



WSTĄPIĆ!

Ewa, Anna, Maryla,  
Agata, Maria, Wanda.  
To one są odpowiedzialne  
za wszystko, co dzieje się  
w Świerku. Być może niedługo  
do tej listy zostanie dopisane  
kolejne imię.

# SZEŚĆ KOBIET Z ENERGIA JĄDROWĄ

F o t o g r a f i e  
J a k u b O s t a ł o w s k i

## ACADEMIA prezentacje w obiektywie


**Dr Marek Pawłowski**

jest fizykiem. Kieruje  
Biurem Komunikacji  
i Promocji NCBJ.

marek.pawlowski  
@ncbj.gov.pl

**T**a historia rozpoczęła się ponad 60 lat temu. Na gruzach zniszczonego wojną kraju, na 45 ha podmokłych podwarszawskich pól ludzie z pasją i niespożytą energią stworzyli miejsce unikatowe. Oni i ich następcy zbudowali tu sześć reaktorów jądrowych, kilkadziesiąt typów akceleratorów, instalacje do wytwarzania gorącej plazmy, niezliczone przyrządy i aparaturę. Fizycy zatrudnieni w Świerku, mimo przeszkód ekonomicznych i politycznych, potrafili nawiązać współpracę badawczą i konstrukcyjną z najlepszymi ośrodkami na świecie, a ich publikacje lokują dziś instytut w ścisłej elicie polskich jednostek naukowych. 55 lat temu wyprodukowano w Świerku pierwsze preparaty medyczne z radionuklidami. Dziś należąca do NCBJ fabryka radiofarmaceutyków eksportuje wyroby do 80 krajów świata, ratując życie milionom pacjentów.

### Pierwsza była EWA

Dla większości ludzi reaktor jądrowy jest urządzeniem tajemniczym. Przepis na niego jest jednak prosty: musimy wziąć izotop jakiegoś pierwiastka, którego jądra mogą się rozpadać na mniejsze fragmenty – na przykład uran 235 – i trochę ten proces rozszczepienia przyspieszyć. Rozpędzone produkty rozpadu będą niosły energię, którą można wykorzystać. Gdybyśmy zważyli nasz materiał przed reakcją i po niej, to okazałoby się, że masa produktów jest trochę mniejsza niż masa początkowego materiału, a wzór Einsteina  $E = mc^2$  wiąże ten ubytek masy z uzyskaną energią. Konstruując reaktor, trzeba jeszcze zadbać o to, by można było kontrolować tempo reakcji i odbierać energię w miarę jej uwalniania. Jednak nie zawsze chodzi nam o energię. W Świerku powstało sześć reaktorów jądrowych, które miały służyć głównie do uzyskiwania rozpędzonych neutronów. Neutrony – neutralne elektrycznie cząstki – są produktami reakcji rozszczepienia zachodzących w reaktorze. Bombardując nimi wybrane jądra atomowe, można doprowadzać do powstania nowych pierwiastków lub izotopów. Z kolei badając rozpraszanie neutronów na materiałach krystalicznych, można odczytać ich strukturę.

Pierwszym reaktorem jądrowym w Instytucie Badań Jądrowych (IBJ) w Świerku była EWA zakupiona w ZSRR i uruchomiona w 1958 r. Pracowała do 1995 r. używana do badań materiałów i do produkcji izotopów. Polscy naukowcy kilkakrotnie modyfikowali ją, m.in. dostosowując do paliwa wysoko wzbogaconego w uran 235.



Kolejne reaktory IBJ były już rodzimej konstrukcji. W 1963 r. powstała ANNA. Jej modyfikacja pozwoliła na uzyskiwanie neutronów prędkich. W tym samym roku uruchomiono reaktor MARYLA. Był to prototyp reaktora szkolno-treningowego o małej mocy niewymagający aktywnego chłodzenia. MARYLA pracowała 20 lat, służąc głównie jako poligon, na którym testowano modyfikacje reaktora EWA. W roku 1973 uruchomiono kolejny reaktor mocy zerowej AGATA, który był pilotem dla reaktora MARIA, a następnie służył jako instalacja treningowa dla jego operatorów.

