

Gazetka Dni Otwartych

z okazji 60. rocznicy utworzenia Instytutu Badań Jądrowych

30-31 MAJA 2015 ROKU • NARODOWE CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH

Szanowni Państwo,

Narodowe Centrum Badań Jądrowych w Świerku, organizując Dni Otwarte, stwarza niepowtarzalną okazję do obejrzenia wielu zakładów i laboratoriów na co dzień niedostępnych dla zwiedzających. Ze względu na specyfikę Instytutu może to dostarczyć Państwu wielu wrażeń i być okazją do uzyskania odpowiedzi na pytania, których udział będą pracownicy nauki NCBJ.

Na terenie NCBJ przygotowano dla Państwa informacje o trasach zwiedzania. Dodatkowo pomocą będą Państwu służyć organizatorzy.

Ośrodek będzie otwarty w godzinach 9:00 – 18:00.

Na terenie obowiązują, regulowane przepisami, zasady:

- konieczność rejestracji na podstawie dowodu osobistego, legitymacji szkolnej;
- zakaz fotografowania (dozwolony tylko wewnątrz obiektów);
- poruszanie się po terenie w zorganizowanych grupach pod opieką pracowników NCBJ;
- na niektórych trasach ograniczenia wiekowe – od 11 lat;
- dla młodszych dzieci zorganizowana profesjonalna opieka;
- do dyspozycji Bar56.

Życzymy Państwu miłego spędzonego czasu, wielu wrażeń i zaspokojenia wiedzy o tematyce związanej z zastosowaniami promieniowania jonizującego, w tym w energetyce jądrowej.

Organizatorzy

ROZKŁAD JAZDY AUTOBUSÓW:

do NCBJ

- z Warszawy (Parking dla autokarów pod PKiN, naprzeciwko KINOTEKI) - 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00
- z Garwolina (stary PKS) - 09:15, 11:00
- z Otwocka (Ul. Świderska, przystanek ZTM „ORLA 01”) - 09:00, 10:00, 11:00

z NCBJ

- do Warszawy (Parking dla autokarów pod PKiN, naprzeciwko KINOTEKI, przystanki pośrednie: KAJKI ZTM 02, Rondo Wiatraczna) - 12:00, 13:00, 14:00, 15:00, 16:00, 17:00, 18:00 / o godz. 16:00 i 18:00 odjazd dwóch autokarów w przypadku dużej frekwencji/
- do Garwolina (stary PKS) - 14:00, 16:00
- do Otwocka (Ul. Świderska, przystanek ZTM „ORLA 01”) - 13:00, 15:00, 17:00



Historia Instytutu Badań Jądrowych

W 1954 roku przy Polskiej Akademii Nauk powstał warszawski Zakład Fizyki Cząstek Elementarnych, w którym zbudowano pierwsze w Polsce akcelerator cząstek i detektory promieniowania jądrowego oraz opracowano szkic projektu jądrowego reaktora badawczego o mocy 5 MW. 4 czerwca 1955 roku Prezydium Rządu, reagując na odtajnienie przez USA, Wielką Brytanię i ZSSR części prac z fizyki jądrowej i udostępnienie technologii jądrowych innym krajom, powołano Instytut Badań Jądrowych. Jego pierwszym dyrektorem został prof. Andrzej Sołtan.

W 1958 roku uruchomiono w IBJ w Świerku reaktor EWA, w Krakowie zaś cyklotron U-120 (oba urządzenia prod. ZSRR); w tym samym roku z krakowskiego oddziału IBJ powstał samodzielny Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie. W późniejszych latach w Świerku zbudowano reaktory mocy zerowej MARYLA, ANNA i AGATA, używane do badań fizyki reaktorów. Odegrały one istotną rolę w skonstruowaniu, już własnymi siłami, reaktora badawczego MARIA, uruchomionego w 1974 roku. Podobnie jak w reaktorze EWA, neutrony z reaktora MARIA wykorzystywane są do badań struktury i dynamiki sieci w ciałach stałych, a także do wytwarzania preparatów izotopowych stosowanych w medycynie,

ochronie środowiska i przemyśle. Wraz z rozwojem technik jądrowych powstała Centrala Odpadów Promieniotwórczych, a w wojskowym forcie w Różanie zlokalizowano Składowisko Odpadów Promieniotwórczych.

W Świerku zajmowano się również techniką akceleracji elektronów i protonów (akcelerator protonowy ANDRZEJ). Zdobyte doświadczenia pozwoliły na instalację urządzeń do badań radiograficznych i fotoaktywacyjnej analizy chemicznej w zakładach wzbogacania rudy miedzi, co przyczyniło się do opracowania i produkcji akceleratorów NEPTUN 10P służących do radioterapii nowotworów. Rozwijano techniki obliczeniowe, w pierw na uruchomionej w 1965 roku w Świerku duńskiej maszynie cyfrowej GIER firmy A/S Regnecentralen, a od 1974 roku na nowoczesnym komputerze amerykańskim CYBER produkcji Control Data Corporation. Instytut prowadził również prace wspomagające budowę Elektrowni Jądrowej Żarnowiec, zrealizował badania charakterystyk reaktorów energetycznych w Nowym Woroneżu (b. ZSRR) i w Kozłoduju (Bułgaria) oraz współpracował przy uruchomieniu produkcji urządzeń dla elektrowni jądrowej EJ Pacs (Węgry).

W Instytucie Badań Jądrowych realizowano prace z fizyki jądrowej wysokich i ni-

skich energii, chemii jądrowej, fizyki i techniki reaktorowej. Nawiązano współpracę z najważniejszymi ośrodkami naukowymi świata, m.in. ze Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych - ZIBJ w Dubnej pod Moskwą i Europejską Organizacją Badań Jądrowych CERN w Genewie oraz wieloma instytutami europejskimi. Uruchomiono szeroki program badań podstawowych, kontynuowany dziś w Narodowym Centrum Badań Jądrowych.

