>Dawki w narządach odległych od miejsca napromieniania podczas różnych technik radioterapii</p>	
<p>. W ciągu ostatnich dziesięciu lat nastąpił szybki rozwój technologii medycznych, w wyniku którego uzyskano znaczną poprawę rozkładów dawek w obszarze PTV (guzie nowotworowym). Jednak uzyskanie bardziej jednorodnej dawki w guzie nowotworowym powoduje pewien wzrost dawek w miejscach bardziej oddalonych od guza nowotworowego. Może to w przyszłości stać się przyczyną wystąpienia zdarzeń niepożądanych dla zdrowia pacjenta.</p> <p>Cel. Celem pracy było porównanie dawek zmierzonych dwoma rodzajami detektorów: komorami jonizacyjnymi i detektorami termoluminescencyjnymi dla techniki IMRT/SIB i techniki pól statycznych 3D-CRT dla grupy chorych na raka prostaty.</p> <p>Materiał i Metoda. Zaplanowano układy wiązek terapeutycznych i parametry napromieniania dla fantomu Aldersona dla przypadku raka prostaty. Takie sam zestaw parametrów wykorzystano dla napromieniania fantomu wodnego. Plany leczenia opracowano dla metody 3DCRT (pola statyczne) i IMRT/SIB. Rozkłady dawek i czasy napromieniania obliczono przy pomocy systemu planowania Eclipse (Varian, algorytm AAA).</p> <p>Zaplanowano czas napromieniania odpowiadający uzyskaniu dawki terapeutycznej w punkcie centrowania wynoszący 2 Gy, a następnie wszystkie uzyskane wyniki znormalizowano dla dawki w PC wynoszącej 76 Gy.</p> <p>Zmierzono dawki w fantomie wodnym komorą jonizacyjną w PC oraz w miejscach odległych od PC w zakresie od 2 cm do 100 cm od krawędzi wiązki. Dawki w fantomie Aldersona zmierzono detektorami termoluminescencyjnymi TL100.</p> <p>Wyniki. Dawki w wodzie dla techniki statycznej 3D-CRT (dla 76 Gy w PC) wyniosły odpowiednio: dla fotonów 6 MV 16,2 mGy (0,02 %) w odległości 60 cm od granicy wiązki i 3,7 mGy w odległości 100 cm od granicy wiązki. Dla fotonów 20 MV odpowiednio 23,4 mGy (0,03%) w 60 cm i 5,84 mGy w 100 cm. Bliżej krawędzi wiązki dawki były większe. W odległości 15 cm od krawędzi wiązki wyniosły dla fotonów 6 MV 0,87 Gy (1,09%) a dla 20 MV odpowiednio 0,66 Gy (0,82%).</p> <p>Dawki zmierzone w fantomie Aldersona detektorami termoluminescencyjnymi przy napromienianiu jak dla raka prostaty były znacznie większe i wyniosły w tarczycy 0,42 Gy dla techniki 3D-CRT i 1,18 Gy dla IMRT/SIB; w płucu 0,75 Gy dla techniki 3D-CRT i 2,78 Gy dla IMRT/SIB.</p>	

Dyskusja i wnioski. Uzyskano znaczne różnice pomiędzy dawkami zmierzonymi komorami jonizacyjnymi i detektorami termoluminescencyjnymi, co może być wynikiem innej czułości tych detektorów na skład widmowy promieniowania które wywołuje dawkę poza wiązką główną.

Podstawowym problemem jest nieznaną skład widmowego promieniowania rozproszonego w miejscach gdzie nie występują fotony pierwotne, a dawka pochodzi od promieniowania wielokrotnie rozproszonego. Konsekwencją tego stanu jest brak wiedzy co do współczynnika kalibracyjnego, który powinien być zastosowany do obliczenia dawki.

Niezależnie od metody pomiaru dawki w większych odległościach od PTV, które wyniosły od kilku mGy do ponad dwóch Gy wymagają dalszych badań.

Grzegorz Jezierski

Politechnika Opolska
Opole

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 MW_e. 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 próbnych 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.

Łukasz Kuźniar	Departament Energii Jądrowej Ministerstwo Gospodarki
----------------	---

Energetyka jądrowa w Polsce – założenia, plany i stan obecny

1. Uzasadnienie wdrożenia energetyki jądrowej

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.

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 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 z 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 ciągłe 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 państwowemu członkowskim UE oraz państwowemu zainteresowanemu/narażonemu w ramach procedur Konwencji z ESPOO¹) 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.

¹ Konwencja o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym, sporządzona w Espoo dnia 25 lutego 1991 r. Dz.U. z 1999 r. Nr 96 poz. 1110)

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 30.06.2011²:

- 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)

² Należy podkreślić, że dla terminowej realizacji poszczególnych etapów sprawą kluczową jest realizacja w terminie najważniejszych działań etapu I, a w szczególności wejście w życie przepisów prawnych niezbędnych dla rozwoju i funkcjonowania energetyki jądrowej w Polsce. Opóźnienia w tej kwestii spowodują przesunięcie terminów realizacji kolejnych etapów.

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.

Wiesław Gorączko	Politechnika Poznańska
-------------------------	-------------------------------

Fukushima Dai-ichi - 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 załamała 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)	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • reaktor automatycznie wyłączony • obniżenie ciśnienia wewnątrz obudowy bezpieczeństwa • poziom wody w rdzeniu - po osuszeniu rdzeń zalany jest ponownie wodą

	<ul style="list-style-type: none"> • doszło do wybuchu wewnątrz budynku reaktora, prawdopodobnie uszkodzony został basen redukcji ciśnienia (torus z wodą) • podejrzanie 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)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 - podejrzanie 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)	<ul style="list-style-type: none"> • 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, podejrzanie uszkodzenia prętów paliwowych, awaryjne zalewanie basenu • budynek jest poważnie uszkodzony
5 (760 MWe BWR, 1978)	<ul style="list-style-type: none"> • reaktor w chwili awarii był wyłączony z powodu przeglądu • wzrost temperatury w basenie wypalonego paliwa
6 (1067 MWe BWR, 1979)	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • reaktor automatycznie wyłączony
2 (1067 MWe BWR, 1984)	<ul style="list-style-type: none"> • działa zasilanie awaryjne
3 (1067 MWe BWR, 1985)	<ul style="list-style-type: none"> • poziom wody w reaktorze stabilny
4 (1067 MWe BWR, 1987)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (mikrogrejów), 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 $\mu\text{Bq/m}^3$ (mikrobekereleli/ 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*) wytrzymała 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.

Jolanta Naniewicz	RTA Warszawa
Dawki po awarii elektrowni jądrowej Fukushima i ich potencjalny wpływ na otoczenie	
Jolanta Naniewicz, RTA Sp. z o.o., Warszawa	
W rozpatrywaniu skutków awarii elektrowni jądrowej Fukushima można rozważyć trzy podstawowe aspekty narażenia:	
<ul style="list-style-type: none">- 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 (<i>guidance value</i>) 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 narazenia 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 produktów rolnych, a w dniu 1 maja odwołano restrykcje dotyczące spożywania świeżego mleka w prefekturze Fukushima.

Marcin Banach Bożydar Snopek	Zakład Unieszkodliwiania Odpadów promieniotwórczych Otwock Świerk
<u>Monitoring i ochrona radiologiczna na terenie i otoczeniu obiektów Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP):</u>	
<p>Celem prezentacji jest przybliżenie zadań ZUOP w kontekście kontroli dozymetrycznej, sprawowanej przez Sekcję Ochrony Radiologicznej i Kontroli Odpadów Promieniotwórczych. W realizacji części pomiarów Sekcja współpracuje z Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych IEA POLATOM. Zakres zadań pracowników Sekcji przedstawia poniższy wykaz:</p> <ul style="list-style-type: none">- Kontrola szczelności bębnow z odpadami trytowymi,- Pomiary zawartości trytu w wodach gruntowych wokół przechowalnika 19A ,- Pomiary aktywności całkowitej alfa, beta, oznaczanie strontu, trytu i pomiar spektrometryczny gamma wody pochodzących ze zbiorników z przechowalników 19 i 19A,- Pomiary Rn-222 w powietrzu w obiekcie 93 i 19,- Pomiary aerozoli atmosferycznych zasysanych na filtr w obiektach ZUOP,- Pomiary środowiskowe na stanowiskach pracy w obiektach ZUOP,- Pomiary podczas procesów technologicznych (transportów, prac technologicznych itp.),- Pomiary odpadów odbieranych od dostawców i kierowanych do KSOP w Różanie,- Kontrola narażenia zewnętrznego i wewnętrznego,- Ocena narażenia podczas demontażu czujek dymu. <p>Oznacza to konieczność wykonywania:</p>	

- a) pomiarów mocy dawki/dawki promieniowania alfa, beta, gamma i neutronowego
- b) pomiarów skażeń powierzchni roboczych i opakowań
- c) pomiarów skażeń wody
- d) pomiarów skażeń powietrza
- e) pomiarów technologicznych i w środowisku pracy
- f) pomiarów skażeń środowiska

Przygotował: **Marcin Banach**

Współpraca: **Bożydar Snopek**



Martin Holcner	
1.Zarys energetyki jądrowej w Czechach 2.Główne warunki wstępu na teren elektrowni jądrowych 3.Praca inspektora ochrony radiologicznej na terenie elektrowni jądrowej 4. Aktualna sytuacja z budowy nowych bloków elektrowni	

<u>Krzysztof Ciupek</u> Łukasz Koszuk Fundacja Forum Atomowe	Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej Warszawa
---	---

Atomowy Autobus - Mobilne Laboratorium - patronat merytoryczny CLOR nad projektem edukacyjno-informacyjnym dot. promieniowania jonizującego i pokojowego wykorzystania energii jądrowej

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.