MARIA została uruchomiona w 1974 r. i pracuje do dziś, będąc – po modernizacjach – jednym z najlepszych czynnych reaktorów badawczych w Europie. Ma ona moc cieplną 30 MW i pozwala na produkcję radioizotopów oraz modyfikację materiałów i badania neutronowe. Na ukończeniu są prace związane



z zastosowaniem medycznym strumienia neutronów. Dzięki umowie podpisanej z Instytutem Helmholtza w Berlinie w ciągu kolejnych lat trafi do Świerka nowoczesna aparatura badawcza. Na jej potrzeby przebudowywana jest hala eksperymentalna.

Na początku lat 80. powstał w Instytucie Badań Jądrowych prototyp reaktora UR-100 (WANDA) zbudowany z myślą o produkcji seryjnej dla ośrodków uniwersyteckich.

Obecnie rozważane są możliwości budowy w Świerku reaktora wysokotemperaturowego, ale żadne decyzje w tej sprawie nie zostały jeszcze podjęte.

## Andrzej po Sołtanie

Fakt powstania IBJ wiązany jest zazwyczaj z decyzjami politycznymi odwilży lat 50. XX w. To oczywiście

prawda, ale warto pamiętać, że choć instytut powstał w szczerym polu, to jego twórcy byli znakomitymi fizykami, pracującymi od lat w dziedzinie fizyki subatomowej i promieniowania. Projekty wielu urządzeń zbudowanych w instytucie zaczęły powstawać na długo przed podjęciem decyzji politycznych, które stworzyły jedynie korzystniejsze warunki realizacji projektów.

Postacią, która wyznaczyła kierunki rozwoju Świerka, był prof. Andrzej Sołtan. Pierwszy dyrektor IBJ był uznanym w świecie specjalistą budowy akceleratorów cząstek. I one stały się więc wizytówką instytutu. Prof. Sołtan ustalił cztery priorytety. Pierwszym był akcelerator elektrostatyczny Van de Graafa przyspieszający protony, deuter i cząstki alfa. Prace nad nim trwały w Warszawie od wczesnych lat 50. Akcelerator „Lech” został uruchomiony w 1961 r. w hali znajdu-

Fot. 1, 2, 8

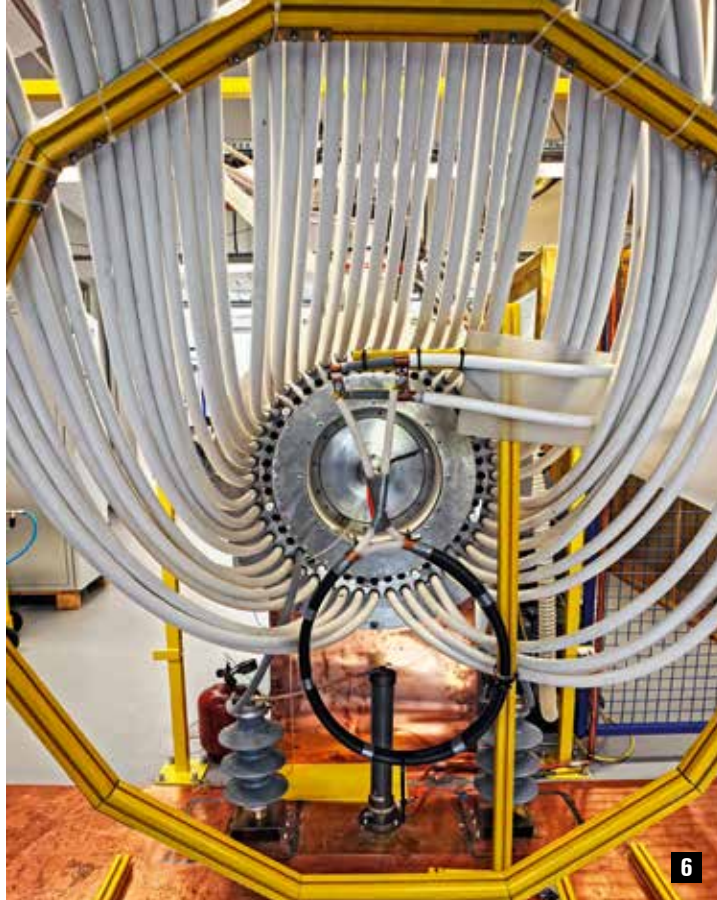
Co roku kilka tysięcy uczniów i studentów zwiedza reaktor MARIA. Największą atrakcją wizyty w Świerku jest możliwość zobaczenia na własne oczy pracującego rdzenia reaktora.