Silna pozycja Instytutu Badań Jądrowych oraz postawa jego pracowników w latach tworzenia „Solidarności” spowodowały reakcję ówczesnych władz. Wskutek decyzji politycznej w 1982 roku dokonano rozbicia IBJ na trzy nowe jednostki: Instytut Problemów Jądrowych i Instytut Energii Atomowej (oba w Świerku) oraz Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (na Żeraniu). 1 września 2011 roku z dwóch pierwszych instytutów powstało Narodowe Centrum Badań Jądrowych. Obecnie istnieją w Polsce trzy instytuty naukowe wywodzące się z Instytutu Badań Jądrowych:

- Narodowe Centrum Badań Jądrowych w Świerku,
- Instytut Chemii i Techniki Jądrowej na Żeraniu w Warszawie,
- Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie. ■

Szczegółowy opis tras

TRASA 1 - Badawczy reaktor jądrowy MARIA

możliwość obejrzenia: hali technologicznej, hali reaktora, sterowni, hali eksperymentalnej, promieniowania Czerenkowa w reaktorze

- czas zwiedzania: 80 min
- liczebność grup: 20 osób
- limit wieku: od 11 lat

TRASA 2 - Model elektrowni jądrowej

model elektrowni jądrowej, w tym reaktora planowanego do zainstalowania w Żarnowcu, model reaktora HTR i jego zastosowania do produkcji prądu, ciepła, słodkiej wody, wodoru i rafinacji stali

- czas zwiedzania: 30 min
- liczebność grup: 25 osób
- bez ograniczenia wieku

TRASA 3 - Centrum Informatyczne Świerk

możliwość obejrzenia: serwerowni, pomieszczenia UPS, pompowni, agregatu zasilającego

- czas zwiedzania: 30 min
- liczebność grup: 25 osób
- limit wieku: od 11 lat

TRASA 4 - Fizyka jądrowa na rzecz medycyny

możliwość zwiedzenia: Pracowni Fizyki Medycznej - prototyp akceleratora medycznego COLINE 6, prototyp akceleratora do terapii śródoperacyjnej intraLine, Laboratorium Interdyscyplinarnych Zastosowań Fizyki - igła fotonowa (demonstrator inLine PN50), lampy rentgenowskie i promieniowanie X

- czas zwiedzania: 60 min
- liczebność grup: 15 osób
- limit wieku: od 11 lat

TRASA 5 - Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

możliwość obejrzenia: hali technologicznej przetwarzania odpadów

promieniotwórczych, instalację do przetwarzania odpadów promieniotwórczych, Makietę Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych

- czas zwiedzania: 60 min
- liczebność grup: 20 osób
- limit wieku: od 11 lat

TRASA 6 - Ośrodek Radioizotopów POLATOM

TYLKO 30 MAJA
możliwość obejrzenia: Laboratorium Państwowego Wzorca Aktywności, pracowni wytwarzającej Jod-131 (komory jodowe) oraz zapoznanie się z produktami wytwarzanymi w OR Polatom i ich zastosowaniem, rodzajami źródeł promieniotwórczych oraz pojemników osłonnych

- czas zwiedzania: 60 min
- liczebność grup: 15 osób
- limit wieku: od 11 lat

TRASA 7 - Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych

możliwość zapoznania się z: pomiarami skażeń wewnętrznych i środowiska (licznik promieniowania ciała człowieka, licznik promieniowania tarczycy, laboratoria radiochemiczne, spektrometria alfa i gamma), wzorcowaniem aparatury i Centralą Dozymetryczną

- czas zwiedzania: 45 min
- liczebność grup: 20 osób
- bez ograniczenia wieku

TRASA 8 - Dział Edukacji i Szkoleń

Świat jest taki, jakim go widzimy - pokazy dla młodzieży

- czas zwiedzania: 45 min
- liczebność grup: 20 osób
- limit wieku: od 11 lat

Postępowanie z odpadami promieniotwórczymi - wystawa dla rodziców

- czas zwiedzania: 40 min
- liczebność grup: 20 osób
- limit wieku: od 11 lat

TRASA 9 - Fizyka jądrowa dla państwa i środowiska

możliwość zapoznania się z: radiograficznymi systemami do przesiewania wielkogabarytowych ładunków na granicach państw (demonstrator CANIS, demonstrator CANIS mobile), systemem wykrywania materiałów niebezpiecznych (materiałów wybuchowych i substancji toksycznych, model demonstratora SWAN)

- czas zwiedzania: 30 min
- liczebność grup: 20 osób
- bez ograniczenia wieku

TRASA 10 - Gorąca plazma: generacja i zastosowanie

możliwość obejrzenia: urządzenia do generacji plazmy i niektórych efektów jej zastosowania w technice

- czas zwiedzania: 15 min
- liczebność grup: 15 osób
- bez ograniczenia wieku

a ponadto WYSTAWY

w budynku Parku Naukowo-Technologicznego (punkt informacyjny):

- „Od EWY do MARII”
- „Jak to się robi we Francji?”
- Polski Program Energetyki Jądrowej (Ministerstwo Gospodarki, PGE EJ 1)
- Na drodze do energetyki termojądrowej
- Fizyka jądrowa na rzecz środowiska
- Projekcja filmów:
 1. Zasady bezpieczeństwa elektrowni jądrowej (film przygotowany przez Państwową Agencję Atomistyki)
 2. Budowa i uruchomienie reaktora MARIA
 3. Pandora Promise - jednorazowy pokaz filmu - godzina 15:15 (tylko w sobotę)

Reaktor badawczy MARIA

TRASA 1

HISTORIA

W dniu 16 czerwca 1970 r. wmurowano kamień węgielny pod budowę reaktora R-2 i tym samym rozpoczęto budowę tego obiektu. Budowa została zakończona w 1974 roku i 18 grudnia 1974 roku reaktor został uruchomiony. Eksploatację rozpoczęto w 1975 r. Reaktor ten, zaprojektowany przez polskich specjalistów i techników, skonstruowano jako reaktor wielozadaniowy o wysokim strumieniu neutronów. Reaktor budowano również z myślą o prowadzeniu na nim badań materiałowych niezbędnych w programach budowy i eksploatacji elektrowni jądrowych. Po gruntownej modernizacji, którą prowadzono od połowy 1985 roku, reaktor MARIA uruchomiono ponownie w grudniu 1992 r. Od roku 1993 jest on eksploatowany bezawaryjnie i jest jednym z najlepszych reaktorów badawczych na świecie. Wysoki strumień neutronów w rdzeniu, możliwość dostosowania konfiguracji rdzenia do wymogów użytkowników, stosunkowo młody wiek urządzenia oraz lokalizacja z dala od dużych aglomeracji ludzkich - są argumentami przemawiającymi za efektywną i co najmniej dwudziestoletnią, dalszą eksploatacją tego reaktora. Warto wspomnieć, że awaria reaktora energetycznego w Czarnobylu wymusiła wyposażenie reaktora MARIA w szereg nowoczesnych ukła-

dów eliminujących wystąpienie określonych zdarzeń lub minimalizujących ich konsekwencje. Zainstalowano pasywny układ zalewania kanałów paliwowych wodą basenową w przypadku spadku ciśnienia w obiegu chłodzenia elementów paliwowych, zamontowano nowe konstrukcje poziomych kanałów wyprowadzających wiązki neutronów z reaktora.