Ryszard Broda

Laboratorium Wzorców Radioaktywności
Instytut Energii Atomowej POLATOM
Ośrodek Radioizotopów

Wzorzec Państwowy J.M.A.P.R. i system przekazywania jednostki miary

Celem referatu jest pokazanie kluczowej roli Wzorca Państwowego w krajowym systemie metrologicznym, zapewniającym wykonywanie wiarygodnych pomiarów.

Zagadnienia do omówienia:

1. Konieczność istnienia Wzorców Państwowych
(definicja wzorca; utrzymanie i udostępnianie; hierarchiczny układ sprawdzań; użytkownicy – m.in. medycyna, przemysł, nauka; wzorce w Polsce)
2. Rola instytucji zewnętrznych
 - GUM (ustanowienie wzorca; nadzór)
 - BIPM (organizacja porównań kluczowych; Komitety Doradcze i Grupy Robocze; system referencyjny SIR)
 - PCA (proces akredytacji; audyty systemu jakości)
 - Ministerstwo Zdrowia (rozporządzenie ws. wzorcowania mierników)
 - Organizacje międzynarodowe (współpraca w zakresie akredytacji, m.in. ILAC MRA)
3. Państwowy Wzorzec Jednostki Miary Aktywności Promieniotwórczej Radionuklidów (J.M.A.P.R.) w Świerku
 - Opis wzorca
 - Sposób odtwarzania jednostki miary
 - Wiarygodność Wzorca Państwowego
(porównania międzynarodowe; system jakości i jego audyty; rozwój metod pomiarowych i publikacje naukowe; kontrola krótko- i długo-terminowa; porównywanie różnych metod pomiarowych)
4. Przekazywanie jednostki miary
 - Obiekty pomiaru (roztwory promieniotwórcze; źródła punktowe; rola ważenia; roztwory i źródła wzorcowe)
 - Wzorce robocze (komora jonizacyjna 4 π ; licznik scyntylicyjny; spektrometr scyntylicyjny beta; spektrometr gamma)
 - Wzorce odniesienia użytkowników
 - Dokumentacja (świadczenia wzorcowania; niepewność wzorcowania; spójność pomiarowa)

-

Nikołaj Lambrinow

**Centrum Onkologii – Instytut
im. M. Skłodowskiej - Curie Oddział
w Gliwicach**

WĄTPLIWOŚCI INSPEKTORA OCHRONY RADIOLOGICZNEJ DOTYCZĄCE PRZEPISÓW PRAWNYCH	
<p>Prezentacja zawiera kolejne wątpliwości inspektora ochrony radiologicznej dotyczące przepisów prawnych.</p> <p>Przedstawiono porównanie pomiędzy sytuacją prawną inspektora OR a inspektorem BHP. Z porównania wyraźnie wynika, że inspektor BHP posiada lepsze usytuowanie w jednostce organizacyjnej – precyzyjniejsze przepisy prawne oraz dokładniejszy zakres obowiązków służbowych.</p> <p>W szczególności omówiono szkolenia okresowe z zakresu ochrony radiologicznej.</p> <p>Duże wątpliwości powoduje par. 40 ROZPORZĄDZENIA MINISTRA ZDROWIA z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej.</p> <p>Po raz pierwszy w przepisach polskich uwzględniony został przypadek śmierci osoby, która poddana została procedurom z zakresu radioterapii i nie jest możliwe usunięcie źródła promieniowania jonizującego.</p> <p>Niestety w medycynie nuklearnej, szczególnie podczas leczenia radiofarmaceutykami o bardzo wysokich aktywnościach, spełnienie wymagań zawartych w ust.3 w/w par. 40 wydaje się praktycznie niemożliwie.</p>	

Marta Wasilewska-Radwańska	Międzywydziałowa Szkoła Inżynierii Biomedycznej Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Ochrona radiologiczna pacjentów i personelu w medycznych zastosowaniach promieniowania jonizującego w Unii Europejskiej i w USA	

Wykład zawiera informacje dotyczące aktualnych przepisów obowiązujących w Unii Europejskiej w zakresie stosowania promieniowania jonizującego w diagnostyce medycznej i terapii wraz z ich implementacją w Polsce.

1) Dyrektywa Rady 96/29/Euratom z dnia 13 maja 1996 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w zakresie ochrony zdrowia pracowników i ogółu społeczeństwa przed zagrożeniami wynikającymi z promieniowania jonizującego, będąca kontynuacją szeregu dyrektyw ustanawiających podstawowe standardy bezpieczeństwa od roku 1959; Dyrektywa ta zwana jest BSS (Basic Safety Standards).

2) Dyrektywa Rady 97/43/Euratom z dnia 30 czerwca 1997r. w sprawie ochrony zdrowia osób fizycznych przed niebezpieczeństwem wynikającym z promieniowania jonizującego, a związanym z badaniami medycznymi oraz uchylająca dyrektywę 84/466/Euratom.

W Polsce implementacja Dyrektywy 96/29 i Dyrektywy 97/43 wymagała nowelizacji ustawy Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. i wydania odpowiednich przepisów wykonawczych przez Radę Ministrów oraz Ministra Zdrowia

Omówiono również system prawny dla ochrony radiologicznej pacjentów i personelu, jak i ogółu ludności w USA:

a) U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) sprawuje nadzór nad materiałami promieniotwórczymi stosowanymi w medycynie. Jednak w 37 stanach zrezygnowała z nadzoru na rzecz danego stanu w oparciu o porozumienie podpisane między Przewodniczącym Komisji i gubernatorem stanu;

b) przepisy dotyczące stosowania urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące wydają odpowiednie władze w każdym z 50 stanów i zależą one od stanu. Natomiast CRCPD (Conference of Radiation Control Program Directors) przygotowuje propozycje przepisów stanowych, które każdy stan może uwzględnić w opracowywanych własnych przepisach;

c) U.S. Department of Health & Human Services (HHS) i U.S. Food and Drug Administration (FDA) sprawuje nadzór nad urządzeniami z promieniowaniem jonizującym oraz mammografią.:

Przedstawiono też zaangażowanie organizacji międzynarodowych (*WHO, IAEA, ICRP, UNSCEAR, IOMP*) i regionalnych (*EFOMP, AAPM, HERCA*) w zapewnienie bezpieczeństwa pacjentom, personelowi i ogółowi ludności w medycznych zastosowaniach promieniowania jonizującego (diagnostyka i terapia).

Na zakończenie podano podstawowe postulaty, które zawiera wystąpienie z dnia 6 sierpnia 2010r. przygotowane przez Komisję Energii a skierowane do Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie medycznych zastosowań promieniowania jonizującego oraz bezpieczeństwa, dotyczący skrócenia czasu dostawy radioizotopów dla medycyny nuklearnej, poprawy ochrony radiologicznej pacjentów i personelu w rentgenowskiej tomografii komputerowej (TK) oraz niezamierzonej ekspozycji w radioterapii.