Fot. 3

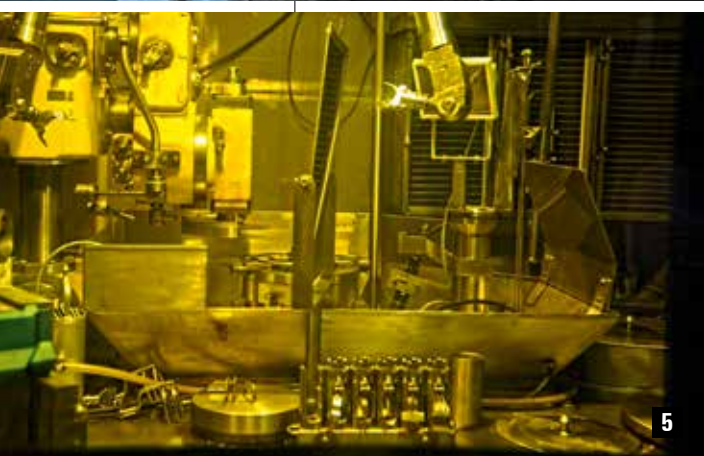
Sterownia reaktora MARIA.



4



6



5



7

jącej się wówczas na terenie Wydziału Matematyki i Fizyki UW i pracował do 2014 r., pozwalając m.in. na badanie materiałów i ich powierzchni.