W ostatnich latach wysiłki i wiedza ekspertów z NCBJ pozwoliła na realizację nader ambitnych przedsięwzięć jak przejście reaktora na niskobogacone paliwo o zawartości 19,75% rozszczepialnego izotopu uranu, uranu-235 i przystosowanie reaktora do intensywnej produkcji radioizotopów.

WYKORZYSTANIE

W reaktorze wytwarzane są radioizotopy dla celów medycznych, przemysłowych i naukowych. Służą one również do modyfikacji właściwości materiałów w wyniku np. neutronowego domieszkowania kryształów krzemu (czego końcowym efektem jest powstawanie półprzewodników typu n dla elektroniki) czy neutronowej modyfikacji minerałów (np. koloryzacji topazów). Wszystkie te procesy prowadzone są w specjalnych instalacjach umieszczonych w obszarze rdzenia reaktora i sąsiadującego z nim reflektora grafitowego. Specjalne kanały służą

napromienianiu tarcz uranowych wykorzystywanych do produkcji molibdenu-99 - podstawowego radioizotopu dla medycyny nuklearnej. Osobną sferą wykorzystania reaktora jest eksploatacja kanałów poziomych reaktora.

Program molibdenowy

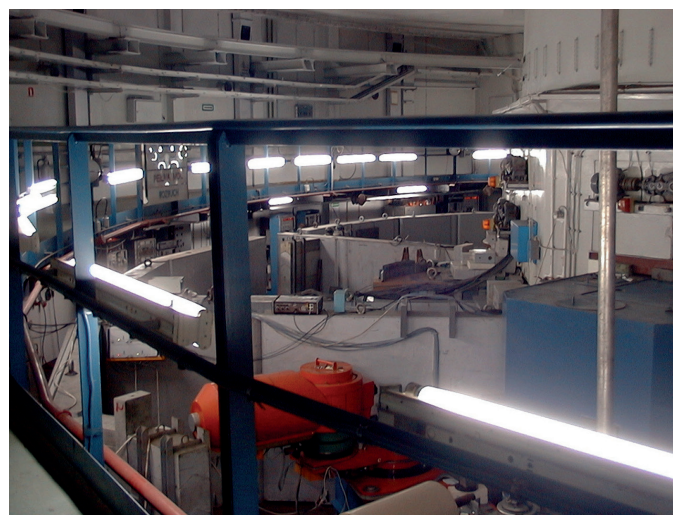
NCBJ ma silną pozycję na rynku radioizotopów. W ubiegłym roku Instytut osiągnął 18% światowej produkcji najważniejszego dla medycyny izotopu molibden-99, umożliwiając procedury dla 2 mln pacjentów rocznie. Technet-99m, powstający w rozpadzie molibdenu-99, używany jest w 80% procedur wykorzystujących radioizotopy. Powszechnie stosuje się go w diagnostyce kardiologicznej i onkologicznej.

Barwienie kamieni szlachetnych

O sposobach ulepszania kamieni szlachetnych pisał już Pliniusz Starszy w swojej „Historii naturalnej” na początku I wieku n.e. Poprawiane kamienie są nadal naturalne, ale w wyniku ulepszenia stają się jeszcze piękniejsze. Jednym ze stosowanych sposobów ich ulepszenia jest napromieniowanie. Kolor rzadko występującego w naturze, bladego niebieskiego topazu może zostać silnie pogłębiony przez napromieniowanie. Różowe turmaliny po napromieniowaniu zmieniają kolor z różowego na czerwony i są nie do odróżnienia od naturalnych czerwonych. Bezbarwne diamenty po napromieniowaniu i ogrzewaniu zmieniają kolory na intensywne zielenie, żółcie, błękity, brązy i róże. Te kamienie są dość powszechne i tańsze niż naturalnie kolorowe o porównywalnej jasności koloru, przejrzystości i rozmiarze.

Radiografia neutronowa

Technika ta jest analogiem prześwietleń rentgenowskich, ale w szczególnych wypadkach pozwala zobaczyć we wnętrzu materiału detale, które są dla promieniowania rentgenowskiego niewidoczne. ■



Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych

TRASA 7

Chcemy pokazać Państwu w jaki sposób wykonuje się wzorcowanie (kalibrację) dozymetrycznej aparatury kontrolno-pomiarowej promieniowania gamma i neutronowego, a także mierników skażeń powierzchniowych alfa- i beta- promieniotwórczych. Dział Kalibracji Aparatury Dozymetrycznej w LPD jest unikatowym laboratorium w skali kraju.

Ponadto, wizytówką LPD jest Dział Pomiarów Skażeń, który wykonuje pomiary skażeń

wewnętrznych ludzi za pomocą Licznika Promieniowania Ciała Człowieka, Licznika Promieniowania Tarczycy i pomiarów radiochemicznych moczu, a także ocenę równoważnej i skutecznej dawki obciążającej. Te bardzo istotne umiejętności służą kontroli ludzi, do wnętrza których dostały się z różnych względów izotopy promieniotwórcze.

W LPD działa także Pracownia Nadzoru Dozymetrycznego i Sekcja Pomiarów Skażeń

Środowiska, która zajmująca się monitoringiem środowiska. Prowadzą one nadzór radiologiczny terenu ośrodka jądrowego Świerk i Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie (w tym analizy próbek środowiskowych i dozymetryczne pomiary operacyjne) a także prowadzi ocenę wpływu ośrodka Świerk na otoczenie. Celom tym służy zarówno aparatura stacjonarna, jak i przenośna do badań radiologicznych wody, powietrza i gleby. ■