Jolanta Naniewicz	RTA Sp. z o.o., Warszawa
<p>Uwagi do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 roku w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej</p>	
<p>’ Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych mają szczególną historię. Dotrzymanie terminów określanych w delegacjach ustawowych było niedodmiennie trudnym wyzwaniem dla powoływanych do tego celu zespołów. Miałam możliwość obserwować pracę takiego zespołu „od środka” jako członek dwóch kolejnych grup roboczych, wyznaczonych do tego niewdzięcznego zadania.</p> <p>Rozporządzenie, które ukazało się w roku 1996, wypełniało delegację ustawy Prawo atomowe z roku 1986, czyli poślizg był rekordowy, praktycznie dziesięcioletni.</p> <p>Kolejne, z roku 2005, było związane z implementacją do polskich przepisów regulacji prawnych Unii Europejskiej, a w szczególności Dyrektywy 97/43/Euratom w sprawie ochrony zdrowia osób przez zagrożeniami związanymi z promieniowaniem jonizującym z odniesieniem do ekspozycji medycznych. Poślizg był już znacznie mniejszy i termin z trudem dotrzymany, natomiast w związku z tym zapisów kontrowersyjnych było dość sporo.</p> <p>Bardzo rozbudowane załączniki były związane przede wszystkim z faktem, że wymogiem prawnym dla działania ośrodków stosujących promieniowanie jonizujące w celach medycznych stawały się programy zapewnienia jakości. Ten wymóg był wynikiem implementacji Dyrektywy i trzeba było podać założenia dla takich programów w zakresie obejmowanym przez rozporządzenie.</p> <p>Drugim istotnym czynnikiem był zapis w Dyrektywie (art.6), dotyczący procedur, w następującym brzmieniu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. W odniesieniu do każdego rodzaju standardowej praktyki radiologicznej sporządza się Protokoły w formie pisemnej (czyli procedury), dla każdego sprzętu. 2. Państwa Członkowskie zapewniają, że zalecenia dotyczące kryteriów odniesienia dla narażenia na działanie promieniowania jonizującego w celach medycznych, włącznie z dawkami promieniowania, są dostępne lekarzom kierującym na badania lub zabiegi. <p>W wielu państwach członkowskich od lat istniały już odpowiednie podręczniki z kategorii <i>Code of Practice</i> czy <i>Guide on reference levels</i>, gdzie podano w formie tabel czy opisów wiele szczegółowych informacji, bieżąco stosowanych w procedurach radiologicznych. Wiadomo bowiem, że techniki diagnozowania i leczenia rozwijają się bardzo szybko, zatem zalecenia tego rodzaju szybko się dezaktualizują i łatwiej jest wydać nowy podręcznik niż przeprowadzać przez drogę legislacyjną nowelizację przepisów prawnych.</p> <p>W czasie opracowywania poprzedniego Rozporządzenia podręczników z opisem procedur i tabelami poziomów referencyjnych nie było, umieszczono więc możliwie szeroki zestaw danych w załącznikach do rozporządzenia.</p> <p>Już w trakcie implementacji Dyrektywy 97/43 w zespole powołanym przez Ministra Zdrowia do tego celu w roku 2001 były głosy, żeby ten zakres informacyjny oddzielić i zachować układ łatwiejszy z legislacyjnego punktu widzenia, czyli:</p>	

Ustawa – Rozporządzenie – zalecenia krajowe, procedury, poziomy referencyjne.

Te ostatnie nie stanowiłyby w takim podejściu załącznika do rozporządzenia, przez co ich dostosowywanie do bieżących praktyk klinicznych byłoby łatwiejsze.

Kolejnym aspektem problemów stosowania rozporządzenia jest określanie kompetencji i wymagań w stosunku do osób, biorących udział w procedurach radiologicznych.

W Dyrektywie 97/43 określone są tylko kompetencje i zakres odpowiedzialności lekarza kierującego, lekarza wykonującego badanie lub zabieg oraz fizyka medycznego. W moim przekonaniu szczegółowe definiowanie wymagań w stosunku do operatorów urządzeń na etapie rozwijania metod kształcenia dla tej grupy osób i dopracowywania zakresu tego kształcenia było działaniem nadmiarowym w stosunku do wymagań Dyrektywy.

Jolanta Naniewicz,	RTA Sp. z o.o., Warszawa
Nowe techniki radioterapii w świetle obecnych regulacji prawnych	
<p>Obecny stan regulacji prawnych utrudnia wprowadzenie niektórych nowych technik radioterapii. W wystąpieniu problem ten zostanie omówiony na przykładzie techniki radiochirurgii stereotaktycznej z zastosowaniem urządzenia typu GammaKnife oraz technik radioterapii śródoperacyjnej przy pomocy przewoźnego akceleratora elektronów (Mobetron, Novac).</p> <p>Jednym z ograniczeń są definicje, w tym wprowadzony już na poziomie ustawy Prawo atomowe termin „radioterapia onkologiczna” i „lekarz ze specjalnością radioterapii onkologicznej”. W Dyrektywie 97/43/Euratom, dotyczącej bezpiecznego stosowania promieniowania w celach medycznych takiego uszczegółowienia radioterapii nie ma. Są natomiast pojęcia:</p> <ul style="list-style-type: none">- radiologiczny: odnoszący się do procedur radiodiagnostycznych i radioterapeutycznych oraz radiologii interwencyjnej lub innej planowej i ukierunkowanej radiologii;- radiodiagnostyczny: odnoszący się do diagnostycznych zastosowań medycyny nuklearnej <i>in vivo</i> oraz medycznej diagnostyki radiologicznej i radiologii stomatologicznej;- radioterapeutyczny: odnoszący się do radioterapii, włącznie z medycyną nuklearną stosowaną do celów leczniczych. <p>Dodawanie do słowa radioterapii określenia „onkologicznej” niczemu nie służyło i nie służy, komplikuje natomiast zestawienie personelu i inne aspekty wdrożenia procedur w niektórych technikach radioterapii, ważnych i potrzebnych pacjentowi. Konieczność wprowadzenia zmiany w samej ustawie była już wielokrotnie sygnalizowana, teraz mści się w postaci ograniczeń w zastosowaniu rozporządzenia.</p>	

Istnieje wiele ważnych zastosowań promieniowania jonizującego do leczenia schorzeń nienowotworowych. Oprócz znanej od dawna radioterapii zmian zapalnych w obrębie stawów, jak np. łokieć tenisisty, od wielu lat stosowana jest również na całym świecie radiochirurgia stereotaktyczna centralnego systemu nerwowego. Ta technika służy do terapii guzów złośliwych i łagodnych, ale można nią również leczyć techniką zaburzenia obejmujące nerwy, korzenie nerwów rdzeniowych i sploty nerwowe (nerwoból nerwu trójdzielnego), zaburzenia pozapiramidowe i zaburzenia czynności ruchowych (choroba Parkinsona) oraz zaburzenia okresowe i napadowe centralnego systemu nerwowego w postaci np. padaczki.

Istotne braki regulacji prawnych można też stwierdzić na poziomie regulacji Rozporządzenia Ministra Zdrowia w dnia 18 lutego 2011 w sprawie bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej, dotyczących realizacji tych technik. W odniesieniu do tych technik nie można zastosować podanych w rozporządzeniu zapisów obowiązujących dla teleradioterapii i brachyterapii, a innych nie ma. Problem ten jest zapewne powiązany ze sposobem traktowania wymienionych procedur przez NFZ, w teorii opierający swe działania na międzynarodowym wykazie procedur medycznych. Wykaz ten, znany w powszechnie stosowanym skrócie jako ICD -9, tłumaczony był na język polski i jest zamieszczony na stronie tej instytucji.

Rozbieżności pomiędzy wersją podstawową, czyli międzynarodową, a wersją w języku polskim są znaczące: w tłumaczeniu opisu radiochirurgii stereotaktycznej są rażące błędy, a tłumaczenia radioterapii śródoperacyjnej po prostu nie ma.

Miejmy nadzieję, że problem ten będzie można rozwiązać w sposób kompleksowy, pamiętając o nowych technikach w nowelizacji rozporządzenia o bezpiecznym stosowaniu promieniowania w celach medycznych, w rozporządzeniu o minimalnych wymaganiach dla udzielania świadczeń, w opracowywaniu procedur wzorcowych i wreszcie w samym katalogu świadczeń, opracowywanym przez NFZ. Nie można bowiem z powodu braku zapisów czy błędnych zapisów prawnych ograniczać pacjentom dostępu do nowych technik leczenia.

Grzegorz Zwierzchowski	Wielkopolskie Centrum Onkologii Poznań
Brachyterapia nowotworów skóry z wykorzystaniem nowoczesnych metod obrazowania – czy jest środkiem do uzyskania poprawy warunków rozkładu dawek	
Brachyterapia powierzchniowa w rejonie głowy i szyi – czy wykorzystanie zaawansowanych metod obrazowania przy planowaniu leczenia może istotnie poprawić rozkłady dawek ? Cel pracy: Głównym celem pracy była analiza parametrów rozkładów dawek dla planów leczenia opartych na obrazowaniu tomograficznym w brachyterapii nowotworów skóry w rejonie głowy i szyi oraz analiza możliwych korzyści. Materiał i metoda. Analizowane plany leczenia przygotowano z wykorzystaniem antropomorficznego fantomu Aldersona. Analizowane plany leczenia obejmowały trzy lokalizacje na powierzchni skóry	

charakteryzujące się różnymi krzywiznami powierzchni. Plany obejmowały okolice nosa, policzka oraz czoła. Jako aplikatory we wszystkich przypadkach zastosowano standardowe aplikatory powierzchniowe typu Freiburg Flap. W pierwszym kroku dawkę specyfikowano w punktach kontrolnych zlokalizowanych 5 mm pod powierzchnią skóry. Następnie zrekonstruowano krzywizny aplikatorów i przeliczono dawki ponownie jednocześnie analizując ich rozkłady w tkankach zdrowych.