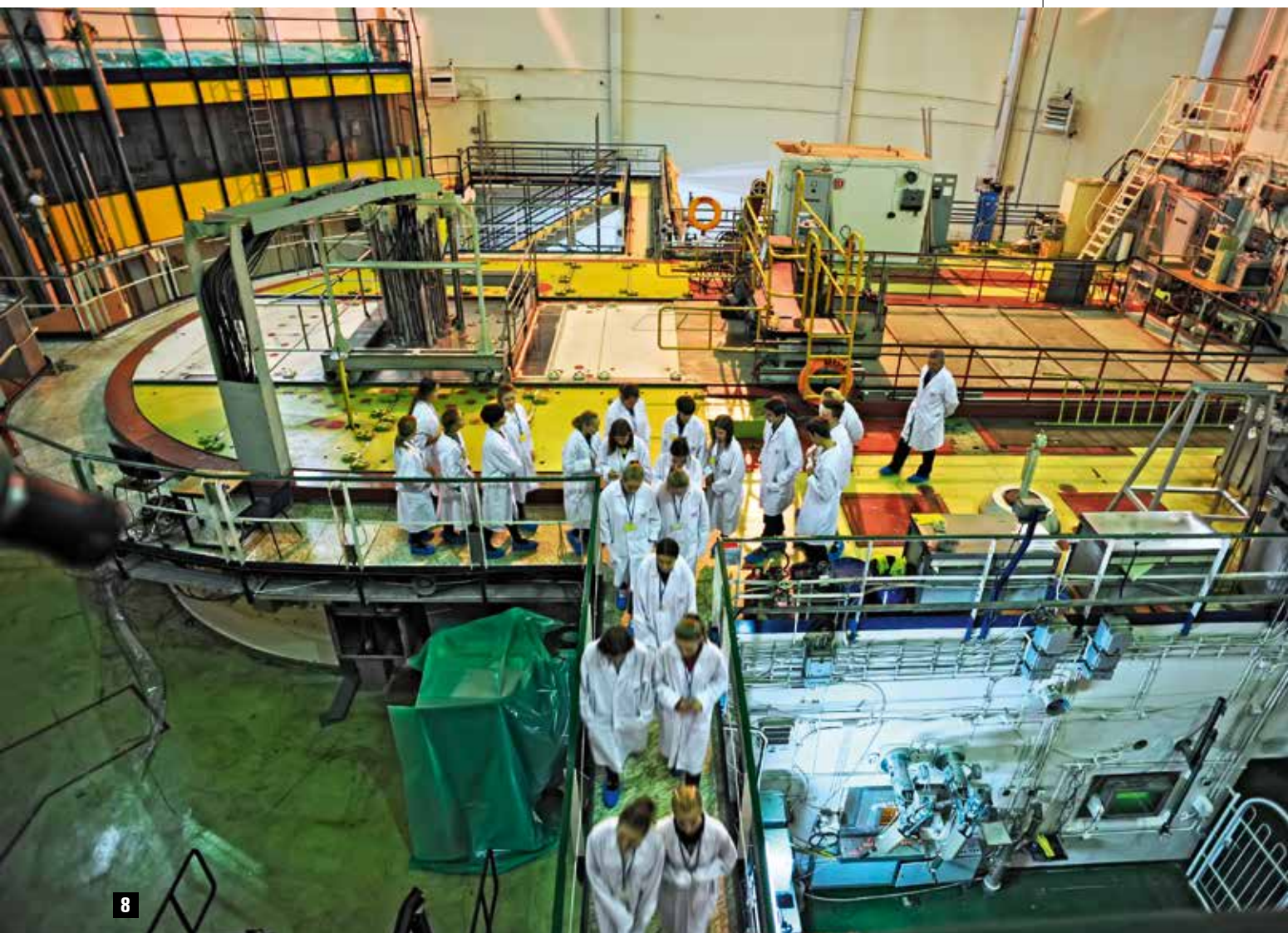
Drugą priorytetową konstrukcją był liniowy akcelerator protonów. „Andrzej” – nazwany tak na cześć Andrzeja Sołtana – został uruchomiony w 1970 r. Przyspieszał protony do energii 10 MeV, wykorzystując struktury Alvareza, które w chwili projektowania urządzenia były rozwiązaniem nowym, zastosowanym jedynie w kilku konstrukcjach na świecie. „Andrzej” był używany do badań podstawowych w fizyce jądrowej.

Kolejnymi konstrukcjami zapoczątkowanymi w latach 50. były generatory neutronów. Neutrony można otrzymywać nie tylko w reaktorze, ale także dzięki reakcjom jądrowym zachodzącym w wyniku bombardowania deuterem deuteru lub trytu. Generatory zawierające akcelerator poziomy, a następnie pionowy, zostały uruchomione w IBJ odpowiednio w roku 1964 i 1965.

Czwartym kierunkiem prac wyznaczonym przez Sołtana było zbudowanie akceleratora elektronów opartego na konstrukcji betatronu. Jego prototyp powstał już w 1962 r., a w latach kolejnych opracowano jeszcze trzy modele, w tym urządzenie mobilne. Egzemplarze sprzedane do przemysłu wykorzystywane były do badania jakości rud i badań nieniszczących konstrukcji stalowych.