Centrum Informatyczne Świerk

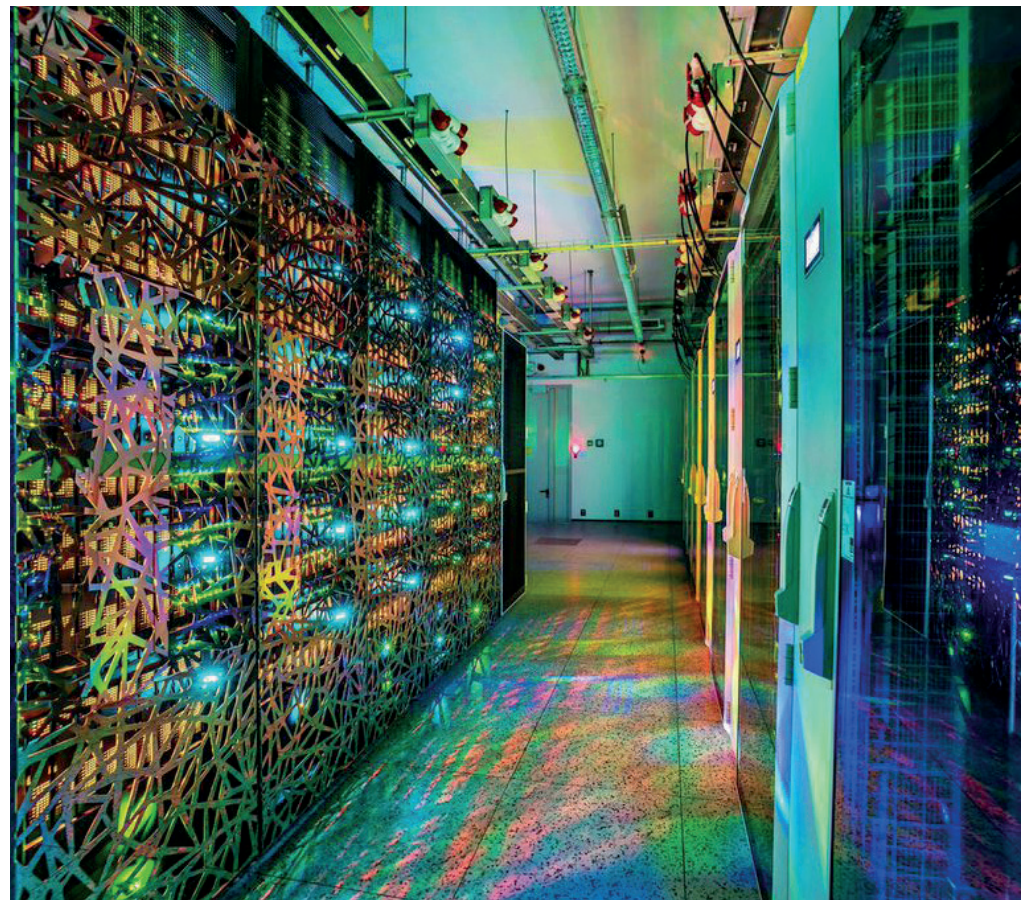
TRASA 3

Centrum Informatyczne Świerk jest odpowiedzią na dynamicznie rosnące zapotrzebowanie na rozwiązania informatyczne związane z rozwojem w naszym kraju energetyki – zarówno jądrowej, jak i konwencjonalnej. Jego celem jest dostarczanie najwyższej jakości nowoczesnych usług informatycznych podmiotom zaangażowanym w rozwój sektora jądrowego

na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, jednostkom administracji państwowej oraz instytucjom naukowo-badawczym. Aby ją spełnić, potrzebna nowoczesnych, rozwiązań informatycznych, które umożliwiają szybkie oraz bezpieczne przetwarzanie dużej ilości danych. Przykładowymi obszarami zastosowań wydajnego klastra komputerowego mogą być chociażby moni-

toring i symulacje zagrożeń radiacyjnych, zarządzanie kryzysowe, a także obliczenia dla projektowania, instalacji i optymalizacji urządzeń energetycznych oraz dystrybucji energii.

Najnowsze „dziecko” CIŚ to najwydajniejsza maszyna obliczeniowa w Polsce, która w docelowej konfiguracji osiągnie 500 TFlopsów. Zapraszamy do obejrzenia jej serwerowni, pomieszczeń UPS, pompowni i agregatu zasilającego. ■



Zakład Aparatury Jądrowej oraz Zakład Interdyscyplinarnych Zastosowań Fizyki

TRASA 4

Niewątpliwym beneficjentem badań podstawowych z zakresu fizyki jądrowej jest medycyna. Wystarczy wspomnieć diagnostykę obrazową: tomografię komputerową, rezonans magnetyczny, tomografię PET itp., z której dobrodziejstw korzysta niemal każdy pacjent. Chcielibyśmy Państwu pokazać nasze prace dla radioterapii.

Leczenie za pomocą metod fizyki jądrowej

związane jest z zastosowaniem przenikliwego promieniowania jonizującego. Dzisiejszy świat medycyny onkologicznej przychyliła się do używania – w miejsce dawnych preparatów promieniotwórczych – techniki generowania promieniowania, która wywodzi się z badań cząstek elementarnych. Wykorzystuje ona akceleratory cząstek. W naszych akceleratorach rozpędzamy elektrony do prędkości bliskiej prędkości światła. Są one następnie kierowane na specjalną tarczę, w której wytracają całą swoją energię, zamieniając ją na promieniowanie przenikliwe. Na naszej ścieżce pokażemy kilka rodzajów medycznych

akceleratorów: od najmniejszych, których celem jest wytwarzanie promieniowania X, po znacznie większe i bardziej skomplikowane akceleratory liniowe. Te ostatnie pozwalają uzyskać promieniowanie γ (gamma) o energiach podobnych lub wyższych od tych, pochodzących z rozpadu izotopów promieniotwórczych. Producentów tego typu aparatury medycznej można policzyć na palcach jednej ręki. NCBJ od ponad 40 lat należy do tego elitarnego grona.

Technika akceleracyjna umożliwia dostarczanie promieniowania w obręb guza nowotworowego w znacznie bardziej precyzyjny sposób i niszczenie go przy jednoczesnym oszczędzaniu zdrowych tkanek wokół. W tym celu naświetlanie pacjenta musi odbywać się z różnych kierunków, z precyzyjnie zaplanowanym dla każdego kierunku polem napromieniania i jego intensywnością. W koncepcję tę wpisuje się linia terapeutyczna na bazie akceleratora **Coline 6**, zaprojektowana i rozwinięta w NCBJ, którą zademonstrujemy zwiedzającym.

Wiązka elektronów, zaaplikowana w polu operacyjnym, bezpośrednio po usunięciu guza, pozwala także na bezpośrednie zlikwidowanie komórek nowotworowych pozostałych w otoczeniu wyciętego guza. Takim celu służy mobilny, śródoperacyjny akcelerator medyczny **IntraLine**, zaprojektowany i wciąż udoskonalany w NCBJ.