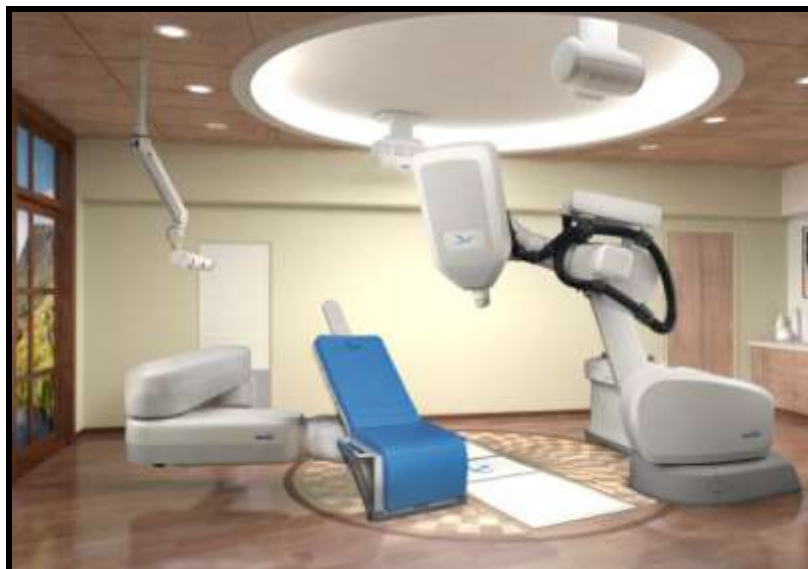
Wyniki:

Dla rejonu czoła 210 punktów pomiarowych zostało przeanalizowane, dla rejonu policzka – 35 punktów, dla nosa odpowiednio 60 punktów. Wykazano statystycznie istotne różnice dawek w przypadku zastosowania płaskiej rekonstrukcji na zakrzywionych powierzchniach. Dawki 5 mm od powierzchni skóry były o 22% wyższe niż dawki referencyjne. Dla powierzchni skóry obserwowano dawki o 30% wyższe niż w planach ze zrekonstruowaną krzywizną aplikatorów. Dla planów opartych na rekonstrukcji tomograficznej V100 było niższe o 7.9 %, 4.0 %, oraz 13.3 % dla analizowanych rejonów. Obserwowane wartości V150 (wysokie dawki) były niższe odpowiednio o 2.6 %, 18.6 %, 2.0 %. Parametr D90 dla CTV był niższy o 13.0 %, 8.5 %, oraz 7.3 %. Dawki w otaczających tkankach zdrowych analizowano z wykorzystaniem parametrów D2ccm oraz D0.1ccm. Zaobserwowano wartości niższe o 15 % oraz 7.5 % dla rejonu czoła, 9.8 % oraz 9.3 % dla policzka, 10.1 % oraz 14.0% dla rejonu nosa. Dawki maksymalne w tkankach zdrowych były odpowiednio niższe o 26.3 %, 18.4 % oraz 26.5 %.

Wnioski:

Wykorzystanie tomograficznych metod obrazowania pozwala na precyzyjne odtworzenie krzywizny aplikatorów. Rozkłady dawek okazały się korzystniejsze. Jeśli istnieje kliniczne uzasadnienie wykorzystanie planowania leczenia opartego na obrazowaniu tomograficznym jest jak najbardziej zasadne.

Sławomir Nowakowski	Centrum Onkologii Bydgoszcz.
CyberKnife® Robotic Radiosurgery System - radiochirurgia XXI wieku	
CyberKnife® Robotic Radiosurgery System - radiochirurgia XXI wieku	



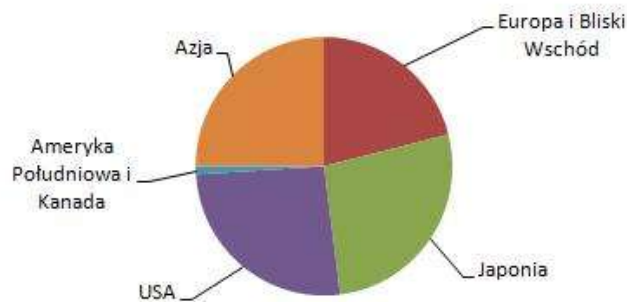
- CyberKnife® Robotic Radiosurgery System pomimo swojej nazwy nie wymaga użycia skalpela do leczenia. Służy do niechirurgicznego leczenia guzów nowotworowych i nienowotworowych w dowolnym miejscu ciała, np. prostaty, płuc, mózgu, kręgosłupa, wątroby, trzustki, nerek...
- Leczenie polega na dostarczeniu wysokiej dawki promieniowania jonizującego do guza. Terapia jest realizowana z bardzo dużą dokładnością.
- Przed leczeniem pacjentowi wykonuje się CT w celu precyzyjnego określenia wielkości, kształtu, położenia guza i wykonania planowania leczenia.
- True4D system planowania leczenia uwzględnia nie tylko ruch guza (targetu), ale również ruch i deformacje otaczających tkanek zdrowych i narządów krytycznych.
- Po opracowaniu planu leczenia, pacjent zostaje poddany procedurze napromieniania za pomocą CyberKnife.
- Zastosowanie technologii 6D Skull Tracking umożliwia wyeliminowanie ramy czy maski stereotaktycznej koniecznej do unieruchamiania pacjenta w innych systemach napromieniania. Stale śledzenie ruchu kości czaszki i organów wewnątrzczaszkowych pozwala automatycznie korygować nawet najmniejsze zmiany położenia, które mogą wystąpić w trakcie realizacji leczenia.
- Stworzone systemy wizualizacyjne Xsight® Spine Tracking System oraz Synchrony® Respiratory Tracking System pozwalają na poprawienie precyzji leczenia i zmniejszenie marginesów wokół guza stosowanych ze względu na ruchomość wewnętrznych organów.
- Po ułożeniu pacjenta na stole terapeutycznym robot sterowany przez komputer (CyberKnife System) przemieszcza akcelerator terapeutyczny wokół pacjenta w celu ustawienia zaplanowanych warunków napromieniania guza.
- Do pozycjonowania pacjenta i lokalizacji targetu w czasie rzeczywistym używa się wielokrotnego porównywania zdjęć wykonanych za pomocą źródła promieniowania X o niskiej energii do uprzednio wygenerowanych DRR.
- Kompaktowy akcelerator liniowy 6MV może być umieszczony w dowolnym kierunku za pomocą bardzo precyzyjnego i powtarzalnego robota (dokładność pozycjonowania rzędu

dziesiątych części milimetra). Akcelerator pracuje z wydajnością 600 MU /min (opcjonalnie dostępny -1000MU/min).

- Każdy seans terapeutyczny trwa od 30 do 90 minut, w zależności od typu leczonego nowotworu.
- Za pomocą CyberKnife realizowane jest leczenie frakcjonowane (zwykle nie więcej niż pięć frakcji).