Pod koniec lat 70., dzięki współpracy z partnerami francuskimi, specjalnością IBJ stały się liniowe akceleratorzy elektronów. Opracowano wiele modeli akceleratorów medycznych do radioterapii i akceleratorów radiograficznych. Świerk stał się znaczącym producentem tych urządzeń nie tylko na rynek europejski. Obecnie dzięki pomocy funduszy UE opracowane zostały kolejne nowoczesne konstrukcje.

W sumie w Świerku powstało ok. 30 typów akceleratorów, w tym cyklotron protonów, implantatory jonów, akceleratorzy do sterylizacji żywności, do badań materiałów elektronicznych, akceleratorzy impulsowe



8

itp. Instytut był też dostawcą podzespołów do urządzeń budowanych w Polsce i za granicą. Wiele rozwiązań za Świerka zostało opatentowanych.

## Kierunek: świat

Od początku istnienia IBJ zatrudnieni w nim fizycy mieli możliwość utrzymywania kontaktów międzynarodowych pozwalających im brać czynny udział w badaniach na najwyższym poziomie. Sytuacja ta wynikała zarówno z uznanej pozycji międzynarodowej Andrzeja Sołtana i innych twórców instytutu takich jak Marian Danysz czy Jan Paweł Nowacki, jak i z ogólnej wysokiej pozycji fizyki polskiej – szczególnie warszawskiej i krakowskiej – z których to środowisk wywodziła się większość czołowych postaci instytutu. Stażyści IBJ wyjeżdżali nie tylko do Dubnej, ale także na Zachód, w szczególności do CERN-u, gdzie polscy młodzi badacze szybko zyskali znakomitą opinię. Naukowcy zatrudnieni w Świerku

byli niezwykle cenni przy analizie ogromnej liczby danych spływających z eksperymentów akceleratorowych. Materiały przysyłano także do Polski, a było ich tak wiele, że w warszawskim zakładzie IBJ skonstruowano specjalny stół do przeglądania przywiezionych zdjęć.

Udział Świerka w badaniach CERN nie ograniczał się jedynie do pracy analitycznej. Elementy detektorów tworzono w Świerku już od lat 70., m.in. do eksperymentów WA1, Compass, Delphi, CMS, LHCb. Uznanie dla kompetencji instytutu w technologii akceleratorowej było ulokowanie w nim zamówień na elementy przyspieszające i formujące wiązkę do kompleksu akceleratorowego zasilającego LHC, a także akceleratora do eksperymentu GBAR. Z kolei oddany do użytku w 2015 r. ośrodek obliczeniowy NCBJ Centrum Informatyczne Świerk (CIŚ) stał się ważnym węzłem przetwarzania i gromadzenia danych dla eksperymentu LHCb. Równie ważnym partnerem międzynarodowym instytutu jest ośrodek DESY w Ham-

Fot. 4, 5

W komorach gorących pracuje się nad materiałami naświetlanymi w reaktorze.

Fot. 6, 7

Ibis-2 to najnowsze urządzenie badawcze NCBJ. Pozwala ono na badanie plazmy gorącej w próżni. Będzie wytwarzało warunki zbliżone do panujących w pobliżu koron gwiazd.



burgu. NCBJ jest współwłaścicielem zbudowanego tam lasera na swobodnych elektronach European XFEL. Instytut koordynował wszystkie polskie dostawy i sam dostarczył kilka tysięcy podzespołów do struktur przyspieszających. Podobnego typu zamówienia są realizowane obecnie dla budowanej w Lund w Szwecji międzynarodowej instalacji ESS. Podpisano też porozumienie o współpracy NCBJ z polską firmą Kubara Lamina przy realizacji zamówienia dla lasera na swobodnych elektronach budowanego przez Uniwersytet Stanforda w USA.