Podobnie, jak opisany wyżej akcelerator śródoperacyjny działa niskoenergetyczne promieniowanie rentgenowskie. W tym wypadku sam akcelerator wytwarzający takie promieniowanie może być znacznie mniejszy i prostszy. Nazywaliśmy go **igłą fotonową**. „Igła” dała początek lekkiemu, poręcznemu i niedrogemu urządzeniu **InLine PN50**. W niektórych zastosowaniach jest ono atrakcyjną alternatywą dla akceleratora śródoperacyjnego IntraLine.

Zapraszamy na ścieżkę medyczną obrazującą fascynującą historię o tym, jak nauka służy człowiekowi. ■

Ośrodek Radioizotopów POLATOM TRASA 6

POLATOM jest jedynym w Polsce producentem i głównym dystrybutorem radioizotopów wykorzystywanych w medycynie, nauce i przemyśle. Własne opracowania naukowe, współpraca z krajowymi i zagranicznymi placówkami, przyczyniły się do rozwoju medycyny nuklearnej i zastosowań izotopów w naszym kraju.

Ośrodek pełni niezwykle istotną funkcję łącznika pomiędzy środowiskiem zajmującym się technikami jądrowymi a bezpośrednim ich beneficjentem, czyli społeczeństwem. Jego działalność przyczyniła się do rozwoju diagnostyki in vitro w latach 70-tych i 80-tych, poprzez wprowadzenie zestawów do oznaczeń

hormonalnych. Postęp w diagnostyce i terapii chorób tarczycy preparatami jodu-131 i innych schorzeń onkologicznych został rozpoczęty i może się nadal odbywać dzięki pracy kadry naukowej OR, kończącej się wdrożeniem produktów leczniczych. Marka POLATOM jest dziś znana i rozpoznawalna na całym świecie. Z naszymi produktami docieramy już do ponad 70 krajów całego świata, a nasze największe rynki zbytu to Niemcy i Chiny. Nasze produkty otrzymują liczne nagrody na konkursach krajowych i zagranicznych (ostatnio: „Polski Produkt Przyszłości 2014”, Srebrny Medal Międzynarodowych Targów „Brussels Innova 2012”).

Dla potrzeb medycyny produkowane są:

- radiofarmaceutyki do diagnostyki i terapii chorób tarczycy, do paliatywnego leczenia przerzutów nowotworowych do kości oraz preparaty do diagnostyki i terapii izotopowej;
- zestawy do znakowania technetem służące do diagnostyki: nerek, wątroby, serca, kości, stanów zapalnych, dróg żółciowych, guzów neuroendokrynnych;

Ostatnie nasze osiągnięcia w służbie medycyny to wprowadzenie do obrotu produktów leczniczych ItraPol i LutaPol (ważne dla terapii onkologicznej) oraz zestawu diagnostycznego

Techimmuna, które służą do diagnozowania stanów zapalnych.

Dla potrzeb nauki i techniki:

- związki nieorganiczne izotopów promieniotwórczych;
- zamknięte źródła promieniowania do celów technicznych, stosowane w gammagrafii przemysłowej, źródła do automatyki przemysłowej.

Ośrodek Radioizotopów POLATOM aktywnie uczestniczy w badaniach prowadzonych w ramach programów koordynowanych przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej oraz w programach Unii Europejskiej. ■



Promieniowanie jonizujące w środowisku i na rzecz środowiska WYSTAWA

NCBJ zajmuje się badaniami nie tylko z dziedziny szeroko pojętej fizyki jądrowej, ale także wpływem promieniowania jonizującego na otaczające nas środowisko. Obecność radionuklidów w środowisku jest przedmiotem systematycznego monitoringu powietrza, gleby, wody, szaty roślinnej i innych jego elementów.

W Zakładzie Energetyki Jądrowej przeprowadza się badania nad rozwojem metod matematycznych, modeli obliczeniowych i narzędzi komputerowych do analiz bezpieczeństwa, ryzyka i zagrożeń dla środowiska oraz zdrowia człowieka, związanych np. z awariami instalacji jądrowych i chemicznych czy transportem niebezpiecznych substancji, a także stałymi emisjami zanieczyszczeń do środowiska. Instytut dysponuje również aparaturą do pomiarów jakości powietrza atmosferycznego. Naukowcy z NCBJ zaprojektowali i wybudowali mobilne laboratorium służące do monitoringu powietrza, którym oddychamy. Jedno z nielicznych tego

typu urządzeń w Polsce pozwala na szybką identyfikację zanieczyszczeń przemysłowych i komunikacyjnych powietrza praktycznie w każdym miejscu.

Także aerozole atmosferyczne zawierają radionuklidy naturalne i sztuczne, których koncentracja jest przedmiotem wieloletnich badań w NCBJ. Prowadzone są pomiary zawartości radionuklidów w powietrzu przy użyciu wysokowydajnej stacji poboru powietrza typu ASS-500. Dodatkowo, od kilkunastu lat, przeprowadza się pomiar stężeń radionuklidów w warstwie przyziemnej atmosfery w polskiej stacji polarnej w Hornsundzie. Powietrze w regionach polarnych pozabawione jest zanieczyszczeń przemysłowych i komunikacyjnych typowych dla Europy Centralnej.

Analiza spektrometryczna przy użyciu detektorów półprzewodnikowych germanowych pozwala na ocenę koncentracji następujących izotopów: beryl-7, ołów-210, potas-40 – pochodzenia natu-

ralnego oraz antropogenicznego cez-137 i cez-134, na poziomie powyżej 1µBq. Beryl-7 powstaje w wyniku oddziaływania neutronów i protonów pochodzących od Słońca ze składnikami atmosfery – azotem i tlenem. Ołów-210 jest produktem rozpadu jednego z izotopów uranu. Pojawia się między innymi w wyniku wybuchów wulkanów a także uwolnień transuradowców do atmosfery. Promieniotwórczy izotop potasu potas-40 o niezwykle długim czasie połowkowego zaniku ok. 1,28•10⁹ lat, jest zawsze składnikiem gleby, właściwie od początku powstania skorupy ziemskiej. Promieniotwórcze izotopy cezu, cez-137 (o czasie połowkowego zaniku ~30 lat) i cez-134 (o czasie połowkowego zaniku ~2,5 lat) powstają wyłącznie w wyniku działań człowieka. Pierwszy z nich, cez-137, to produkt reakcji rozszczepienia uranu czy plutonu, może pojawiać się w atmosferze po próbnym wybuchach (testach) broni nuklearnej oraz w wyniku awarii reaktora. Drugi izotop, cez-134, powstaje w wyni-

ku wychwycenia neutronu przez naturalny cez (czyli izotop cez-133), który jest jednym ze składników betonu – a z betonu buduje się osłony reaktorowe. Oba te promieniotwórcze izotopy cezu, cez-137 i cez-134, mogą pojawić się jednocześnie w wyniku awarii reaktorowych - tak było w przypadku Czarnobyla. Wyznacza się również koncentrację innych izotopów promieniotwórczych, np. jod-131, który jako produkt rozszczepienia uranu, powstaje w reaktorach lub podczas testów broni nuklearnej. Wyniki wieloletnich pomiarów pozwalają ocenić wkład tych izotopów do dawki całkowitej pochłanianej przez człowieka.