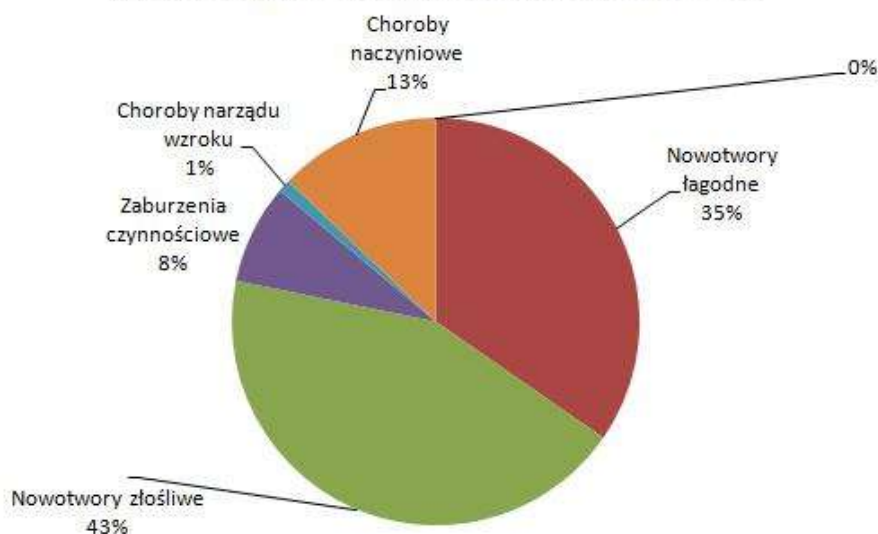
Joanna Okraśńska	RTA Sp. zo.o. Warszawa																																								
Leksell Gamma Knife neurochirurgia bez skalpela																																									
<p>Koncepcja terapii Gamma Knife została zaproponowana w 1968 roku przez profesora Larsa Leksella ze Sztokholmu. Przez kolejne lata metoda była doskonalona, efektem tego procesu jest urządzenie Leksell Gamma Knife Perfexion, które jest zainstalowane w Centrum Radiochirurgii Allenort w Warszawie - najnowocześniejsze urządzenie stosowane we współczesnej radiochirurgii stereotaktycznej.</p> <p>Liczba wszystkich instalacji na świecie to około 300, z czego w Europie pracuje około 40. W ostatnich latach dynamika sprzedaży wzrosła, gdyż model Perfexion umożliwia wzrost liczby pacjentów dla pojedynczego urządzenia do znacznie powyżej 1000 rocznie, jest w pełni zautomatyzowany i oferuje wyśmienite warunki ochrony radiologicznej. Statystyka światowa pokazuje, że liczba leczonych rocznie pacjentów stale rośnie i w 2009 r. przekroczyła 500 000 pacjentów rocznie.</p> <p>Stan na grudzień 2009 roku wg raportu 177 z 266 ośrodków</p>																																									
<p style="text-align: center;">Całkowita liczba wyleczonych pacjentów</p> <table border="1"><thead><tr><th>Rok</th><th>Liczba wyleczonych pacjentów</th></tr></thead><tbody><tr><td>1991</td><td>~1000</td></tr><tr><td>1992</td><td>~2000</td></tr><tr><td>1993</td><td>~4000</td></tr><tr><td>1994</td><td>~8000</td></tr><tr><td>1995</td><td>~16000</td></tr><tr><td>1996</td><td>~32000</td></tr><tr><td>1997</td><td>~64000</td></tr><tr><td>1998</td><td>~128000</td></tr><tr><td>1999</td><td>~256000</td></tr><tr><td>2000</td><td>~512000</td></tr><tr><td>2001</td><td>~1024000</td></tr><tr><td>2002</td><td>~2048000</td></tr><tr><td>2003</td><td>~4096000</td></tr><tr><td>2004</td><td>~8192000</td></tr><tr><td>2005</td><td>~16384000</td></tr><tr><td>2006</td><td>~32768000</td></tr><tr><td>2007</td><td>~65536000</td></tr><tr><td>2008</td><td>~131072000</td></tr><tr><td>2009</td><td>~262144000</td></tr></tbody></table>		Rok	Liczba wyleczonych pacjentów	1991	~1000	1992	~2000	1993	~4000	1994	~8000	1995	~16000	1996	~32000	1997	~64000	1998	~128000	1999	~256000	2000	~512000	2001	~1024000	2002	~2048000	2003	~4096000	2004	~8192000	2005	~16384000	2006	~32768000	2007	~65536000	2008	~131072000	2009	~262144000
Rok	Liczba wyleczonych pacjentów																																								
1991	~1000																																								
1992	~2000																																								
1993	~4000																																								
1994	~8000																																								
1995	~16000																																								
1996	~32000																																								
1997	~64000																																								
1998	~128000																																								
1999	~256000																																								
2000	~512000																																								
2001	~1024000																																								
2002	~2048000																																								
2003	~4096000																																								
2004	~8192000																																								
2005	~16384000																																								
2006	~32768000																																								
2007	~65536000																																								
2008	~131072000																																								
2009	~262144000																																								

Rozmieszczenie geograficzne pacjentów



Jednostki chorobowe leczone do grudnia 2009 roku

Leczone jednostki chorobowe łącznie



Jak przebiega terapia przy wykorzystaniu urządzenia Leksell Gamma Knife?

Kluczowym elementem dla skuteczności terapii jest precyzyjne zlokalizowanie zmienionego chorobowo obszaru w mózgu. W tym celu zakłada się na głowę pacjenta ramę stereotaktyczną, a następnie wykonuje się obrazowanie, zazwyczaj przy użyciu rezonansu magnetycznego, albo tomografu komputerowego.

Rama unieruchamia głowę pacjenta w trakcie obrazowania i terapii, zapewniając także dokładność ogniskowania wiązek promieniowania na tarczy.

Otrzymane obrazy przesyłane są do stacji planowania leczenia, na której zainstalowany jest LGP (Leksell Gamma Plan). Przy użyciu tego oprogramowania opracowywany jest indywidualny plan

leczenia, którego celem jest skumulowanie energii ze 192 wiązek promieniowania w zmienionym chorobowo miejscu, a ograniczenie do minimum narażenia na promieniowanie tkanek zdrowych, szczególnie w obszarach krytycznych.

Kolejnym etapem procedury jest dokonanie naświetlenia w pomieszczeniu do naświetleń.

Terapia Gamma Knife Perfexion kontrolowana jest za pomocą modułu kontrolnego umieszczonego w sterowni. Jest to specjalnie zaprojektowany panel sterowania, za pomocą którego personel medyczny prowadzący procedurę steruje poszczególnymi jej etapami podczas sesji terapeutycznej. Moduł kontroli może być uruchomiony wyłącznie przez autoryzowany personel medyczny za pomocą specjalnego klucza. Poszczególne czynności procedury na module kontroli wykonywane są po umieszczeniu pacjenta na stole pozycjonującym. Zamontowany w konsoli intercom umożliwia kontakt słowny z pacjentem

i informowanie go o poszczególnych etapach leczenia. Nad bezpieczeństwem pacjenta czuwa także zainstalowany system kamer i monitorów, który umożliwia personelowi obserwację chorego podczas sesji terapeutycznej. Moduł kontroli wyposażony jest także w system, który umożliwia przerwanie procedury naświetlania w przypadkach podyktowanych względami bezpieczeństwa.

Jednostka radiacyjna ze źródłami promieniotwórczymi instalowana jest w bunkrze. Główny moduł naświetlający zbudowany jest z dwóch, połączonych ze sobą części: chronionej osłoną radiologiczną wraz z drzwiami zabezpieczającymi, w której dokonuje się naświetlenia oraz specjalnego stołu służącego do pozycjonowania pacjenta. Stół pozycjonujący to specjalnie skonstruowane z myślą o bezpieczeństwie i komforcie dla pacjenta łóżko, na którym przebywa on cały czas podczas sesji terapeutycznej, która zazwyczaj trwa od pół godziny przy napromienianiu jednego obszaru do dwóch godzin podczas terapii wielu zmian chorobowych. Łóżko sterowane jest za pomocą systemów elektronicznych, umożliwiających umieszczenie głowy pacjenta pod właściwym kątem w komorze naświetlania, który warunkuje precyzję leczenia oraz lokalizuje zmianę w trójwymiarowej przestrzeni z bardzo dużą precyzją.

Pacjent na łóżku podczas terapii wjeżdża do jednostki radiacyjnej i tam dokonywane jest naświetlanie, dlatego też biorąc pod uwagę warunki ochrony radiologicznej płodu terapii mogą być poddawane także kobiety w ciąży.

W urządzeniu Gamma Knife Perfexion znajdują się 192 źródła Co-60 emitujące promieniowanie gamma. Wiązki promieniowania z tych źródeł ogniskują się w obszarze zmienionym chorobowo (obszar głowy i szyi) prowadząc do zniszczenia nieprawidłowych komórek, m.in. nowotworowych. Źródła rozmieszczone zostały w ośmiu sektorach kolimatorów. W celu precyzyjnego naświetlenia różnej wielkości zmian chorobowych wykorzystuje się kolimatory o średnicy 4 mm, 8 mm oraz 16 mm, zaś dobór odpowiedniej konfiguracji różnych kolimatorów precyzyjnie ukierunkowuje wiązkę promieniowania.

Zastosowanie najnowocześniejszej technologii materiałowej i komputerowej umożliwia prowadzenie terapii Gamma Knife Perfexion z olbrzymią precyzją i bezpieczeństwem. Terapia odbywa się z dokładnością przekraczającą 0,3 mm co jest kluczowe w leczeniu nowotworów zlokalizowanych w krytycznych obszarach mózgu takich jak pień mózgu czy w sąsiedztwie nerwów czaszkowych.

Dlatego odpowiednio skonfigurowane przestrzennie wiązki promieni gamma umożliwiają leczenie również zmian położonych nawet w niedostępnych dla klasycznej mikrochirurgii lokalizacjach, których uszkodzenie wiązałoby się z pogorszeniem funkcji neurologicznej bądź nawet śmiercią

chorego.

<u>Krzysztof Chelmiński, Wojciech Bulski</u>	Centrum Onkologii Instytut im. M. Curie Skłodowskiej Warszawa
Dozymetria 3D w radioterapii	
<u>Krzysztof Chelmiński, Wojciech Bulski</u> Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie	
<p>Wstęp: Radioterapia z modulowaną intensywnością dawki - <i>Intensity Modulated Radiation Therapy</i> (IMRT) stała się standardem w leczeniu onkologicznym. Stawia ona nowe wymagania wobec technik pomiarowych mających na celu ocenę rozkładu dawki terapeutycznej. Kolejne generacje techniki IMRT takie jak <i>Tomotherapy</i> lub <i>Intensity Modulated Arc Therapy</i> (IMAT) stwarzają konieczność opracowywania konstrukcji detektorów lub ich wielowymiarowych matryc pozwalających na pomiary weryfikacyjne w niespotykanych wcześniej układach geometrycznych.</p> <p>W Zakładzie Fizyki Medycznej (ZFM) rozwijane są metody pozwalające na weryfikacje dozymetryczną zarówno akceleratorów medycznych stanowiących źródło wiązek terapeutycznych jak i komputerowych systemów planowania służących do symulacji rozkładu dawki w tkankach pacjenta. Ostatnio prowadzone są również prace nad stworzeniem metod weryfikacji dozymetrycznej systemów złożonych z matryc detektorów oraz oprogramowania służących do trójwymiarowej rekonstrukcji rozkładów dawki dostarczanych podczas napromieniania.</p> <p>Material i metody: W opracowanych technikach pomiarowych służących weryfikacji dozymetrycznej terapii IMRT stosowane są jedno i dwuwymiarowe matryce detektorów półprzewodnikowych lub komór jonizacyjnych, filmy radiograficzne oraz eksperymentalnie dwuwymiarowe detektory termoluminescencyjne. W celu wykorzystania filmów dozymetrycznych opracowano techniki ich kalibracji pozwalające na pomiar bezwzględnego rozkładu dawki. Ponadto opracowano nową metodę obliczania tzw. indeksu gamma pozwalającego na ilościową ocenę zgodności zaplanowanego rozkładu dawki z mierzonymi w fantomach tkankopodobnych. Badaniom poddawane są również skanery służące do obróbki materiałów filmowych. Ostatnio wykonywane są testy systemów do rekonstrukcji rozkładów dawki wykorzystujących trójwymiarowe układy detektorów. W Centrum Onkologii w Warszawie technika IMRT jest wykorzystywana od roku 2004. W tym czasie terapii tej poddano około tysiąca pacjentów. Plan</p>	

leczenia metodą MRT wymaga każdorazowo przeprowadzenia przez fizyków skomplikowanej procedury optymalizacji rozkładu dawki dla targetu i struktur krytycznych a następnie weryfikacji dozymetrycznej wyników obliczeń.

Wyniki: Około 25% weryfikowanych planów leczenia nie spełnia wyznaczonych przez ZFM dozymetrycznych kryteriów akceptacji. Plany te wymagają zwykle wyjaśnienie przyczyn niezgodności lub niekiedy ponownego ich przygotowania przed rozpoczęciem przez pacjenta terapii. Wyniki badań dotyczące skanerów wskazują na konieczność zastosowania korekcji uzyskiwanych obrazów. W przypadku matryc trójwymiarowych obserwowane są niejednorodności kątowe odpowiedzi układów detektorów.

Dyskusja: Opracowane w ZFM metody obliczeniowe pozwalają na coraz dokładniejszą analizę i ocenę zgodności obliczonych rozkładów dawki z uzyskanymi w trakcie pomiarów weryfikacyjnych. Opracowane metody pomiarowe wykorzystujące filmy dozymetryczne umożliwiają osiągnięcie wyższej rozdzielczości przestrzennej od komercyjnie dostępnych i najczęściej stosowanych wielowymiarowych matryc detektorów elektronicznych.

Wnioski: Mimo zaawansowania technologicznego współczesnych akceleratorów medycznych oraz oprogramowania do planowania radioterapii IMRT, a także systemów pozwalających na rekonstrukcję podanego podczas napromieniania rozkładu dawki istnieje konieczność doskonalenia bezpośrednich technik pomiarowych trójwymiarowych rozkładów dawki w radioterapii.

Andrzej Woźniak	Medycznej Spółki NUBRAPOL LTD sp. z o.o. Kierownik NZOZ - Pracowni Leczenia Raka Prostaty Metodą Brachyterapii LDR w Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym Nr 2 w Jastrzębiu Zdroju
<h2>Sytuacje awaryjne w Brachyterapii LDR raka prostaty.</h2>	
<p>Z sytuacjami, które nazywamy „awaryjnymi“, zespół nasz, wykonujący setki zabiegów Brachyterapii LDR rocznie, jeszcze się nie zetknął. Nie oznacza to jednak, że nie mogą one w przyszłości nigdy wystąpić.</p> <p>Umiejętność przewidywania pozwala często zapobiec przykrym konsekwencjom, szczególnie wówczas, gdy ryzyko, tak jak w przypadku promieni jonizujących, nie jest możliwe do ogarnięcia ludzkimi zmysłami, ...bo jest <u>„n i e w i d z i a l n e”</u>.</p> <p>Obowiązująca na całym świecie zasada ograniczania kontaktu z promieniowaniem jonizującym ALARA (as low as reasonably achievable), t.zn. <u>„tyle ile koniecznie potrzeba, jednak możliwie jak najmniej”</u>, jak również obowiązujące wymogi ochrony środowiska naturalnego przed promieniowaniem jonizującym, skłoniły nas do jednoznacznego określenia sytuacji mogących stanowić zagrożenie w kontakcie z promieniowaniem, jak również do wskazania drogi ograniczenia ryzyka negatywnych skutków, które mogły by ewentualnie z tego kontaktu wynikać.</p>	

Kierując się tymi przesłankami opracowaliśmy instrukcje postępowania w tzw. sytuacjach awaryjnych. Instrukcja ta dotyczy sytuacji, które mogą się wydarzyć po implantacji źródeł promieniotwórczych, czyli po zabiegu Brachyterapii LDR. Sytuacje te mogą zdarzyć się w domu pacjenta, lub wystąpić na sali operacyjnej gdzie, z takich lub z innych przyczyn, wykonywany będzie zabieg udrażniający cewkę moczową (TURP), czy wówczas, gdy będzie miała być przeprowadzona radykalna prostatektomia (RP).

Celem tej instrukcji jest przekazanie świadomości o braku zagrożenia dla zdrowia w takich sytuacjach, zarówno zdrowia pacjenta, zdrowia opiekujących się nim osób z jego prywatnego otoczenia, jak również zdrowia lekarzy i zdrowia personelu medycznego, biorących udział w wyżej wymienionych zabiegach.

Kierując się podanymi w instrukcji zasadami, każdy stykający się z „sytuacją awaryjną“ świadek tego zdarzenia może, bez lęku o swoje zdrowie, wykonywać przewidziane procedurą czynności.

„Instrukcję o metodach reagowania w sytuacjach awaryjnych“ dołączamy zawsze do dokumentacji pacjenta, wręczanej mu przy wypisie po zabiegu wykonanym w naszej pracowni. Pacjent zostaje również ustnie poinformowany o konieczności przekazania do wglądu tych informacji każdemu lekarzowi, planującemu u niego interwencję chirurgiczną.

- Za sytuację awaryjną uważana jest każda sytuacja, w której istnieje ryzyko narażenia personelu medycznego, osób z otoczenia pacjenta lub osób postronnych na promieniowanie jonizujące ponad dopuszczalną normę, tj. dawkę efektywną ≤ 1 mSv/a (poniżej lub do **1 mili-Sievert** na rok) lub możliwość przekroczenia dawek granicznych określonych dla personelu medycznego zaliczonego do kategorii A lub B narażenia na promieniowanie jonizujące

- Do możliwych sytuacji awaryjnych zaliczone zostają:

A) utrata seeds przez cewkę moczową podczas oddawania moczu przez pacjenta

B) wydobywanie seeds z gruczołu krokowego na drodze - resekcji podczas zabiegu udrażniającego cewkę moczową (TURP).

C) wydobywanie seeds razem z gruczołem krokowym podczas zabiegu radykalnej prostatektomii (RP).

D) utrata źródeł promieniotwórczych (seeds, strands) z igły implantacyjnej w pomieszczeniu zabiegowym podczas zabiegu Brachyterapii-LDR.

E) utrata źródeł promieniotwórczych (seeds, strands) w pomieszczeniu, w którym umieszczono „stanowisko do konfekcjonowania igieł implantacyjnych“ podczas zabiegu Brachyterapii-LDR.

Dr.med. Andrzej Woźniak

Lekarz specjalista w dziedzinie radioterapii onkologicznej

Dyrektor Medycznej Spółki NUBRAPOL LTD sp. z o.o.

Kierownik NZOZ - Pracowni Leczenia Raka Prostaty Metodą Brachyterapii LDR

w Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym Nr 2 w Jastrzębiu Zdroju

Aldona Karczewska	Wielkopolskie Centrum Onkologii Poznań
Radiobiologia	
.	

Dariusz Kluszczyński	
Dawki w medycynie nuklearnej	
<p style="text-align: center;">Dawki w medycynie nuklearnej</p> <p>Dariusz Kluszczyński, Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia, Łódź</p> <p>STRESZCZENIE</p> <p>Rozwój technologii produkcji izotopów oraz radiofarmaceutyków, a także hybrydowych metod obrazowania spowodował znaczne rozszerzenie możliwości aplikacyjnych medycyny nuklearnej. Efektem tego jest znaczny wzrost przeciętnej dawki otrzymywanej przez populację z tytułu zastosowań promieniowania jonizującego w medycynie. Obecnie dawka dla populacji będąca wynikiem stosowania procedur medycyny nuklearnej (0,8 mSv, USA 2008) jest porównywalna z dawką jaką otrzymywała populacja w latach osiemdziesiątych od wszystkich procedur</p>	

medycznych. Przeciętne dawki jakie otrzymują pacjenci poddawani większości diagnostycznych procedur medycyny nuklearnej znajdują się w zakresie 0,3 – 20 mSv (średnio 11,5 mSv, USA 2008). Coraz częściej procedury medycyny nuklearnej wykonywane są dzieciom, a także kobietom w ciąży, co w efekcie prowadzić może do nieproporcjonalnego wzrostu ryzyka śmierci związanego ze stosowaniem promieniowania jonizującego w diagnostyce.

Maciej Budzanowki	
Pomiary dawek indywidualnych na całe ciało, soczewki i dłonie otrzymane w medycynie nuklearnej	
), Pomiary dawek indywidualnych na całe ciało, soczewki i dłonie otrzymywane w medycynie nuklearnej <u>R. Kopeć</u> ¹ , M. Budzanowski ¹ , A. Wyszomirska ^{2,3} , J. Sowiński ² , R. Czepczyński ^{2,3} , A. Budzyńska ⁴ and M. Dziuk ⁴	
¹ Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków	
² Katedra i Klinika Endokrynologii, Przemiany Materii i Chorób Wewnętrznych Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu	
³ PET/CT Poznań, Euromedic Diagnostics, Poznań	
⁴ Mazowieckie Centrum PET/CT Euromedic Diagnostics Polska, Warszawa	
Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej wykonuje pomiary dawek od promieniowania jonizującego dla ponad 4000 instytucji medycznych, technicznych i naukowych w Polsce. Na podstawie otrzymanych wartości dawek stwierdzono, że personel pracujący w narażeniu na promieniowanie jonizujące zatrudniony w oddziałach medycyny nuklearnej jest najbardziej narażoną grupą zawodową, w szczególności są to dawki na skórę ze względu na pracę z otwartymi źródłami promieniotwórczymi. W niniejszej pracy zostaną przedstawione wyniki pomiarów w wybranych pracowniach (scyntygrafii i PET-CT) medycyny nuklearnej w Polsce. Przedstawione zostanie porównanie dawek otrzymywanych na całe ciało, dłonie oraz soczewki oczu przez personel pracujący w narażeniu na promieniowanie jonizujące w medycynie nuklearnej. Narażenie zbadano podczas prac z izotopami: Tc-99m, I-131, Sm-153 oraz F-18.	

Monika Szymańska Maria Kowalska	<i>Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa</i>
Dozymetria biologiczna w CLOR– działalność Akredytowanego Stanowiska Cytogenetycznej Rekonstrukcji Dawek	
<p>Stanowisko Cytogenetycznej Rekonstrukcji Dawek w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej zostało utworzone w 2005 roku. Do zadań Stanowiska, działającego w ramach Pracowni Dawek Indywidualnych i Środowiskowych w Zakładzie Kontroli Dawek i Wzorcowania, należy wyznaczanie dawki pochłoniętej w ciele człowieka narażonego na działanie promieniowania jonizującego na podstawie oceny częstości występowania chromosomów dicentrycznych w limfocytach krwi obwodowej jako swoistego, biologicznego markera dawki przy napromienieniu zewnętrznym. W grudniu 2010 r. Stanowisko Cytogenetycznej Rekonstrukcji Dawek jako pierwsze w Polsce, uzyskało akredytację Państwowego Centrum Akredytacji (PCA) dla metody cytogenetycznej oceny dawki pochłoniętej. Zakresem akredytacji o numerze AB450 objęte jest wyznaczanie dawek pochłoniętych od promieniowania gamma ^{60}Co i promieniowania rentgenowskiego o energii 122keV, dla zakresu pomiarowego od 0,25Gy do 4 Gy w oparciu o normę ISO 19238:2004 „<i>Radiation Protection - Performance criteria for service laboratories performing biological dosimetry by cytogenetics</i>”, normę PN-EN ISO/IEC 17025:2005 „<i>Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących</i>” oraz własne Procedurę i Instrukcje Badawcze. Oprócz tego, poza zakresem akredytacji, wykonywane jest wyznaczenie dawek od promieniowania gamma pochodzącego z innych radioizotopów, promieniowania rtg. o innych energiach oraz szybkich neutronów w zakresie dawek do 4Gy i większych (za pomocą tzw. metody przedwczesnej kondensacji chromosomów; z ang. <i>Premature Chromosome Condensation, PCC</i>).</p> <p>W ramach działań naukowych pracownicy Stanowiska Cytogenetycznej Rekonstrukcji Dawek prowadzą badania z zakresu indywidualnej promieniowrażliwości u ludzi. W tym celu analizowane są złamania chromatydowe w limfocytach krwi obwodowej, naświetlone dawką 1Gy promieniowania X. Dzięki temu badaniu można wyodrębnić grupy osób o zwiększonej ponad przeciętną wrażliwością na promieniowanie jonizujące, co może być bardzo przydatne np. pacjentom onkologicznym przed zastosowaniem radioterapii.</p>	

Maciej Budzanowski,	Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk, Kraków
----------------------------	---

Nowy dawkomierz do pomiaru H_{P3} w soczewce oka dla personelu w medycynie nuklearnej

. NOWY DAWKOMIERZ *EYE-D*TM DO POMIARU $H_p(3)$ DLA PERSONELU MEDYCZNEGO

M. Budzanowski¹, P. Bilski¹, J-M. Bordy⁴, J. Daures⁴, M Denoziere⁴, E. Fantuzzi³, P. Ferrari³, G. Gualdrini³,
M. Kopec⁵, F. Mariotti³, F. Monteventi³, S. Wach²

¹ Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków,

² RADCARD, Lubelska 14-18, 30-003 Kraków,

³ ENEA IRP Radiation Protection Institute, Via dei Colli 16, 40136, Bologna (BO), Italy

⁴ CEA, LIST, Laboratoire National Henri Becquerel (LNE LNHB), F91191 Gif sur Yvette, France

⁵ AGH University, Al. Mickiewicza 30, Kraków.

Streszczenie

W ostatnich latach obserwuje się zainteresowanie pomiarami dawek na soczewki oczu dla personelu zatrudnionego w narażeniu na promieniowanie jonizujące w radiologii interwencyjnej. Zainteresowanie to bierze się przede wszystkim z pojawiających się doniesieniach o występowaniu zaćmy u radiologów zabiegowych.

Jednym z zadań europejskiego projektu ORAMED w 7 programie (FP7) było opracowanie i wykonanie pierwszego dawkomierza dedykowanego do pomiaru $H_p(3)$ na soczewkę oka. Cel został osiągnięty i wykonano oraz przetestowano dawkomierz *EYE-D*TM. W skład dawkomierza wchodzi detektor TLD typu MCP-N (LiF:Mg,Cu,P) oraz zoptymalizowana kapsuła poliamidowa wyprodukowana przez polską firmę RADCARD. Dawkomierz został tak skonstruowany aby możliwa była sterylizacja w płynach lub gazie. Pomiary testowe oraz obliczenia Monte Carlo dla charakterystyki energetycznej i kątowej pokazały, że dawkomierz spełnia zalecenia i normy dotyczące dozymetrii (rezultaty mieściły się w zakresie 20% w stosunku do odpowiedzi od promieniowania gamma od Cs-137) i tym samym dawkomierz może z powodzeniem zostać wprowadzany do pomiarów w radiologii zabiegowej. Obecnie trwają prace nad unijną dyrektywą i za ok. 1.5 roku wprowadzony będzie w Europie wymóg pomiarów $H_p(3)$ na soczewkę oka w radiologii zabiegowej. W wystąpieniu zostanie pokazana konstrukcja dawkomierza oraz wyniki testów.

M. Budzanowski	
Radioterapia protonowa nowotworów oka na stanowisku w IFJ PAN w Krakowie	
Radioterapia protonowa nowotworów oka na stanowisku w IFJ PAN w Krakowie J. Swakon ¹ , D. Adamczyk ¹ , T. Cywicka-Jakiel ¹ , J. Dabrowska ¹ , B. Dulny ¹ , L. Grzanka ¹ , K. Gugula ¹ , T. Horwacik ¹ , T. Kajdrowicz ¹ , B. Michalec ¹ , T. Nowak ¹ , P. Olko ¹ , M. Ptaszkiewicz ¹ , U. Sowa ¹ , L. Stolarczyk ¹ , J. Sulikowski ¹ , M.P.R. Waligorski ^{1,2} , B. Romanowska – Dixon ³ , A. Pogrzebielski ³ ¹ Instytut Fizyki Jądrowej PAN im. H. Niewodniczańskiego, Kraków	

² Centrum Onkologii Oddział w Krakowie, Kraków

³ Collegium Medium Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, Polska

W Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie (IFJ PAN) we współpracy z Katedrą Oftalmologii i Onkologii Okulistycznej Collegium Medium Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Centrum Onkologii Oddziałem w Krakowie uruchomiono pierwszy w Polsce ośrodek radioterapii protonowej nowotworów oka.

Wiązka protonów wykorzystywana na potrzeby radioterapii protonowej przyspieszana jest do energii 60 MeV przez zbudowany w IFJ PAN cyklotron izochroniczny AIC-144.

W lutym 2011 przeprowadzono pierwsze napromieniania wiązką protonową czerniaka błony naczyniowej dla dwóch pacjentów Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie. W marcu i kwietniu wykonano napromieniania dla kolejnych pacjentów. Do połowy kwietnia 2011 radioterapii protonowej poddano dotychczas dziewięciu pacjentów z nowotworami gałki ocznej.

Przewiduje się, że każdego roku w Polsce radioterapii protonowej może potrzebować około 100 pacjentów. Stanowisko radioterapii protonowej nowotworów oka w IFJ PAN zapewni przeprowadzenie tego typu zabiegów dla wszystkich wymagających takiej terapii pacjentów w kraju.

W trakcie prezentacji zaprezentowany zostanie film przedstawiający na czym polega i jak realizowana jest radioterapia protonowa nowotworów oka.

Iwona Rospond – Kubiak Jarosław Kocięcki	Szpital Kliniczny Przemienienia Pańskiego Poznań
Protonoterapia w leczeniu nowotworów wewnątrzgałkowych	
Iwona Rospond-Kubiak, Jarosław Kocięcki Protonoterapia w leczeniu nowotworów wewnątrzgałkowych	
Katedra i Klinika Okulistyki UM w Poznaniu Kierownik: dr hab. med. Jarosław Kocięcki	
<p>Protonoterapię, jako metodę leczenia, do onkologii okulistycznej wprowadził w 1974 Gragoudas. Większość akceleratorów obecnie stosowanych w okulistyce dysponuje wiązkami o mocy 70 MeV, co pozwala wiązce osiągnąć głębokość penetracji 30 mm w głąb tkanki. Zabieg protonoterapii odbywa się po unieruchomieniu głowy pacjenta w specjalnej masce, bezpośrednio na gałce fiksuje się klipsy tantalowe, co umożliwia radiologowi przestrzenne odwzorowanie masy guza i stereotaktyczne zlokalizowanie zmiany przy zapewnieniu stałej fiksacji pacjenta.</p> <p>Metoda ta daje dobre wyniki leczenia, dobrą miejscową kontrolę guza (odsetek wznów po 15 latach ok. 4 %) w zależności od początkowej wysokości zmiany. Protonoterapią można leczyć guzy naczyńówki o różnym pochodzeniu</p>	

(czerniaki, naczyniaki), również można ją stosować jako leczenie uzupełniające w przypadku zmian położonych na powierzchni oka. Dostępność terapii ograniczają jej znaczne koszty.

Grzegorz Sieradzki	EDO MED. Warszawa
<i>Skrining mammograficzny Sectra - wybrane zagadnienia: wpływ dawki na indukowane nowotwory wtórne, tomosynteza oraz obrazowanie spektralne</i>	
.	
<p>W wystąpieniu omówione zostanie m.in. znaczenie wielkości dawki promieniowania rentgenowskiego, potrzebnej do rejestracji obrazu mammograficznego i jej wpływ na powstawanie nowotworów wtórnych. Tomosynteza: trójwymiarowa rekonstrukcja gruczołu piersiowego. Czy będzie następnym krokiem w mammografii skriningowej?</p> <p>Obrazowanie spektralne: konstrukcja Sectry jest optymalna do obrazowania z uwzględnieniem różnej energii poszczególnych fotonów. Sposób pochłaniania przez tkankę tych różnoenergetycznych fotonów pozwala na dalszą analizę charakterystyki tkanki.</p>	

MAREK GNIEWOSKI	Laboratorium Wzorcujące Urzędzeń Dozymetrycznych „POLON-ALFA” Zakład Urzędzeń Dozymetrycznych Sp. z o.o. Bydgoszcz
OCHRONA RADIOLOGICZNA W PRZEPISACH BHP	

UCZESTNICY SPOTKANIA 2010

Lp.	Nazwisko i imię	Miejscowość
1	Banach Marcin	Otwock-Świerk
2	Barczyk Janusz	Warszawa
3	Bogusz-Czerniewicz Marta	Poznań
4	Borek Peter	Cerna Hora, Czechy
5	Broda Ewelina	Kraków
6	Broda Ryszard	Otwock-Świerk
7	Budzanowski Maciej	Kraków
8	Bulski Wojciech	Warszawa
9	Cerek Katarzyna	Kraków
10	Cholewiński Witold	Poznań
11	Dołhańczuk Śródka Agnieszka	Opole
12	Głuszewski Wojciech	Warszawa
13	Gniewoski Marek	Bydgoszcz
14	Gorączko Wiesław	Poznań
15	Grządzielewska Wiesława	Gorzów Wlkp.
16	Holcner Martin	Cerna Hora, Czechy
17	Jankowski Jarosław	Bydgoszcz
18	Jaracz Piotr	Warszawa
19	Jezierski Grzegorz	Opole
20	Jeziorko Jadwiga	Gliwice
21	Jędrzejewska Monika	Kępno
22	Kamiński Andrzej	Dębica
23	Kamiński Kamil	Bydgoszcz
24	Kapecka Kinga	Poznań
25	Kluza Agnieszka	Opole
26	Kowski Ryszard	Łódź
27	Kręcejewski Mieczysław	Warszawa
28	Krupiński Igor	Bydgoszcz
29	Kubicka Maria	Poznań
30	Kuźniar Bogumiła	Wałbrzych

31	Lambrinow Nikolaj	Gliwice
32	Landwójtowicz Marcin	Wrocław
33	Lewandowski Krzysztof	Inowrocław
34	Lewiński Mirosław	Warszawa
35	Lewocki Mirosław	Szczecin
36	Mach Łukasz	Opole
37	Madaj Krzysztof	Otwock-Świerk
38	Malicki Julian	Poznań
39	Małek Bożena	Wrocław
40	Mantaj Patrycja	Poznań
41	Michnikowski Jerzy	Poznań
42	Mocydlarz-Adamcewicz Mirosława	Poznań
43	Mołdach Robert	Warszawa
44	Naniewicz Jolanta	Warszawa
45	Nowak Anna	Kraków
46	Nowakowski Sławomir	Bydgoszcz
47	Ośko Jakub	Otwock-Świerk
48	Plewińska Aleksandra	Łódź
49	Rospond-Kubiak Iwona	Poznań
50	Sackiewicz-Słaby Agata	Warszawa
51	Sieradzki Grzegorz	Warszawa
52	Słowik Wojciech	Wrocław
53	Snopek Bożydar	Otwock-Świerk
54	Stokłosiński Wojciech	Warszawa
55	Szulist Krzysztof	Gdynia
56	Tańczyk Roman	Warszawa
57	Węckowski Bartosz	Poznań
58	Winiarska Barbara	Kraków
59	Wojnarowicz Jerzy	Otwock-Świerk
60	Wołoszczuk Katarzyna	Warszawa
61	Woźniak Andrzej	Saarbrücken, Niemcy
62	Zadrożny Hubert	Warszawa
63	Zandberg Jerzy	Warszawa
64	Zawanowski Krzysztof	Warszawa
65	Zbroja Katarzyna	Kraków
66	Zwierzchowski Grzegorz	Poznań
67	Żebrowski Jacek	Wrocław

SPONSORZY

Akropol Electronics

Cerna Hora, Czechy

Candela Sp. z o.o.

Warszawa

EDO MED. Sp. z o.o.

Warszawa

Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego

Polskiej Akademii Nauk

Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej

Kraków

MEDISO Polska Sp. z o.o.

Łódź

„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