Lista instytucji, z którymi współpracuje obecnie NCBJ, obejmuje kilkadziesiąt podmiotów na całym świecie. Efekty działalności części z nich w ostatnich latach zostały uhonorowane Nagrodą Nobla. Poza CERNem-em są to eksperyment neutrinowy T2K w Japonii, gdzie fizycy zatrudnieni w Świerku są odpowiedzialni m.in. za działanie bliskiego detektora i eksperymenty obserwacji fal grawitacyjnych LIGO

i VIRGO, gdzie fizycy z NCBJ mają ważny wkład w identyfikację sygnału i analizę szumów.

## Energie przyszłości

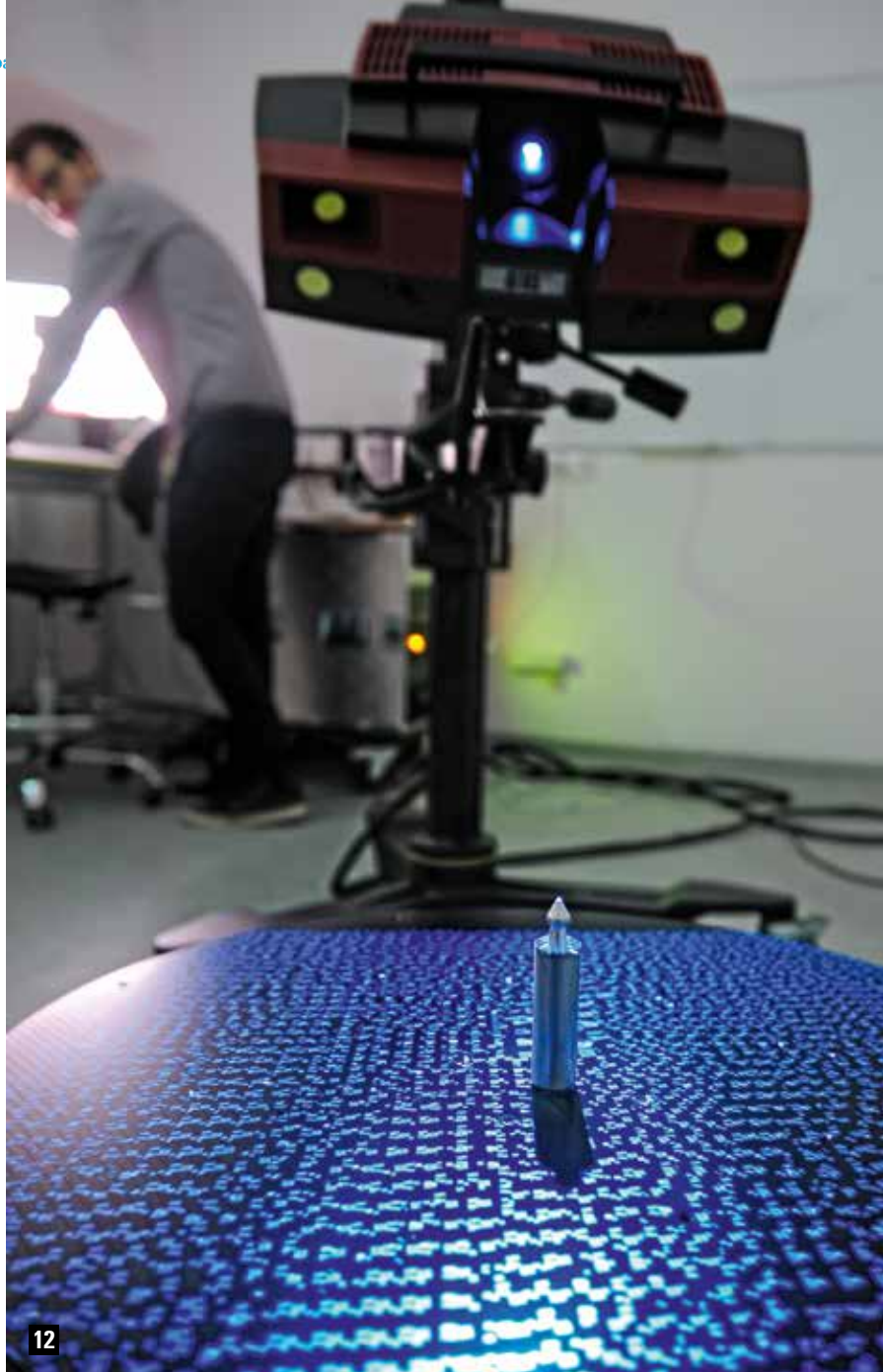
Wąskie ramy tekstu zmuszają do tego, by o wielu aspektach sześćdziesięcioletniej działalności instytutu jedynie napomknąć, a niektóre nawet pominąć. Nie sposób jednak nie wspomnieć o badaniach na rzecz nowych źródeł energii, w tym syntezy termojądrowej, o siedmiu oryginalnych konstrukcjach urządzeń typu plasma-focus powstałych w Świerku, o udziale instytutu w budowie stellaratora W7X w Greiswaldzie oraz o wkładzie w inne urządzenia i eksperymenty plazmowe na całym świecie. Na rzecz energii przyszłości rozwijane są w Świerku także badania nowych materiałów i prowadzone są analizy dla reaktorów jądrowych nowych generacji, które być może będą budowane w Polsce.