Przeprowadzane są także badania materii pozaziemskiej. Ilość materii kosmicznej, która rocznie dociera do Ziemi, ocenia się na 400 tys. ton do kilku milionów ton. Tylko znikoma część dociera w postaci meteoroidów. Dzięki badaniom spektrometrycznym można badać meteoroidy. ■

Zastosowania związane z bezpieczeństwem państwa TRASA 9

Wojny i zamachy terrorystyczne są obecnie, niestety, naszą rzeczywistością. Czy badania w dziedzinie fizyki jądrowej i fizyki wysokich energii mogą pomóc uczynić nasz świat lepszym, bezpieczniejszym? Tak! Ta ścieżka zaprezentuje Państwu wycinek prac aplikacyjnych prowadzonych w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w obszarach związanych z wykrywaniem przemytu, identyfikowaniem groźnych lub niedozwolonych substancji, nielegalnym przewozem ludzi itp.

Promieniowanie rentgenowskie (X) jest wykorzystywane do diagnostyki medycznej niemal od początku jego odkrycia. Ale również już 100 lat temu możliwość obrazowania za ich pomocą wnętrza opakowań, skrzyń czy worków bez ich otwierania została wykorzystana do wykrywania prób przemytu niedozwolonych przedmiotów. Współcześnie metody te zostały rozwinięte i unowocześnione. Produkowane w lampach rentgenowskich czy w akceleratorach promieniowanie X, lub promieniowanie γ, powstające w wyniku rozpadu pierwiastków promieniotwórczych, przenika przez kontrolowany obiekt, będąc rozpraszane i osłabiane przez jego elementy. Po przeciwległej stronie w stosunku do źródła promieniowania umieszczony jest detektor obrazujący, który pozwala na obserwację „cienia”, jaki powstaje w wyniku oświetlenia kontrolowanego

obiektu przez przenikliwe fotony. Wprawne oko operatora tego systemu łatwo wychwyci wszelkie nieprawidłowości w ładunku.

Metoda ta używana jest powszechnie do kontroli bagażu nie tylko na lotniskach, ale również w obiektach takich jak budynki użyteczności publicznej, stadiony i inne miejsca imprez masowych itp. Wykorzystanie promieniowania wysokoenergetycznego, produkowanego przez liniowe akceleratory elektronów, wyposażone w tarczę konwersji wiązki elektronów na przenikliwe promieniowanie X, pozwala nawet na sprawdzenie zawartości ładunku samochodów ciężarowych i dużych kontenerów. W ciągu kilku ostatnich lat w NCBJ opracowana została technologia pozwalająca na kontrolę radiograficzną wszędzie tam, gdzie będzie to konieczne – na przejściach granicznych, w portach morskich, a nawet na przydrożnych parkingach w przypadku systemów mobilnych.

W ramach niniejszej ścieżki zapoznają się Państwo z demonstratorem CANIS, wyposażonym w akcelerator przyspieszający cząstki do wysokich energii w sposób równoważny do zastosowania potencjałów rzędu kilku milionów woltów.

Można również zobaczyć jak wygląda urządzenie, które mogłoby „zajrzeć” do bagażnika Państwa samochodu. ■

IBIS II - działo plazmowe nowej generacji TRASA 10

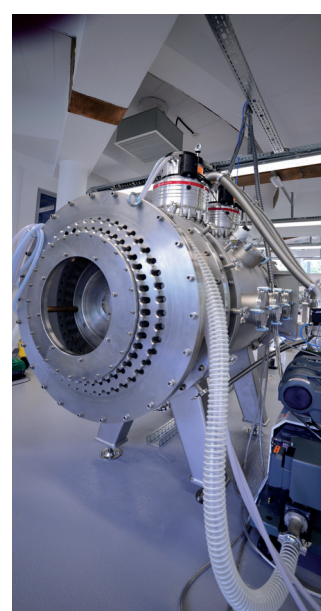
Chcielibyśmy pokazać zwiedzającym nasz Ośrodek unikatowe w skali światowej źródło plazmy IBIS II, zbudowane w NCBJ i otwierające drogę do nowych zastosowań w nauce i przemyśle.

Urządzenie IBIS II, zbudowane w Zakładzie Technologii Plazmowych i Jonowych NCBJ, stwarza nowe możliwości w zakresie badań własności plazmy wysokotemperaturowej, jak również opanowania nowatorskich technologii modyfikacji powierzchni ciał stałych do zastosowań przemysłowych. Technologie

te prowadzą do uszlachetniania powierzchni metali i ceramiki (m.in. uodpornianie stali na utlenianie w wysokiej temperaturze, zwiększanie zwilżalności, wytwarzanie złącz ceramika-metal itp.), wytwarzania materiałów łączących cechy półprzewodnika i ferromagnetyka (co pozwala łączyć funkcje zapisu informacji z ich przetwarzaniem i przesyłaniem), opracowania metod sklejanania materiałów o odmiennej strukturze itp.

Ważną cechą plazmy wytwarzanej przez urządzenie IBIS II jest bardzo wysoka,

sięgająca 10 mln stopni, temperatura plazmy, dzięki której część generowanych cząstek osiąga bardzo wysokie energie, trudne do osiągnięcia w klasycznych akceleratorach cząstek. Podstawową zaletą naszego urządzenia jest to, że uzyskujemy plazmę nie w środowisku względnie gęstego gazu lecz w wysokiej próżni. Warunki, jakie jesteśmy w stanie wytworzyć, są porównywalne z warunkami panującymi w plazmie kosmicznej! ■



Zakład Badań Plazmy Czwarty stan skupienia materii

WYSTAWA

Jeśli chcesz dowiedzieć się, jak wyzwala się energię termojądrową oraz w jaki sposób można badać procesy zachodzące we wnętrzu Słońca i innych gwiazd – odwiedź stoisko Zakładu Badań Plazmy.