10



11



12

Osobny przedmiot dumy i satysfakcji instytutu to znakomicie rozwijająca się produkcja radiofarmaceutyków, która ma ponadpięćdziesięcioletnią historię. Mimo ogromnych wymagań związanych z obecnością na rynku farmaceutycznym 80 krajów POLATOM systematycznie zwiększa swój potencjał. Dzięki środkom UE w niedługim czasie będzie dysponował dodatkowo także cyklotronem do produkcji radiofarmaceutyków i nowoczesnym kompleksem laboratoriów badawczych.

Od 20 lat niemal codziennie kilka autokarów przywozi młodzież na zajęcia do centrum edukacyjnego instytutu. Gości przyciąga możliwość zwiedzenia reaktora MARIA, ale Dział Edukacji i Szkoleń stworzony przez prof. Ludwika Dobrzyńskiego dba o to, by goście nie tylko zobaczyli, lecz także zrozumieli. W centrum działa unikatowe w skali światowej laboratorium fizyki jądrowej nastawione na pracę z licealistami i studentami studiów pierwszego stopnia. Aby skrócić drogę z pracowni do gospodarki, powstał

w Świerku Park Naukowo-Technologiczny. Dysponuje on siedmioma specjalistycznymi laboratoriami i wykwalifikowaną kadrą doradców. Kilkadziesiąt firm skorzystało z usług Parku już w pierwszych dwóch latach jego istnienia.

Losy Świerka są silnie powiązane z historią przemian politycznych i społecznych. Instytut w stanie wojennym za niepokorność swoich pracowników został podzielony na Instytut Problemów Jądrowych i Instytut Energii Atomowej oraz podmioty poza Świerkiem. Na fali atomowego sceptycyzmu stopniowo tracił środki. Obecnie, wzmocniony funduszami unijnymi, połączył się ponownie w Narodowe Centrum Badań Jądrowych i cierpliwie oczekuje na kolejne decyzje w sprawie energetyki jądrowej, które zapewne wpłyną na kierunek jego rozwoju.

**MAREK PAWŁOWSKI,**  
WSPÓŁPRACA MGR KATARZYNA ŻUCHOWICZ

Fot. 9  
Prace fizyków w Świerku wspiera potężne centrum obliczeniowe CIŚ.

Fot. 10  
„Nowe technologie w Świerku to m.in. laserowy druk 3D.

Fot. 11  
Do chłodzenia serwerów CIŚ zastosowano nowatorskie, ekologiczne technologie.

Fot. 12  
Laboratoria PNT Świerk dają m.in. możliwość skanowania przestrzennego z wielką precyzją.