Zapoznasz się z historią fizyki plazmy – prowadzonych od połowy XIX wieku badań wyładowań elektrycznych w rozrzedzonych gazach; poznasz jak wytwarzana jest plazma, czyli silnie zjonizowany gaz, stanowiący mieszaninę swobodnych elektronów i jonów, o temperaturze dziesiątków milionów stopni. Dowiesz się również, w jaki sposób wytwarza się impulsy prądu o natężeniu milionów amperów i jak rejestruje się sygnały elektryczne o czasie trwania miliardowych części sekundy. Zobaczysz jakimi metodami diagnostycznymi bada się ten dziwny „czwarty stan skupienia materii”.

Poznasz między innymi zasady działania urządzenia typu PLASMA-FOCUS, w których realizowane są bardzo silne wyładowania elektryczne z impulsami prądu o natężeniu rzędu miliona amperów i tworzy się „ognisko” gorącej plazmy. W każdym wyładowaniu można wytwarzać ponad 100 miliardów szybkich neutronów. Trudno uwierzyć, ale chwilowa moc tego urządzenia przewyższa łączną moc wszystkich polskich elektrowni!

Zakład uczestniczy też w międzynarodowych badaniach nad opanowaniem syntezy termojądrowej w instalacjach doświadczalnych typu tokamak. Opracowane diagnostyki strumieni szybkich elektronów w tokamakach przy wykorzystaniu diamentowych detektorów promieniowania Czerenkowa należą do unikalnych w skali światowej. ■

Dzień Dziecka i to wcześniej niż zwykle!

Dla dzieci w każdym wieku organizujemy ciekawy i kolorowy Dzień Dziecka – ze studentami Wyższej Szkoły Gospodarki Euroregionalnej z Józefowa. Studenci kierunku pedagogika Wydziału Nauk Społecznych WSGE – przygotowali bowiem specjalny program rozrywkowy z licznymi atrakcjami:

- słodkie niespodzianki;
- malowanie buziek;
- zabawa integracyjna;
- konkurs rysunkowy;
- bańki mydlane;

- ścianka wspinaczkowa
- gry i zabawy z nagrodami
- zabawy poprawiające sprawność myślenia
- zabawy kształcące pamięć i spostrzegawczość wzrokową
- zabawy kształcące sprawność manualną i myślenie
- oraz wiele wiele innych...

ZAPRASZAMY!

Znajdziecie nas na terenie NCBJ naprzeciwko bufetu w specjalnie oznaczonych namiotach. Zapraszamy całe rodziny!

AREVA

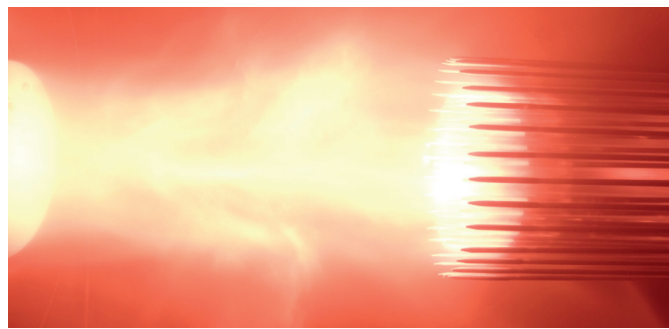
Francuska firma AREVA dostarcza produkty i usługi o dużej wartości dodanej dla elektrowni jądrowych na całym świecie. Grupa udziela wsparcia w całym procesie technologicznym energetyki jądrowej, począwszy od wydobycia uranu, poprzez projektowanie reaktorów i usługi związane z ich eksploatacją, po przebieg wypalonego paliwa jądrowego. Doświadczenie AREVA, doskonała znajomość zaawansowanych technologicznych procedur i najwyższe wymagania firmy w dziedzinie bezpieczeństwa są wysoko cenione przez producentów energii na całym świecie. Jako partner, grupa uczestniczy w projektach z dziedziny energii odnawialnych. 44 000 pracowników AREVA przyczynia się do tworzenia modelu energetycznego przyszłości: zaopatrywania szerokiej rzeszy odbiorców w coraz pewniejszą, coraz czystsza i coraz tańszą energię. ■

CEA – Komisariat ds Energii Jądrowej i Alternatywnych Źródeł Energii

Funkcjonujący w CEA Departament Energii Jądrowej (DEN) stanowi zaplecze technologiczne i innowacyjne, zarówno dla przemysłu jak i rządu francuskiego, w dziedzinie energetyki jądrowej umożliwiając jej zrównoważony rozwój pod względem bezpieczeństwa oraz konkurencyjności.

Aby osiągnąć powyższe cele, DEN zaangażowany jest w badania na trzech głównych polach:

- najnowsze systemy jądrowe, tzw. reaktory „4 generacji” i ich cykl paliwowy
- optymalizacja aktualnie funkcjonującego przemysłu jądrowego i jego cyklu paliwowego
- rozwój i tworzenie narzędzi do symulacji i doświadczania



Dział Edukacji i Szkoleń

TRASA 8

Dział Edukacji i Szkoleń zajmuje się od kilkunastu lat upowszechnianiem wiedzy na tematy związane z fizyką jądrową i technikami jądrowymi. Jego szczególnym celem jest dotarcie z tą wiedzą do uczniów szkół ponadpodstawowych. Pracownicy Działu prowadzą też szkolenia specjalistyczne z zakresu ochrony radiologicznej, dla operatorów akceleratorów, funkcjonariuszy straży granicznej, straży pożarnej itp. W Dziale prowadzone są wielodniowe kursy wiedzy o energetyce jądrowej, a także unikatowe Laboratorium Fizyki Atomowej i Jądrowej przeznaczone dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych i studentów wyższych uczelni. Dział redaguje i wydaje broszury popular-

no-naukowe i plakaty edukacyjne. Jest twórcą i wystawcą dwóch wystaw stałych poświęconych energetyce jądrowej (duży model reaktora WWER-440) i postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi.

Podczas Dni Otwartych w budynku Działu przygotowana została impreza dla rodziców i młodzieży w wieku 11-15 lat. Podczas gdy rodzice będą mogli zapoznać się z postępowaniem z odpadami promieniotwórczymi, ich pociechy obejrzą pokaz różnorodnych zabawek fizycznych. Zainteresowani energetyką jądrową są natomiast zapraszani do hali, w której pokazujemy model reaktora WWER-440, makieta reaktora wysokotemperaturowego i jego potencjalnych zastosowań, różne rodzaje reaktorów energetycznych, rozmieszczenie elektrowni jądrowych na świecie itp. ■

Energetyka jądrowa

TRASA 2

W ramach tej trasy postaramy się wszystkim zwiedzającym przybliżyć przede wszystkim temat energetyki jądrowej. Dowiedzieć się będzie można z jakich elementów składa się reaktor i jak działa elektrownia jądrowa. Przedstawimy także różne typy reaktorów jądrowych stosowanych w świecie. Obejrzeć będzie można dokładny model pierwszej

polskiej elektrowni, która była planowana do zainstalowania w Żarnowcu. Spróbujemy także wszystkim, którzy nas odwiedzą przedstawić przyszłość energetyki jądrowej, prezentując makieta reaktora wysokotemperaturowego i jego wykorzystanie w odsalaniu wody morskiej, wytwarzaniu wodoru i uszlachetnianiu stali. ■

czeń na szeroką skalę, niezbędnych do celów naukowych

Jednocześnie, jako operator, DEN realizuje programy budowy i remontów swoich instalacji jądrowych oraz bierze udział w likwidacji i demontażu elektrowni, których czas funkcjonowania dobiegł końca. ■



Grupa EDF, jeden z liderów rynku energetycznego w Europie, jest zintegrowanym przedsiębiorstwem działającym we wszystkich gałęziach elektroenergetyki: w wytwarzaniu, przesyłaniu, dystrybucji, handlu i obrocie energią. Jest największym europejskim wytwórcą energii elektrycznej. We Francji większość mocy wytwórczych Grupy to elektrownie jądrowe i wodne, zapewniające 97,6% energii elektrycznej wolnej od emisji CO₂. We Francji, podmioty zależne EDF odpowiadające za przesył i dystrybucję ener-

gii eksploatują 1 285 000 kilometrów napowietrznych i kablowych linii energetycznych średniego i niskiego napięcia oraz 100 000 kilometrów linii wysokich i najwyższych napięć. Grupa EDF uczestniczy w dostawach energii i usług do około 37,8 mln klientów, z czego 28,3 mln klientów we Francji. Skonsolidowane przychody Grupy w 2014 r. wyniosły 72,9 mld euro, z czego 45,2% wypracowano poza Francją. EDF notowany jest na paryskiej giełdzie papierów wartościowych i wchodzi w skład indeksu CAC 40.

Grupa EDF posiada w Polsce 10% udziału w rynku energii elektrycznej, 15% w rynku ciepła sieciowego i zatrudnia 3000 pracowników. EDF jest największym zagranicznym inwestorem w branży energetycznej w Polsce, największym producentem energii elektrycznej i ciepła skojarzonego, zaopatrując w ciepło Kraków, Gdańsk i Gdynię, Zieloną Górę, Wrocław i Siechnice oraz Toruń. EDF posiada systemową elektrownię węglową o mocy 1 775 MW w Rybniku. ■

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

TRASA 5

Każdej działalności związanej z produkcją bądź stosowaniem izotopów promieniotwórczych towarzyszy powstawanie odpadów promieniotwórczych. Jedyną instytucją w Polsce posiadającą zezwolenie na unieszkodliwianie i składowanie odpadów promieniotwórczych jest przedsiębiorstwo państwowe użyteczności publicznej Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP), który odpowiada za prawidłowe postępowanie z odpadami promieniotwórczymi od chwili ich przejęcia od wytwórcy. Warunkiem koniecznym do prowadzenia prawidłowej gospodarki odpadami promieniotwórczymi jest właściwe postępowanie już na etapie ich powstawania, więc u prowadzącego prace z wykorzystaniem substancji promieniotwórczych. ZUOP odbiera stałe i ciekłe odpady promieniotwórcze nisko- i średnioaktywne, zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze oraz wycofane z eksploatacji czujki dymu. Odbiór odpadów od użytkowników podlega specjalnej procedurze (przygotowanie i zabezpieczenie odpadów na okres transportu). Ma to szczególne znaczenie, w sytuacji, gdy źródła uległy rozszczelnieniu.

Znaczna część stałych odpadów promieniotwórczych (ok. 40%) pochodzi z reaktora Maria oraz z Ośrodka Radioizotopów POLATOM. Odpadami promieniotwórczymi pochodzenia reaktorowego są m.in. filtry (z układów oczyszczania chłodziwa i wentylacji), zużyte elementy aparatów i urządzeń reaktorowych.

Do odpadów z produkcji izotopów należą niewykorzystane materiały aktywne z produkcji izotopów, odpady podekontaminacyjne oraz zużyte skażone elementy aparatów i urządzeń.

Pozostałe 60% pochodzi ze szpitali, klinik i innych instytucji, znajdujących się na terenie całego kraju, wykorzystujących techniki izotopowe. Odpady powstałe podczas stosowania substancji promieniotwórczych do celów medycznych to przede wszystkim ampułki po preparatach promieniotwórczych, a także strzykawki, lignina, folia, odzież ochronna, zużyte elementy wyposażenia oraz odpady z dekontaminacji. ■



EJ 1 sp. z o.o.

PGE EJ 1 na multimedialnym stoisku prezentować będzie informacje na temat statusu projektu budowy pierwszej elektrowni jądrowej oraz programów edukacyjnych realizowanych przez spółkę, w tym m.in. programu Atom dla Nauki. ■



Departament Energii Jądrowej Ministerstwa Gospodarki weźmie udział w Dniach Otwartych organizowanych przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych. Podczas Dni Otwartych NCBJ na stoisku MG będzie dostępna m.in. makieta elektrowni jądrowej ilustrująca zasady wytwarzania energii elektrycznej. Przedstawiciele Ministerstwa wyjaśnią m.in. jaki wpływ ma inwestycja w budowę elektrowni jądrowej na krajową gospodarkę, naukę i rynek pracy. Zwiedzającym zostanie przybliżona rola Ministerstwa Gospodarki, a także pozostałych podmiotów zaangażowanych realizację „Programu polskiej energetyki jądrowej” (PPEJ). Dystrybuowane będą także materiały edukacyjne i informacyjne dotyczące realizacji PPEJ. ■

PATRONAT:

MINISTER
EDUKACJI
NARODOWEJ

MINISTERSTWO
GOSPODARKI

Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

PATRONAT MEDIALNY:

TOK FM
Pierwsze
Radio
Informacyjne

Biotechnologia.pl

PARTNER:



ORGANIZATOR:

