

**Wniosek o wpisanie przedsięwzięcia w zakresie strategicznej infrastruktury badawczej  
na Polską Mapę Drogową Infrastruktury Badawczej**

<b>Tytuł przedsięwzięcia:</b>	<b>ŚLCJ@ECOS</b> <b>Rozbudowa ŚLCJ dla inicjatywy ECOS</b>
<b>Dane wnioskodawcy:</b> <b>1) nazwa, siedziba i adres;</b> <b>2) imię i nazwisko kierownika jednostki.</b>	<b>Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów, Uniwersytet Warszawski, Pasteura 5A, 02-093 Warszawa</b> <b>Krzysztof Rusek</b>
<i>W przypadku gdy wniosek jest składany przez podmiot inny niż jednostka naukowa albo uczelnia<sup>1</sup> należy podać:</i> – nazwę konsorcjum/centrum; – skład konsorcjum/centrum.	

**1. Opis celów i założeń przedsięwzięcia, z uwzględnieniem wpływu jego realizacji na rozwój krajowego środowiska naukowego oraz wzrost konkurencyjności i innowacyjności polskiej gospodarki**

*W opisie należy uwzględnić w szczególności następujące elementy:*

- charakter planowanej infrastruktury badawczej – skupiona / rozproszona – oraz jej lokalizację;
- powiązanie celów i założeń przedsięwzięcia z kierunkami określonymi w rządowych dokumentach strategicznych, w tym w Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.);
- zakładane efekty realizacji przedsięwzięcia – naukowe, gospodarcze, kulturowe i społeczne (w tym w zakresie odpowiedzi na najważniejsze wyzwania społeczne zdefiniowane w programie ramowym UE w zakresie badań naukowych i innowacji „Horyzont 2020”<sup>2</sup>).

<sup>1</sup> Tj. konsorcjum naukowe, centrum naukowo-przemysłowe, centrum naukowe Polskiej Akademii Nauk lub centrum naukowe uczelni.

<sup>2</sup> „Horyzont 2020” definiuje siedem głównych wyzwań społecznych:

- zdrowie, zmiany demograficzne i dobrostan,
- bezpieczeństwo żywnościowe, zrównoważone rolnictwo i leśnictwo, badania mórz i wód śródlądowych oraz biogospodarka.
- bezpieczna, czysta i efektywna energia,
- inteligentny, ekologiczny i zintegrowany transport,
- działania w dziedzinie klimatu, środowisko, efektywna gospodarka zasobami i surowce,
- Europa w zmieniającym się świecie – integracyjne, innowacyjne i refleksyjne społeczeństwa,
- bezpieczne społeczeństwa – ochrona wolności i bezpieczeństwa Europy i jej obywateli.

## STRESZCZENIE

*Projektowane jest zastąpienie pracującego od 25 lat w Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów UW akceleratora ciężkich jonów przez nowe urządzenie o znacznie polepszonych parametrach energii, zakresu jonów i natężenia wiązek. Realizacja projektu pozwoli na zaistnienie w Polsce i w naszej części Europy unikalnego urządzenia do badań podstawowych z fizyki jądrowej, w tym badań własności pierwiastków superciężkich, a także wielu zastosowań w energetyce jądrowej, medycynie, badaniach własności ciał stałych, astrofizyce i in. Ważnym aspektem projektu będzie możliwość rozwijania kształcenia kadry studentów i naukowców na najwyższym poziomie, z możliwościami dostępu do jednego z najlepszych urządzeń tego typu na świecie. Projekt stanowić będzie częściową realizację programu European COllaboration on high intensity Stable beams (ECOS) rozpatrywanego przez Europejski Program FP7 EURONS i rekomendowanego przez europejski komitet fizyki jądrowej Nuclear Physics European Collaboration Committee (NuPECC).*

Od kilku lat w europejskich ośrodkach fizyki jądrowej rozpatrywane są możliwości techniczne i finansowe rozbudowy istniejących i budowa nowych akceleratorów przyspieszających stabilne cząstki naładowane, od protonów do jonów uranu, o dużych natężeniach. Program ten, pn. ECOS obecnie rozpatrywany, jako europejska “distributed facility” był szczegółowo analizowany w ramach europejskiego programu FP7, jako jeden z tematów projektu EURONS. Europejski komitet fizyki jądrowej NuPECC gorąco poparł ten projekt i przyczynił się do wydania raportu dedykowanego tej tematyce. Jedną z konkluzji tego raportu brzmi następująco:

*The recommendation of the committee is to ensure a strong support from both the nuclear physics community and the funding agencies for existing stable ion beam facilities not only for their accelerator system development but also for the instrumentation and experimental infrastructure that are needed to host dedicated research programmes.*

Przedstawiany poniżej projekt infrastruktury badawczej proponuje umieszczenie na Polskiej Mapie Drogowej Infrastruktury Badawczej nowoczesnego akceleratora ciężkich jonów, zastępującego obecnie pracujący w naszym ośrodku akcelerator uruchomiony przed 25 laty. Oczekiwany efekt projektu będzie rozbudowa i modernizacja istniejącej infrastruktury badawczej – Środowiskowego Laboratorium Ciężkich Jonów w Uniwersytecie Warszawskim (ŚLCJ). Pełni ono rolę narodowego laboratorium wyposażonego w niezbędną aparaturę, z której od ponad dwudziestu lat korzystają naukowcy z kraju i z zagranicy. Rocznie wykonuje tu swoje badania ok. stu pracowników naukowych, z których połowa pochodzi z zagranicy. Pracownicy laboratorium publikują ok. 50 prac rocznie w najlepszych naukowych periodykach. W laboratorium powstają prace dyplomowe (licencjackie, magisterskie, doktorskie, habilitacyjne) w ilości ok. 20 rocznie. Studenci polskich uczelni odbywają

w nim praktyki oraz przechodzą szkolenia w ramach warsztatów prowadzonych przez pracowników laboratorium.

Aparatura dostępna w ŚLCJ jest systematycznie rozwijana. W roku 2011 zakończono budowę spektrometru promieniowania gamma EAGLE, dotąd jedyne w Polsce urządzenia tego typu o europejskiej klasie. Ostatnio spektrometr został wyposażony przez europejskie konsorcjum GAMMAPOOL w detektory o wartości kilkunastu mln. zł. Rok później otwarty został Ośrodek Produkcji i Badania Radiofarmaceutyków (OPBR), wyposażony w część produkcyjną i badawczą - należący do największych i najnowocześniejszych tego typu ośrodków w kraju. Pozwoliło to na rozwinięcie badań nad radiofarmaceutykami stosowanymi w diagnostyce chorób nowotworowych, a także na nawiązanie współpracy z przemysłem radiofarmaceutycznym. W ostatnim okresie opracowano (uzyskano patent nr 227402 na tę konstrukcję) i zbudowano linię zewnętrzną do cyklotronu PETtrace w OPBR, co pozwoliło na rozszerzenie prac tego ośrodka o badania radiofarmaceutyków służących do terapii chorób nowotworowych.

W roku 2014 uruchomiono źródło jonów typu ECR, Supernanogun firmy Pantechnik, umożliwiające znaczne rozszerzenie zakresu przyspieszanych jonów. Jest to jedyne takie źródło w kraju. W roku 2017 dostarczyło ono pierwszą metaliczną wiązkę  $^{24}\text{Mg}$  dla potrzeb eksperymentu prowadzonego w ŚLCJ. W bieżącym roku kończą się prace nad wymianą generatorów wysokiej częstotliwości zasilających cyklotron ciężkich jonów U-200P (unikatowe urządzenie w kraju). Duża część nowych generatorów powstaje w małej, innowacyjnej polskiej firmie POPEK ELEKTRONIK w Zamościu, realizując jeden z aspektów współpracy nauki z przemysłem.

Rozwój Laboratorium został doceniony przez międzynarodową społeczność fizyków jądrowych – w roku 2015 ŚLCJ zostało włączone w sieć ekskluzywnych europejskich ośrodków (konsorcjum ENSAR2) i należy do grona dwunastu najlepszych infrastruktur badawczych, które otrzymują finansowanie z Unii Europejskiej w ramach programu HORIZON2020. Głównym urządzeniem badawczym jest wspomniany wyżej cyklotron U-200P przyspieszający jony w zakresie od helu do argonu, do energii ok. 10 MeV/nukleon. Jest to jedyne taki cyklotron w Polsce i Europie Środkowej, dostarczający wiązki jonów od 25 lat. Jego konstrukcja pochodzi z lat siedemdziesiątych XX wieku. Podstawowym celem niniejszego projektu jest zakup i instalacja nowego akceleratora ciężkich jonów w miejsce U-200P. Nowy akcelerator pozwoli rozszerzyć zakres przyspieszanych jonów. W ŚLCJ będzie można uzyskiwać wiązki jonów o znacznie większych intensywnościach. Optymalną wersją jest zakup cyklotronu nowej generacji, zbliżonego do cyklotronu DC-280 uruchamianego właśnie w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych (ZIBJ) w Dubnej. Pozwoli to na wykorzystanie obecnej

infrastruktury (budynku i urządzeń) a także kompetencji załogi ŚLCJ. Wymiana obecnego cyklotronu U-200P na nowy pozwoli też na utrzymanie na obecnym poziomie kosztów eksploatacji ośrodka.

Harmonijny rozwój badań podstawowych i ich zastosowań ma istotne znaczenie dla rozwoju gospodarki i pomyślności społeczeństwa. Rozumieją to dobrze światowe mocarstwa – w USA rozwijany jest projekt FRIB, w Niemczech FAIR, we Francji SPIRAL2. Rosja przeznaczona duże środki na rozwój ZIBJ w Dubnej. Obecny projekt wpisuje się w tę strategię, mając ścisły związek z rozwijaniem nowych specjalizacji polskiej gospodarki, wpływając na rozwój polskich firm, przyczyniając się do ekspansji zagranicznej polskiej nauki i gospodarki.

Jak wyżej wspomniano, ŚLCJ jest członkiem europejskiego konsorcjum ENSAR2 zrzeszającego 30 europejskich jednostek naukowych, które otrzymały finansowanie z Unii Europejskiej w ramach programu HORIZON2020, obecny projekt jest więc rozwinięciem tego programu ze szczególnym nastawieniem na kilka jego wyzwań:

- zdrowie, zmiany demograficzne i dobrostan,
- bezpieczna, czysta i efektywna energia,
- bezpieczne społeczeństwa – ochrona wolności i bezpieczeństwa Europy i jej obywateli.

## **2. Opis unikatowości przedsięwzięcia w skali krajowej i międzynarodowej**

*W opisie należy uwzględnić w szczególności następujące elementy:*

- *perspektywę wykorzystania planowanej infrastruktury badawczej do realizacji przełomowych programów badawczych i prac rozwojowych, w tym o charakterze interdyscyplinarnym, oraz rozwoju nowych technologii, wraz z omówieniem przyczyn, dla których przedmiotowe działania nie mogą być realizowane przy wykorzystaniu już istniejącej infrastruktury badawczej;*
- *dostępność na poziomie krajowym, regionalnym, europejskim lub międzynarodowym planowanej infrastruktury badawczej.*

Planowana rozbudowa pozwoli na istotne rozszerzenie tematyki badań naukowych prowadzonych nie tylko w ŚLCJ, ale również w Polsce i na świecie.

Jeśli chodzi o tematy związane z fizyką jądrową, planuje się dołączenie do nich badań jąder superciężkich. Badania takie prowadzone są dotąd jedynie w kilku laboratoriach na świecie i dołączenie do nich zwiększy w sposób skokowy prestiż badań prowadzonych w kraju. Badania prowadzone będą w szerokiej współpracy międzynarodowej, jednak głównym partnerem będzie zespół profesora Jurija Oganessjana z ZIBJ w Dubnej. Zespół ten ma największe w świecie osiągnięcia w tej dziedzinie (najcięższy dotąd pierwiastek o liczbie atomowej  $Z=118$ , odkryty w ZIBJ nosi nazwę oganesson). Polscy fizycy od lat współpracowali z profesorem Oganessjanem (prof. A. Sobczewski, prof. J. Wilczyński, prof. K.Siwiek-Wilczyńska i ich uczniowie) i cieszą się jego najwyższym uznaniem, stąd ogromne poparcie prof. Oganessjana dla obecnego projektu.

Planowaną współpracę naukową znacznie też ułatwia fakt członkostwa Polski w ZIBJ. Dostępność ciężkich jonów różnego rodzaju (np.  $^{48}\text{Ca}$ ) o dużych natężeniach pozwoli na produkcję dużych ilości jąder superciężkich, badanie przekrojów czynnych na ich syntezę, własności spektroskopowych, rozpadów stanów podstawowych i izomerycznych, wzbudzeń kulombowskich i reakcji transferu, badanie ich własności oraz możliwość produkcji pierwiastków superciężkich w procesach astrofizycznych stanowić będzie jedną ze specjalności naszego ośrodka.

Intensywne wiązki ciężkich jonów i ich różnorodność umożliwią także rozszerzenie prowadzonych obecnie badań struktury jądrowej na jądra znacznie bardziej odległe od ścieżki stabilności, zarówno bogatych w neutrony (duże  $N/Z$ ) jak i bogatych w protony (małe  $N/Z$ ). Pozwoli to m.in. na badanie wpływu liczby kwantowej izospinu  $T$  w szerokim zakresie, poszukiwanie egzotycznych kształtów jąder atomowych, poszukiwanie stanów klastrowych i molekularnych oraz badanie własności stanów podstawowych jąder dalekich od ścieżki stabilności. Jednym z bardzo aktualnych tematów które będą mogły być kontynuowane to badanie reakcji fuzji i transferu około- i pod-barierowego (prace, w których ŚLCJ się specjalizuje).

Oprócz poszerzenia badań z dziedziny fizyki jądrowej szerszy zakres wiązek dostępnych w ŚLCJ, a także ich intensywność, pozwoli na zintensyfikowanie współpracy z krajowymi ośrodkami medycznymi zainteresowanymi terapią chorób nowotworowych przy pomocy wiązek jonów (hadronoterapia). Już od dziesięciu lat w ŚLCJ prowadzone są badania efektów radiobiologicznych wywołanych przez ciężkie jony ( $^{12}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{20}\text{Ne}$ ) w materiale komórkowym *in vitro*. W związku z coraz szerszym stosowaniem hadronoterapii w leczeniu nowotworów wzrasta zainteresowanie ośrodków medycznych tymi badaniami. Wraz z nowym akceleratorem zainstalowane zostanie dedykowane stanowisko z wiązką pionową do takich badań. Wyniki badań radiobiologicznych, jakie prowadzimy w ŚLCJ są istotnym czynnikiem decydującym o prawidłowym planowaniu terapii hadronowej.

Wzrosną możliwości prac związanych z wytwarzaniem izotopów do celów medycznych, głównie diagnostyki i terapii nowotworów. Wymienić tu można terapeutyczny izotop  $^{211}\text{At}$ , jeden z najbardziej przyszłościowych emiterów cząstek alfa jeśli chodzi o zastosowania terapeutyczne, którego produkcja na drodze reakcji  $(\alpha, 2n)$  lub  $(^6\text{Li}, 4n)$ , przy dużych natężeniach wiązek jonów, będzie bardzo efektywna. Innym przykładem bardzo obiecującego emitera cząstek alfa może być radioizotop  $^{149}\text{Tb}$ , którego wytwarzanie będzie możliwe na drodze reakcji  $^{142}\text{Nd}(^{12}\text{C}, 5n)^{149}\text{Dy} \rightarrow ^{149}\text{Tb}$  bez skomplikowanej separacji izotopowej produktów reakcji spallacji. Oba wymienione tu radioizotopy stosowane będą do tzw. alpha-immunoterapii - niszczenia komórek rakowych poprzez zerwanie ich helisy DNA. Trzeba też dodać, iż wysokie natężenia projektowanych wiązek jonów rozszerzą zakres wytwarzanych radioizotopów medycznych.

Przyszłość naukowa i gospodarcza świata wiąże się z wykorzystaniem przestrzeni kosmicznej. Wielkie światowe gospodarki widzą i wykorzystują tę szansę. W kraju również obserwuje się znaczący wzrost zainteresowania tą tematyką. Powstała Polska Agencja Kosmiczna, rozwijają się małe innowacyjne przedsiębiorstwa zainteresowane budową aparatury wysyłanej w przestrzeń kosmiczną. ŚLCJ ma już nawiązane kontakty i rozpoczyna prace związane z badaniem własności nadprzewodników wysokotemperaturowych narażonych na ekspozycję w strumieniu promieniowania kosmicznego. Wiązki ciężkich jonów doskonale imitują promieniowanie powstające w wyniku oddziaływania wysokoenergetycznych protonów promieniowania kosmicznego z metalową skorupą satelity. Elementy elektroniczne wysyłane w kosmos powinny być przetestowane pod względem odporności na uszkodzenia radiacyjne. Większe intensywności wiązek a także poszerzenie zakresu energii i rodzajów jonów pozwolą na podjęcie współpracy z Polską Agencją Kosmiczną i współpracującymi z nią ośrodkami naukowymi oraz przemysłem. Możliwe stanie się bowiem rutynowe napromienianie urządzeń i podzespołów wysyłanych w przestrzeń kosmiczną celem sprawdzenia ich promieniowrażliwości. Tematyka ta będzie też rozwijana we współpracy z przemysłem obronnym - badanie odporności aparatury instalowanej w samolotach bojowych, helikopterach i dronach.

W Polsce projektuje się utworzenie międzynarodowego Centre of Excellence NOMATEN, mającego na celu prace nad nowymi materiałami do innowacyjnych zastosowań przemysłowych. Centrum to powstaje w Narodowym Ośrodku Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku. (Udziałowcy: NCBJ Polska, CEA Francja, VTT Oy Finlandia, NCBR Polska. EU grant H2020 No 763604). Dostępność w ŚLCJ wiązek ciężkich jonów o dużych natężeniach umożliwi szereg badań materiałowych planowanych przez NOMATEN (np. advanced nuclear power reactors, nuclear fusion). Jako przykład można tu też podać projekt badania defektów w grafenie wytwarzanych przy użyciu różnych rodzajów jonów (badania prowadzone przez grupę prof. Jagielskiego w NCBJ).

Biorąc pod uwagę polskie projekty energetyki jądrowej warto tu jeszcze wymienić badania materiałów reaktorowych i śledzenie ich zmian pod wpływem bombardowania przez ciężkie jony, które w tych experimentach symulują produkty rozszczepienia w prętach reaktorowych. Badania takie prowadzone są obecnie przez zespoły prof. Jagielskiego i prof. Turossa z NCBJ stosując wiązki ciężkich jonów z akceleratorów zagranicznych. Nowy akcelerator otworzy pole do takich badań w Warszawie.

Dostępność nowej infrastruktury odbywać się będzie na dotychczasowych zasadach. ŚLCJ jest laboratorium udostępniającym posiadaną aparaturę użytkownikom krajowym i zagranicznym na zasadach podobnych jak partnerskie, europejskie laboratoria z konsorcjum ENSAR2. W ramach ŚLCJ

działa Międzynarodowy Komitet Eksperymentów, złożony z ekspertów powoływanych przez rektora UW na okres czterech lat. Komitet ten rozpatruje projekty badań naukowych nadsyłanych przez potencjalnych użytkowników i kwalifikuje je do realizacji. Udostępnianie aparatury na zasadach komercyjnych instytucjom gospodarczym następuje na drodze negocjacji i zawieranych umów.

### 3. Opis posiadanego potencjału instytucjonalnego oraz kadrowego wnioskodawcy

*W opisie należy uwzględnić w szczególności następujące elementy:*

- *kategorię naukową<sup>3</sup>;*
- *posiadane zaplecze badawcze oraz zasoby kadrowe istotne z punktu widzenia realizacji przedsięwzięcia, z uwzględnieniem planowanych działań mających na celu zapewnienie kadr dla obsługi oraz wykorzystania infrastruktury badawczej;*
- *doświadczenie w realizacji krajowych i międzynarodowych przedsięwzięć z zakresu infrastruktury badawczej;*
- *doświadczenie w realizacji krajowych i międzynarodowych innowacyjnych projektów badawczych oraz w zakresie transferu technologii w okresie ostatnich pięciu lat, z uwzględnieniem branych pod uwagę w procesie nadawania kategorii naukowej najważniejszych uzyskanych grantów (o wartości minimum 200 tysięcy złotych w obszarze nauk społecznych i humanistycznych oraz minimum 2 milionów złotych w pozostałych obszarach nauki), najważniejszych publikacji naukowych (maksymalnie 30<sup>4</sup>) i patentów (maksymalnie 10<sup>5</sup>) z informacją na temat ich ewentualnego wdrożenia.*

W ostatniej kategoryzacji przeprowadzonej przez KEJN, ŚLCJ uzyskało kategorię B – odwołanie od niniejszej decyzji złożone zostało w sądzie w dniu 1 czerwca 2018. Nie odzwierciedla ona bowiem pozycji naukowej ŚLCJ, ponieważ w tzw. kryterium 1 (osiągnięcia naukowe i twórcze) laboratorium uzyskało wynik znacznie przekraczający wymagania dotyczące kategorii A.

ŚLCJ jest jedynym ośrodkiem w Polsce specjalizującym się w akceleracji ciężkich jonów. Jego działalność przedstawiana jest na konferencjach akceleratorowych i opisywana w międzynarodowych opracowaniach (p. np. NuPECC Long Range Plan 2017). ŚLCJ dysponuje zespołem pracowników z dużym doświadczeniem technicznym (ok. 30 pracowników technicznych, w tym także ze stopniem doktora). Dysponuje także infrastrukturą o tzw. „wartości odtworzeniowej” przekraczającej 200 mln PLN. W jej skład wchodzi budynek główny zawierający:

- Pomieszczenia biurowe 2 000 m<sup>2</sup>
- Hala eksperymentalna 800 m<sup>2</sup>

<sup>3</sup> Jeżeli dotyczy. W przypadku jeżeli wnioskodawcą jest konsorcjum naukowe, centrum naukowo-przemysłowe, centrum naukowe Polskiej Akademii Nauk albo centrum naukowe uczelni, należy podać kategorię naukową jednostki naukowej reprezentującej konsorcjum albo centrum oraz wszystkich konsorcjantów albo wchodzących w skład centrum, posiadających kategorię naukową.

<sup>4</sup> Dotyczy całego konsorcjum naukowego, centrum naukowo-przemysłowego, centrum naukowego Polskiej Akademii Nauk, centrum naukowego uczelni.

<sup>5</sup> Jw.

- Sala pomiarowa 160 m<sup>2</sup>
- Sala konferencyjna (120 osób) 150 m<sup>2</sup>
- Sala seminaryjna 150 m<sup>2</sup>
- Biblioteka 100 m<sup>2</sup>
- Pokoje gościnne dla 10 osób

oraz Ośrodek Produkcji i Badań Radiofarmaceutyków złożony między innymi z:

- Pomieszczenia cyklotronu 47 m<sup>2</sup>
- Laboratorium produkcyjnego I - 24 m<sup>2</sup>
- Laboratorium produkcyjne II - 23,4 m<sup>2</sup>
- Śluzy materiałowe i osobowe 34,7 m<sup>2</sup>
- Laboratorium kontroli jakości 33,8 m<sup>2</sup>
- Pom. techniczne HVAC 116,9 m<sup>2</sup>
- Pomieszczenie biurowe 50,9 m<sup>2</sup>
- Archiwum 19,6 m<sup>2</sup>

Łącznie, fabryka radiofarmaceutyków zajmuje powierzchnię 727 m<sup>2</sup>. Zezwolenie na wytwarzanie produktu leczniczego pierwszy raz zostało wydane dnia 07/07/2014. Ośrodek spełnia standardy GMP.

Infrastruktura ŚLCJ wykorzystywana jest do badań prowadzonych przez międzynarodowe zespoły badawcze oraz przedsiębiorców prowadzących działalność komercyjną. Pracownicy administracyjni ŚLCJ są przeszkoleni w ich obsłudze, zaś pokoje gościnne przygotowane są na ich przyjęcie.

Planowana budowa nowego akceleratora oraz jego dalsza obsługa wymagać będzie jednak przeszkolenia personelu technicznego i jego odmłodzenia. Planowana jego budowa we współpracy z ZIBJ Dubna bardzo ułatwia to zadanie, bowiem z instytutem tym wiążą nas długoletnie kontakty techniczne. Po akceptacji niniejszego projektu i uzyskaniu zapewnienia odpowiednich środków finansowych planujemy zatrudnienie kilku osób wybranych spośród młodych absolwentów wydziałów technicznych polskich uczelni i umożliwienie im jednorocznego lub dwuletniego stażu w ośrodku w Dubnej. Mamy już zapewnienie ze strony ZIBJ, iż takie rozwiązanie kadrowe jest dla nich akceptowalne.

Na początku bieżącego stulecia, ŚLCJ zainicjowało i zrealizowało duży projekt inwestycyjny – budowę Ośrodka Produkcji i Badań Radiofarmaceutyków. W ramach tego projektu zainstalowano komercyjny, wysoko-prądowy cyklotron protonów i deuteronów o energiach odpowiednio 16,5 i 8,4 MeV oraz rozbudowaną strukturę radiochemiczną. Koszt realizacji tego Ośrodka pokryto z dotacji Komitetu Badan Naukowych, Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) oraz



Funduszy Europejskich (w sumie ok. 25 mln PLN). W pierwszym okresie swej działalności Ośrodek produkował, we współpracy z firmą komercyjną fluorodeoksyglukozę, radiofarmaceutyk oparty na radioaktywnym fluorze  $^{18}\text{F}$ , stosowany do diagnostyki PET (Positron Emission Tomography). Obecnie, po wyposażeniu cyklotronu w zewnętrzną linię do napromieniania ciał stałych (Patent nr 227402) przez zespół techniczny ŚLCJ, prowadzone są również badania innych radioizotopów medycznych (m.in. radioizotopy  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  oraz izotopy Sc). Badania te były i są finansowane z funduszy dwóch grantów NCBiR (umowa Nr PBS1/A9/2/2012 i Nr DZP/PBS3/2319/2014) oraz Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu w zakończonym w 2015 r. projekcie koordynowanym przez IAEA No 17419 (2012-2015) "Accelerator-based alternatives to non-HEU production of Mo-99/Tc-99m" (Alternatywne metody produkcji Mo-99/Tc-99m w cyklotronie) oraz z grantu europejskiego ENSAR2.

ŚLCJ ma doświadczenie w realizacji dużych krajowych i międzynarodowych programów badawczych uczestnicząc w pracach kilku konsorcjów:

**EAGLE** – ŚLCJ jest koordynatorem współpracy 7 polskich i 6 europejskich instytucji akademickich i naukowych prowadzącej badania struktury jąder atomowych metodami spektroskopii promieniowania gamma. Wykorzystywany jest w tym celu wielodetektorowy spektrometr promieniowania gamma EAGLE w ramach projektów:

- **POLONEZ 1:** dr Mansi Saxena  
Exploring Nuclear Structure of nuclei in the vicinity of  $Z = 50$  closed shell using Coulomb Excitation technique  
2016-2018  
735 064 PLN
- **FUGA 5:** dr inż. Magdalena Matejska-Minda  
Wyznaczanie kształtów jąder atomowych za pomocą wzbudzenia kulombowskiego oraz pomiaru femtosekundowych czasów życia pasm rotacyjnych obsadzanych w reakcjach fuzji-wyparowania  
2014-2017  
481 500 PLN
- **HARMONIA 5** dr Julian Srebrny  
Eksperymentalna identyfikacja egzotycznych struktur jądrowych - wykorzystanie układu EAGLE we współpracy z europejskimi ośrodkami fizyki jądrowej  
2014-2017  
1 941 000 PLN

Współpraca z **European Gamma-Ray Spectroscopy pool** (GAMMAPOOL), administrującym wysokowydajnymi detektorami HpGe z układu EUROBALL. W wyniku konkursu ŚLCJ uzyskał prawo do korzystania z tych detektorów w latach 2017-2019. Jednocześnie wysoki standard Pracowni Detektorów Germanowych ŚLCJ UW był jedną z podstaw uznania ŚLCJ jako tzw. Home Base dla tych detektorów co najmniej do roku 2020.

**ENSAR2** – konsorcjum 30 europejskich ośrodków badawczych koordynowane przez GANIL z Francji a zawiązane w celu realizacji projektu 654002 — ENSAR2 w ramach programu HORIZON2020-Infrastructures. Celem projektu jest udostępnienie europejskiej infrastruktury badawczej (w tym cyklotronu U-200P) do wspólnych badań w obszarze fizyki jądrowej niskich energii.

- **HORIZON2020: ENSAR2 - Europejskie Badania w Fizyce Jądrowej i ich Aplikacje 2**  
2016-2020  
337 945,00 EUR  
MNiSW Premia na horyzoncie:  
288 131 PLN

**COPIN** - konsorcjum, którego celem jest długoterminowa współpraca z IN2P3 (Francja) w ramach współpracy międzyrządowej z Francją. Projekt jest koordynowany przez Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. W ramach tej współpracy w ŚLCJ realizowano w 2016 roku 4 projekty badawcze.

**COPIGAL** – tzw. stowarzyszone laboratorium europejskie (LEA) utworzone przez konsorcjum COPIN (w tym ŚLCJ) oraz CNRS, GANIL i CEA (Francja), realizujące m.in. projekt NCN-Harmonia4 „*Badania struktury jąder atomowych w niedostępnych dotąd obszarach mapy nuklidów z zastosowaniem wiązek radioaktywnych oraz technik detekcyjnych najnowszej generacji*”, w którym ŚLCJ wykonywało 4 zadania.

**POLITA** – porozumienie między konsorcjum COPIN a INFN (Włochy) realizujące m.in. program NCN-Harmonia6 „*Badania jąder atomowych i procesów jądrowych w niedostępnych dotychczas obszarach spinu, izospinu i energii wzbudzenia z zastosowaniem technik detekcyjnych i akceleracyjnych najnowszej generacji*”, w ramach którego ŚLCJ realizowało 3 zadania badawcze.

**Polska@ISOLDE** - konsorcjum 5 polskich instytucji badawczych koordynowane przez Wydział Fizyki UW utworzone w celu prowadzenia badań w laboratorium wiązek radioaktywnych ISOLDE funkcjonującym w ramach i na terenie Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN pod Genewą (Szwajcaria). Konsorcjum uzyskało finansowanie dostępu do infrastruktury CERN-ISOLDE w ramach projektu NCN-HARMONIA7 „*Badania nuklidów z wykorzystaniem wiązek*

*radioaktywnych w laboratorium CERN-ISOLDE”.*

**NLC** (Narodowe Laboratorium Cyklotronowe) - konsorcjum ŚLCJ UW i IFJ PAN oferujące unikalną w Polsce infrastrukturę naukowo-badawczą. Połączone ośrodki dysponują wiązkami protonów i ciężkich jonów do badań w zakresie fizyki jądrowej i medycyny nuklearnej.

**PET-SKAND** – konsorcjum koordynowane przez IChTJ z udziałem ŚLCJ UW i NCBJ-POLATOM dla realizacji wspólnego projektu „*Otrzymywanie radiofarmaceutyków opartych na radionuklidach skandu dla pozytonowej tomografii emisyjnej*”, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz WP15 europejskiego projektu ENSAR2.

- **NCBiR:** PET-SKAND

Otrzymywanie radiofarmaceutyków opartych na radionuklidach skandu dla pozytonowej tomografii emisyjnej

2015-2018

2 635 400 PLN

**ALTECH** – konsorcjum koordynowane przez NCBJ-POLATOM z udziałem ŚLCJ UW i IChTJ dla realizacji wspólnego projektu „*Alternatywne metody produkcji technetu-99m*”

- **NCBiR:** ALTECH

Alternatywne metody produkcji technetu-99m

2012-2016

3 457 364 PLN

**ERANET-NUPNET** – w ramach projektu europejskiego zrealizowano:

- **NCBiR:** GANAS – Detekcja promieniowania gamma przy zastosowaniu nowoczesnych scyntylatorów (ERA-NET NUPNET)

2012-2015

394 360 PLN

- **NCBiR:** EMILIE – Zwiększenie stanu ładunkowego krótkożyciowych izotopów dla EURISOL (ERA-NET NUPNET)

2012-2015

698 017 PLN

**CERAD-** konsorcjum wykorzystania nowego akceleratora cząstek lekkich do zastosowań medycznych, budowanego w NCBJ w Świerku w ramach programu EU Inteligentny Rozwój 2014-2020; Priorytet IV: Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego. Budowa będzie zakończona

ok. 2021 r.

Projekty inwestycyjne:

**2004**

Decyzja: 4974/IA-IB/115/2004

IB-160/2004 „Adaptacja pomieszczeń dla cyklotronu i radiochemii Warszawskiego Ośrodka Tomografii Pozytonowej PET”

IA-2046/2004 „Wyposażenie Warszawskiego Ośrodka Tomografii Pozytonowej PET”

10 000 000 PLN

**2005**

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej

Projekt: POL/4/016

“Cyclotron Facility for Positron Emission Tomography Radiopharmaceutical Production”

2 515 024,12 PLN (800 000 USD)

**2007**

Ministerstwo Zdrowia

Umowa nr 4/7/2/2007/1834/3195 z 9.07.2007

Narodowy Program Zwalczania Chorób Nowotworowych

Tomografia Pozytonowa PET - budowa sieci ośrodków PET.

2 000 000 PLN

**2008**

Decyzja 5665/IA/115/2008

Źródło jonów ECR dla Warszawskiego cyklotronu U-200P.

2 550 000 PLN

WKP 1/1.4.3/2/2005/24/144/447/2007/U

Wyposażenie i modernizacja laboratorium innowacyjnych radiofarmaceutyków w Centrum Doskonałości PET.

3 558 409,11 PLN

**2009**

POIG.02.02.00-14-024/08-00

Centrum Badań Przeklinicznych i Technologii (CEPT)

Utworzenie pracowni chemii 11C i 150 CEPT

5 027 492,62 PLN

**2010**

Decyzja: 589/FNiTP/115/2010

Zakup, instalacja i uruchomienie dwóch generatorów wysokiej częstotliwości dla Warszawskiego Cyklotronu U-200P

3 770 000 PLN

Najważniejsze publikacje:

1. S. Y. Mezhevych, A. T. Rudchik, A. A. Rudchik, O. A. Ponkratenko, N. Keeley, K. W. Kemper, M. Mazzocco, K. Rusek and S. B. Sakuta; *Cluster structure of  $^{170}\text{Yb}$* , Phys. Rev. C **95** (2017) 034607.
2. J. Perkowski, J. Andrzejewski, C. Droste, L. Janiak, E. Grodner, S. G. Rohozinski, L. Próchniak, J. Srebrny, J. Samorajczyk-Pyśk, T. Abraham, K. Hadyńska-Klęk, M. Kisieliński, M. Komorowska, M. Kowalczyk, J. Kownacki, T. Marchlewski, J. Mierzejewski, P. Napiorkowski, A. Stolarz, A. Korman and M. Zielińska; *Decay of the  $I_p=8$ - isomeric state in  $^{134}\text{Nd}$  and  $^{184}\text{Pt}$  studied by electron and gamma spectroscopy*, Phys. Rev. C **95** (2017) 014305.
3. K. Szkliniarz, M. Sitarz, J. Jastrzębski, J. Choiński, A. Jakubowski, K. Kapinos, M. Kisieliński, A. Stolarz, A. Trzcińska, J. Wojtkowska and W. Zipper; *Production efficiency and radioisotopic purity of  $^{99m}\text{Tc}$  formed using the  $(p,2n)$  reaction on a highly enriched  $^{100}\text{Mo}$  target*, Mod. Phys. Lett. A **32** (2017) 1740012.
4. D. T. Doherty, J. M. Allmond, R. V. F. Janssens, W. Korten, S. Zhu, M. Zielińska, D. C. Radford, A. D. Ayangeakaa, B. Bucher, J. C. Batchelder, C. W. Beausang, C. Campbell, M. P. Carpenter, D. Cline, H. L. Crawford, H. M. David, J. P. Delaroche, C. Dickerson, P. Fallon, A. Galindo-Uribarri, F. G. Kondev, J. L. Harker, A. B. Hayes, M. Hendricks, P. Humby, M. Girod, C. J. Gross, M. Klintefjord, K. Kolos, G. J. Lane, T. Lauritsen, J. Libert, A. O. Macchiavelli, P. J. Napiorkowski, E. Padilla-Rodal, R. C. Pardo, W. Reviol, D. G. Sarantites, G. Savard, D. Seweryniak, J. Srebrny, R. Varner, R. Vondrasek, A. Wiens, E. Wilson, J. L. Wood and C. Y. Wu; *Triaxiality near the  $^{110}\text{Ru}$  ground state from Coulomb excitation*, Phys. Lett. B **766** (2017) 334.
5. J. Choiński, J. Jastrzębski, P. J. Napiorkowski, M. Sitarz, A. Stolarz, K. Szkliniarz, A. Trzcińska, J. Wojtkowska, W. Zipper, **Medical Radioisotopes Produced with Cyclotron Beams in Warsaw**, *Ann. Rad. Therapy and Oncology*, (2017),1, 1005.

6. K. Kilian, K. Pyrżyńska and M. Pęgiel; *Comparative Study of Sc(III) Sorption onto Carbon-based Materials*, Solvent Extr. Ion Exch. **35** (2017) 450-459.
7. A. T. Rudchik, A. A. Rudchik, L. M. Muravynets, K. W. Kemper, K. Rusek, E. Piasecki, A. Trzcńska, E. I. Koshchy, V. M. Pirnak, O. A. Ponkratenko, I. Strojek, A. Stolarz, O. V. Herashchenko, Y. M. Stepanenko, V. A. Plujko, S. B. Sakuta, R. Siudak and A. Szczurek; *Elastic and inelastic scattering of  $^{15}\text{N}$  ions by  $^7\text{Li}$  at 81 MeV versus that of  $^{14}\text{N}$  ions by  $^7\text{Li}$  at 80 and 110 MeV*, Nucl. Phys. A **958** (2017) 234.
8. A. Sentkowska, K. Kilian, M. Kopeć, K. Pyrżyńska and L. Cheda; *Ga(III) complex with morin for kidney cancer cell labelling*, Appl. Organomet. Chem. **31** (2017) e3882.
9. E. Clement, M. Zielinska, A. Gorgen, W. Korten, S. Peru, J. Libert, H. Goutte, S. Hilaire, B. Bastin, C. Bauer, A. Blazhev, N. Bree, B. Bruyneel, P. A. Butler, J. Butterworth, P. Delahaye, A. Dijon, D. T. Doherty, A. Ekstrom, C. Fitzpatrick, C. Fransen, G. Georgiev, R. Gernhauser, H. Hess, J. Iwanicki, D. G. Jenkins, A. C. Larsen, J. Ljungvall, R. Lutter, P. Marley, K. Moschner, P. J. Napiorkowski, J. Pakarinen, A. Petts, P. Reiter, T. Renstrom, M. Seidlitz, B. Siebeck, S. Siem, C. Sotty, J. Srebrny, I. Stefanescu, G. M. Tveten, J. V. de Walle, M. Vermeulen, D. Voulot, N. Warr, F. Wenander, A. Wiens, H. D. Witte and K. Wrzosek-Lipska; *Spectroscopic Quadrupole Moments in  $^{96,98}\text{Sr}$ : Evidence for Shape Coexistence in Neutron-Rich Strontium Isotopes at  $N=60$* , Phys. Rev. Lett. **116** (2016) 022701.
10. K. Hadynska-Klek, P. J. Napiorkowski, M. Zielinska, J. Srebrny, A. Maj, F. Azaiez, J. J. V. Dobon, M. Kicinska-Habior, F. Nowacki, H. Naidja, B. Bounthong, T. R. Rodriguez, G. de Angelis, T. Abraham, G. A. Kumar, D. Bazzacco, M. Bellato, D. Bortolato, P. Bednarczyk, G. Benzoni, L. Berti, B. Birkenbach, B. Bruyneel, S. Brambilla, F. Camera, J. Chavas, B. Cederwall, L. Charles, M. Ciemala, P. Cocconi, P. Coleman-Smith, A. Colombo, A. Corsi, F. C. L. Crespi, D. M. Cullen, A. Czermak, P. Desesquelles, D. T. Doherty, B. Dulny, J. Eberth, E. Farnea, B. Fornal, S. Franchoo, A. Gadea, A. Giaz, A. Gottardo, X. Grave, J. Grebosz, A. Gorgen, M. Gulmini, T. Habermann, H. Hess, R. Isocrate, J. Iwanicki, G. Jaworski, D. S. Judson, A. Jungclaus, N. Karkour, M. Kmiecik, D. Karpinski, M. Kisielinski, N. Kondratyev, A. Korichi, M. Komorowska, M. Kowalczyk, W. Korten, M. Krzysiek, G. Lehaut, S. Leoni, J. Ljungvall, A. Lopez-Martens, S. Lunardi, G. Maron, K. Mazurek, R. Menegazzo, D. Mengoni, E. Merchan, W. Meczynski, C. Michelagnoli, J. Mierzejewski, B. Million, S. Myalski, D. R. Napoli, R. Nicolini, M. Niikura, A. Obertelli, S. F. Ozmen, M. Palacz, L. Prochniak, A. Pullia, B. Quintana, G. Rampazzo, F. Recchia, N. Redon, P. Reiter, D. Rosso, K. Rusek, E. Sahin, M.-D. Salsac, P.-A. Soderstrom, I. Stefan, O. Stezowski, J. Styczen, C. Theisen, N. Toniolo, C. A. Ur, V. Vandone, R. Wadsworth, B. Wasilewska, A. Wiens, J. L.

- Wood, K. Wrzosek-Lipska and M. Zieblinski; *Superdeformed and Triaxial States in  $^{42}\text{Ca}$* , Phys. Rev. Lett. **117** (2016) 062501.
11. K. Kilian, M. Pegier, A. Pekal and K. Pyrzynska; *Distribution and separation of metallic and radionuclidic impurities in the production of F-18-fluorodeoxyglucose*, J. Radioanal. Nucl. Chem. **307** (2016) 1037-1043.
  12. K. Kilian, M. Pegier and K. Pyrzyńska; *The fast method of Cu-porphyrin complex synthesis for potential use in positron emission tomography imaging*, Spectrochim. Acta A-Molecular and Biomolecular Spectr. **159** (2016) 123-127.
  13. M. Klintefjord, K. Hadynska-Klek, A. Gorgen, C. Bauer, F. L. B. Garrote, S. Bonig, B. Bounthong, A. Damyanova, J.-P. Delaroche, V. Fedosseev, D. A. Fink, F. Giacoppo, M. Girod, P. Hoff, N. Imai, W. Korten, A.-C. Larsen, J. Libert, R. Lutter, B. A. Marsh, P. L. Molkanov, H. Naidja, P. Napiorkowski, F. Nowacki, J. Pakarinen, E. Rapisarda, P. Reiter, T. Renstrom, S. Rothe, M. D. Seliverstov, B. Siebeck, S. Siem, J. Srebrny, T. Stora, P. Thole, T. G. Tornyi, G. M. Tveten, P. V. Duppen, M. J. Vermeulen, D. Voulot, N. Warr, F. Wenander, H. D. Witte and M. Zielinska; *Structure of low-lying states in  $^{140}\text{Sm}$  studied by Coulomb excitation*, Phys. Rev. C **93** (2016) 054303.
  14. A. T. Rudchik, K. A. Chercas, K. W. Kemper, K. Rusek, A. A. Rudchik, O. V. Herashchenko, E. I. Koshchy, V. M. Pirnak, E. Piasecki, A. Trzcinska, S. B. Sakuta, R. Siudak, I. Strojek, A. Stolarz, A. P. Ilyin, O. A. Ponkratenko, Y. M. Stepanenko, Y. O. Shyrma, A. Szczurek and V. V. Uleshchenko; *Elastic and inelastic scattering of  $^{15}\text{N}$  ions by  $^{9}\text{Be}$  at 84 MeV*, Nucl. Phys. A **947** (2016) 161.
  15. K. Szkliniarz, M. Sitarz, R. Walczak, J. Jastrzebski, A. Bilewicz, J. Choinski, A. Jakubowski, A. Majkowska, A. Stolarz, A. Trzcinska and W. Zipper; *Production of medical Sc radioisotopes with an alpha particle beam*, Appl. Radiat. Isot. **118** (2016) 182--189.
  16. A. Trzcinska, E. Piasecki, A. Amar, W. Czarnacki, N. Keeley, M. Kisielinski, S. Kliczewski, M. Kowalczyk, B. Lommel, M. Mutterer, R. Siudak, A. Stolarz, I. Strojek, G. Tiourin and W. H. Trzaska; *Examination of the influence of transfer channels on the barrier height distribution: Scattering of  $^{20}\text{Ne}$  on  $^{58}\text{Ni}$ ,  $^{60}\text{Ni}$ , and  $^{61}\text{Ni}$  at near-barrier energies*, Phys. Rev. C **93** (2016) 054604.
  17. F. L. B. Garrote, A. Gorgen, J. Mierzejewski, C. Mihai, J. P. Delaroche, M. Girod, J. Libert, E. Sahin, J. Srebrny, T. Abraham, T. K. Eriksen, F. Giacoppo, T. W. Hagen, M. Kisieliński, M. Klintefjord, M. Komorowska, M. Kowalczyk, A. C. Larsen, T. Marchlewski, I. O. Mitu, S. Pascu, S. Siem, A. Stolarz and T. G. Tornyi; *Lifetime measurement for the  $2^+_{-1}$  state in*

- $^{140}\text{Sm}$  and the onset of collectivity in neutron-deficient  $\text{Sm}$  isotopes**, Phys. Rev. C **92** (2015) 024317.
18. U. Kaźmierczak, D. Banaś, J. Braziewicz, J. Czub, M. Jaskóła, A. Korman, M. Kruszewski, A. Lankoff, H. Lisowska, A. Malinowska, T. St, epkowski, Z. Szepliński and M. Wojewódzka; *Dosimetry in radiobiological studies with the heavy ion beam of the Warsaw cyclotron*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B **365** (2015) 404-408.
19. N. Keeley, K. W. Kemper and K. Rusek; *Strong multistep interference effects in  $^{12}\text{C}(d, p)$  to the  $9/2^+_{-1}$  state in  $^{13}\text{C}$* , Phys. Rev. C **92** (2015) 054618.
20. A. J. Kordyasz, N. L. Neindre, M. Parlog, G. Casini, R. Bougault, G. Poggi, A. Bednarek, M. Kowalczyk, O. Lopez, Y. Merrer, E. Vient, J. D. Frankland, E. Bonnet, A. Chbihi, D. Gruyer, B. Borderie, G. Ademard, P. Edelbruck, M. F. Rivet, F. Salomon, M. Bini, S. Valdre, E. Scarlini, G. Pasquali, G. Pastore, S. Piantelli, A. Stefanini, A. Olmi, S. Barlini, A. Boiano, E. Rosato, A. Meoli, A. Ordine, G. Spadaccini, G. Tortone, M. Vigilante, E. Vanzanella, M. Bruno, S. Serra, L. Morelli, M. Guerzoni, R. Alba, D. Santonocito, C. Maiolino, M. Cinausero, F. Gramegna, T. Marchi, T. Kozik, P. Kulig, T. Twarog, Z. Sosin, K. Gasior, A. Grzeszczuk, W. Zipper, J. Sarnecki, D. Lipinski, H. Wodzinska, A. Brzozowski, M. Teodorczyk, M. Gajewski, A. Zaqojski, K. Krzyzak, K. J. Tarasiuk, Z. Khabanowa and L. Kordyasz; *Low-temperature technique of thin silicon ion implanted epitaxial detectors*, Eur. Phys. J. A **51** (2015) 15.
21. A. T. Rudchik, O. V. Herashchenko, K. W. Kemper, K. Rusek, S. Kliczewski, K. A. Chercas, A. A. Rudchik, E. I. Koshchy, V. M. Pirnak, E. Piasecki, A. Trzcinska, S. B. Sakuta, R. Siudak, I. Strojek, A. Stolarz, A. O. Barabash, A. P. Ilyin, O. A. Ponkratenko, Y. M. Stepanenko, Y. O. Shyrma, V. V. Uleshchenko, J. Choiński and A. Szczurek;  *$^{15}\text{N}$  elastic and inelastic scattering by  $^{11}\text{B}$  at 84 MeV*, Nucl. Phys. A **939** (2015) 1.
22. A. T. Rudchik, O. V. Herashchenko, K. W. Kemper, K. Rusek, S. Kliczewski, K. A. Chercas, A. A. Rudchik, E. I. Koshchy, V. M. Pirnak, E. Piasecki, A. Trzcinska, S. B. Sakuta, R. Siudak, I. Strojek, A. Stolarz, S. O. Odzhikovskiy, A. P. Ilyin, O. A. Ponkratenko, Y. M. Stepanenko, Y. O. Shyrma, V. V. Uleshchenko and A. Szczurek; *Elastic and inelastic scattering of  $^{14}\text{N}$  ions by  $^{11}\text{B}$  at 88 MeV versus that of  $^{15}\text{N}$   $^{11}\text{B}$  at 84 MeV*, Nucl. Phys. A **941** (2015) 167.
23. K. Rusek, N. Keeley, K. W. Kemper and A. T. Rudchik; *Effect of the exit reaction channels on  $^6\text{Li}+^{18}\text{O}$  elastic scattering*, Phys. Rev. C **91** (2015) 044612.
24. J. Samorajczyk, M. Klintefjord, C. Droste, A. Gorgen, T. Marchlewski, J. Srebrny, T. Abraham, F. L. B. Garrote, E. Grodner, K. Hadyńska-Klęk, M. Kisieliński, M. Komorowska,



- M. Kowalczyk, J. Kownacki, P. Napiorkowski, R. Szenborn, A. Stolarz, A. Tucholski and G. M. Tveten; *Revised spin values of the 991 keV and 1599 keV levels in  $^{140}\text{Sm}$* , Phys. Rev. C **92** (2015) 044322.
25. A. Stolarz, J. A. Kowalska, P. Jasinski, T. Janiak and J. Samorajczyk; *Molybdenum targets produced by mechanical reshaping*, J. Radioanal. Nucl. Chem. **305** (2015) 947-952.
26. A. Trzcińska, E. Piasecki, K. Hagino, W. Czarnacki, P. Decowski, N. Keeley, M. Kisieliński, P. Koczon, A. Kordyasz, E. Koshchiy, M. Kowalczyk, B. Lommel, A. Stolarz, I. Strojek and K. Zerva; *Quasielastic barrier distributions for the  $^{20}\text{Ne}$   $^{58,60,61}\text{Ni}$  systems: Influence of weak channels*, Phys. Rev. C **92** (2015) 034619
27. J. Perkowski, J. Andrzejewski, Ł. Janiak, J. Samorajczyk, T. Abraham, Ch. Droste, E. Grodner, K. Hadyńska-Klęk, M. Kisieliński, M. Komorowska, M. Kowalczyk, J. Kownacki, J. Mierzejewski, P. Napiorkowski, A. Korman, J. Srebrny, A. Stolarz, and M. Zielińska, **University of Lodz an electron spectrometer—A new conversion-electron spectrometer for “in-beam” measurements**, Review of Scientific Instruments **85** (2014) , 043303
28. L. P. Gaffney, P. A. Butler<sup>1</sup>, M. Scheck, A. B. Hayes, F. Wenander, M. Albers<sup>5</sup>, B. Bastin, C. Bauer, A. Blazhev, S. Bonig, N. Bree, J. Cederkall, T. Chupp, D. Cline, T. E. Cocolios, T. Davinson, H. De Witte, J. Diriken, T. Grahn, A. Herzan, M. Huyse, D. G. Jenkins, D. T. Joss<sup>1</sup>, N. Kesteloot, J. Konki, M. Kowalczyk, Th. Kroll, E. Kwan, R. Lutter, K. Moschner, P. Napiorkowski, J. Pakarinen, M. Pfeiffer, D. Radeck, P. Reiter, K. Reynders, S. V. Rigby<sup>1</sup>, L. M. Robledo, M. Rudigier, S. Sambhi, M. Seidlitz, B. Siebeck, T. Stora, P. Thoele, P. Van Duppen, M. J. Vermeulen, M. von Schmid, D. Voulot, N. Warr, K. Wimmer, K. Wrzosek-Lipska, C. Y. Wu and M. Zielinska, **Studies of pear-shaped nuclei using accelerated radioactive beams**, *Nature* **497** (2013), 199
29. B. Cederwall, F. Ghazi Moradi, T. Bäck, A. Johnson, J. Blomqvist, E. Clément, G. de France, R. Wadsworth, K. Andgren, K. Lagergren, A. Dijon, G. Jaworski, R. Liotta, C. Qi, B. M. Nyako, J. Nyberg, M. Palacz, H. Al-Azri, A. Algora, G. de Angelis, A. Ataç, S. Bhattacharyya, T. Brock, J. R. Brown, P. Davies, A. Di Nitto, Zs. Dombradi, A. Gadea, J. Ga, B. Hadinia, F. Johnston-Theasby, P. Joshi, K. Juhasz, R. Julin, A. Jungclaus, G. Kalinka, S. O. Kara, A. Khaplanov, J. Kownacki, G. La Rana, S. M. Lenzi, J. Molnar, R. Moro, D. R. Napoli, B. S. Nara Singh, A. Persson, F. Recchia, M. Sandzelius, J.-N. Scheurer, G. Sletten, D. Sohler, P.-A. Soderstrom, M. J. Taylor, J. Timar, J. J. Valiente-Dobon, E. Vardaci and S. Williams; **Evidence for a spin-aligned neutron–proton paired phase from the level structure of  $^{92}\text{Pd}$** , *NATURE* **469** (2011), 68

30. J.Mierzejewski, J.Srebrny, H.Mierzejewski, J.Andrzejewski, W.Czarnacki, Ch.Droste, E.Grodner, A.Jakubowski, M.Kisieliński, M.Komorowska, A.Kordyasz, M.Kowalczyk, J.Kownacki, A.A.Pasternak, J.Perkowski, A.Stolarza, M.Zielińska, R.Anczkiewicz, **EAGLE—the central European Array for Gamma Levels Evaluation at the Heavy Ion Laboratory of the University of Warsaw**, Nuclear Instruments and Methods in Physics 659 (2011), 84

Patent:

W roku 2017 Urząd Patentowy udzielił na rzecz Uniwersytetu Warszawskiego patent Nr 227402 na wynalazek „Układ zewnętrznego stanowiska tarczowego”, którego autorami są pracownicy ŚLCJ.

#### **4. Opis zainteresowania realizacją przedsięwzięcia ze strony krajowego i międzynarodowego środowiska naukowo-badawczego i przedsiębiorstw, ze szczególnym uwzględnieniem etapu użytkowania planowanej infrastruktury badawczej**

*W opisie należy uwzględnić w szczególności następujące elementy:*

- podmioty zainteresowane realizacją przedsięwzięcia;
- zasady dostępu do prowadzenia badań naukowych i prac rozwojowych z wykorzystaniem planowanej infrastruktury badawczej dla użytkowników zewnętrznych, w tym zagranicznych;
- plany w zakresie budowy i poszerzenia bazy potencjalnych użytkowników;
- perspektywę udziału ekspertów zewnętrznych, w tym zagranicznych, w formułowaniu założeń naukowych i strategii rozwoju infrastruktury badawczej.

W środowisku fizyków europejskich od kilkunastu lat dostrzegana jest potrzeba zbudowania laboratorium dysponującego szeroką gamą intensywnych wiązek stabilnych ciężkich jonów. Rozbudzone w latach 80-tych XX wieku zainteresowania wiązkami radioaktywnymi zaowocowały powstaniem laboratoriów dysponujących takimi wiązkami, ze szkodą dla wiązek stabilnych. Europejski projekt ECOS zainicjowany przez NuPECC, zakładał budowę takiego ośrodka od podstaw. Jednym z pomysłów na jego realizację był projekt laboratorium LINCE w Hiszpanii. Jednak ze względu na kryzys finansowy w tym kraju nie został on zrealizowany. Tym sposobem otworzyła się szansa na realizację idei ECOS w Polsce. Zainteresowanie tym projektem przejawia cała społeczność europejskich fizyków jądrowych, koordynowanych przez NuPECC. Wybrane zagadnienia związane z koncepcją ECOS są obecnie realizowane w ramach zadania TechIBA, będącego częścią programu ENSAR2.

Niniejszy projekt wpisuje się w ECOS jest więc popierany przez NuPECC. Popiera go również ZIBJ Dubna i Sekcja Fizyki Jądrowej Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Jeśli chodzi o polskie ośrodki naukowe projekt popiera:

- Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, Warszawa,
- Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków,

- Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski, Katowice,
- Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Łódzki, Łódź,
- Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki, Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej, Lublin,
- Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Świerk,
- Instytut Fizyki Jądrowej, Polska Akademia Nauk, Kraków.

Zasady dostępu do laboratorium ŚLCJ@ECOS będą zbliżone do zasad obowiązujących obecnie. Będzie to nadal laboratorium udostępniające posiadaną aparaturę użytkownikom krajowym i zagranicznym na zasadach analogicznych jak podobne, europejskie laboratoria. Wiązka przydzielana będzie na wniosek Międzynarodowego Komitetu Eksperymentów, złożonego z ekspertów powoływanych przez rektora UW na okres czterech lat. Komitet ten będzie rozpatrywał projekty badań naukowych nadsyłanych przez potencjalnych użytkowników i kwalifikował je do realizacji. Udostępnianie aparatury na zasadach komercyjnych instytucjom gospodarczym będzie następowało na drodze negocjacji i zawieranych umów.

ŚLCJ dysponuje bazą użytkowników, która znacznie się poszerzy wskutek zwiększonych możliwości dostarczania wiązek jonów. ŚLCJ@ECOS będzie włączone w sieć europejskich laboratoriów tego typu, będzie więc korzystać także z bazy użytkowników tych laboratoriów. Z tego też powodu w procesie formułowania założeń naukowych i strategii rozwoju będą uczestniczyć eksperci zagraniczni.

##### **5. Opis przewidywanych kosztów związanych z realizacją przedsięwzięcia, także na etapie użytkowania planowanej infrastruktury badawczej, w tym informacja na temat planowanych źródeł finansowania**

*W opisie należy uwzględnić w szczególności następujące elementy:*

- opis kosztów w podziale na koszty o charakterze inwestycyjnym oraz koszty związane z użytkowaniem infrastruktury badawczej, w ujęciu rocznym i całłościowym;
- planowane źródła pokrycia ww. kosztów w perspektywie 3-5 lat, w tym m. in.: środki własne wnioskodawcy, środki finansowe pochodzące z budżetu państwa (w tym funduszy strukturalnych dystrybuowanych w ramach programów operacyjnych), środki finansowe pochodzące z budżetu Unii Europejskiej, inne środki publiczne, wkład prywatny;
- perspektywę odpłatnego wykorzystania planowanej infrastruktury badawczej, w tym do celów gospodarczych, z uwzględnieniem przepisów o pomocy publicznej.

Przewidywane koszty realizacji projektu to 85 mln PLN. Są to koszty związane z zakupem i instalacją akceleratora (cyklotronu ciężkich jonów). Koszty eksploatacji zmodernizowanego ośrodka powinny pozostać na obecnym poziomie, tzn. ok. 10 mln PLN rocznie (łącznie z wynagrodzeniami). Mogą one być nawet zredukowane, bowiem nowy cyklotron będzie bardziej ekonomiczny, jeśli chodzi o zużycie energii i wody. Finansowanie inwestycji będzie wieloletnie i pochodzące z wielu źródeł.

Główny koszt – zakup i instalacja akceleratora – może zostać sfinansowany w ramach decyzji inwestycyjnej lub w ramach programu współpracy Polska-ZIBJ Dubna. Liczymy też na przyszłe programy finansowania nauki przez UE. Budowa i rozwój stanowisk odbywać się będzie w oparciu o granty badawcze, projekty inwestycyjne, a także w ramach współpracy naukowej z innymi ośrodkami badawczymi (wypożyczenie detektorów i instalacji pomiarowych, tak jak w przypadku układów ICARE i EAGLE), a także współpracę z partnerami przemysłowymi.

Przewiduje się, że dla podmiotów gospodarczych wiązka jonów dostarczana będzie na warunkach komercyjnych. Zakładając, iż 30 procent czasu wiązki (2000 godzin rocznie) wykorzystywanych będzie przez te podmioty, może to przynieść budżetowi Laboratorium ok. 4 mln PLN rocznie. Trzeba nadmienić, iż infrastruktura zmodernizowanego laboratorium będzie atrakcyjna także dla zagranicznych firm i międzynarodowych agencji np. European Space Agency (ESA).

## 6. Opis koncepcji naukowo-technicznej realizacji przedsięwzięcia

*W opisie należy uwzględnić w szczególności następujące elementy:*

- przewidywane wyzwania naukowo-techniczne i organizacyjne w trakcie budowy i użytkowania planowanej infrastruktury badawczej;
- najważniejsze ryzyka oraz sposoby ich redukcji;
- harmonogram realizacji zadań w ramach przedsięwzięcia wraz z określeniem najważniejszych etapów oraz tzw. kamieni milowych;
- możliwość wykorzystania w ramach realizacji przedsięwzięcia istniejącego zaplecza badawczego oraz obiektów budowlanych.

Przewidywane wyzwania naukowo-techniczne:

1. zaprojektowanie, w oparciu o posiadane doświadczenie i wiedzę, dedykowanego cyklotronu dla ŚLCJ przyspieszającego jony od He do U z energiami ok. 10 MeV/u i prądach 10  $\mu$ A tak by akcelerator zmieścił się w obecnym bunkrze cyklotronu;
2. przeprowadzenie modelowania pola magnetycznego;
3. przebudowa linii iniekcyjnej uwzględniająca posiadane przez ŚLCJ źródła jonów typu ECR;
4. przebudowa kanału magnetycznego wykorzystywanego do wyprowadzania wiązek jonów z cyklotronu;
5. przekonstruowanie rezonatorów z poziomych na pionowe ze względu na brak dostatecznego miejsca w istniejącym bunkrze.

Przewidywane wyzwania organizacyjne w trakcie budowy:

1. Pozyskanie ewentualnego nabywcy na demontowany cyklotron U-200P;

2. Zorganizowanie transportu związanego z wyprowadzeniem cyklotronu U-200P z obecnego bunkra i wynikająca stąd konieczność zdemontowania jonowodów i stanowisk eksperymentalnych, bo jedyna droga ewakuacji wiedzie przez halę eksperymentów;
3. Konieczność przechowania zdemontowanych jonowodów i stanowisk eksperymentalnych przez okres realizacji nowego cyklotronu;
4. Skoordynowanie prac adaptacyjno-budowlanych z wymogami technicznymi nowego cyklotronu tak, aby po przywiezieniu cyklotronu do Warszawy nie było problemów z podłączeniem mediów i pozostałej infrastruktury;

Przewidywane wyzwania użytkowania planowanej infrastruktury badawczej:

1. Opanowanie użytkowania nowego wyposażenia cyklotronu wraz ze zmodyfikowanymi lub zbudowanymi od nowa instalacjami mediów;
2. Zoptymalizowanie parametrów pracy cyklotronu dla różnych wiązek ciężkich jonów;
3. Zoptymalizowanie parametrów pracy źródeł jonów typu ECR i linii iniekcyjnej dla różnych wiązek ciężkich jonów, aby uzyskać maksymalną transmisję wprowadzania jonów do centrum cyklotronu;
4. Zoptymalizowanie parametrów optyki jonowej zainstalowanej na jonowodach dla różnych wiązek ciężkich jonów;
5. Określenie stref dostępu do infrastruktury badawczej uwzględniającej znaczący wzrost zagrożeń wynikających z występowania silno-prądowych wiązek energetycznych jonów.

Najważniejsze ryzyka oraz sposoby ich redukcji:

1. Finansowanie projektu trwające typowo trzy lata – konieczne jest wydłużenie czasu finansowania projektu. Finansowanie może być rozłożone w czasie i połączone z osiąganymi etapami, ale musi być zapewnione na cały okres realizacji szacowany na 5-8 lat.
2. Nie ma na rynku cyklotronu, który spełniałby realizację zakładanych programów badawczych – podjęcie najszybciej jak tylko projekt znajdzie się na „mapie drogowej” rozmów z potencjalnymi wykonawcami cyklotronu w celu przeprowadzenia wstępnych prac konstrukcyjnych i wyceny ewentualnych alternatywnych rozwiązań.
3. Brak odpowiedniej wytrzymałości istniejącego stropu w pomieszczeniu cyklotronu – przeprowadzenie niezbędnych prac konstrukcyjno-budowlanych.
4. Droga transportu elementów cyklotronu nie ma wystarczającej nośności – natychmiast po uzyskaniu informacji o najcięższym elemencie cyklotronu należy zlecić wykonanie ekspertyzy, co należy zrobić i gdzie, aby umożliwić transport cyklotronu.

5. Problem z uzyskaniem zgód na eksploatację cyklotronu – już na wstępnym etapie budowy cyklotronu podjąć współpracę z PAA w celu uzyskiwania na bieżąco opinii dotyczących zapewnienia bezpiecznej pracy cyklotronu dla ludzi i otoczenia.

### **Harmonogram**

Najważniejsze etapy realizacji przedsięwzięcia wraz z kamieniami milowymi

1. Wejście na „mapę drogową” – punkt zero realizacji projektu
2. Rozmowy z potencjalnymi wykonawcami cyklotronu – w ciągu pierwszego roku
  - zebranie informacji o parametrach technicznych ewentualnych cyklotronów zapewniających realizację programów badawczych przewidzianych do wykonania z pomocą nowego cyklotronu;
  - powrót do rozmów z potencjalnymi producentami w celu wypracowania wymogów na cyklotrony, które pozwoliłyby na ich wstawienie do istniejącego budynku po wykonaniu niezbędnych adaptacji;
  - oszacowanie kosztów budowy cyklotronu wraz z adaptacjami dla każdej wersji;
3. Uzyskanie środków na sfinansowanie pełnej inwestycji – dwa lata na znalezienie źródeł finansowania (koniec drugiego roku realizacji projektu)
4. Przygotowanie dokumentacji przetargowej na cyklotron – pierwsze półrocze trzeciego roku realizacji projektu
5. Ogłoszenie przetargu na cyklotron - drugie półrocze trzeciego roku realizacji projektu
6. Ogłoszenie zwycięzcy przetargu na cyklotron - drugie półrocze trzeciego roku realizacji projektu
7. Realizacja kontraktu na cyklotron – od pierwszego półrocza czwartego roku realizacji projektu i trwa przez ok. pięć lat
  - wytworzenie dokumentacji technicznej cyklotronu;
  - zatwierdzenie dokumentacji przez inwestora;
  - wykonanie podzespołów cyklotronu;
  - transport i montaż cyklotronu w budynku ŚLCJ
  - testy parametrów cyklotronu w tym test SAT;
8. We współpracy ze zwycięzcą przetargu na cyklotron opracowanie wymogów technicznych pod adaptacje i przebudowy istniejących pomieszczeń – drugi/trzeci kwartał czwartego roku realizacji projektu
9. Ogłoszenie przetargu na wykonawcę adaptacji i przebudowań - trzeci kwartał czwartego roku realizacji projektu

10. Ogłoszenie zwycięzcy przetargu na adaptacje i przebudowę pomieszczeń - drugie półrocze czwartego roku realizacji projektu

11. Realizacja kontraktu na przebudowę i adaptację – od drugiego półrocza czwartego roku realizacji projektu i trwa przez ok. trzy lata i trzy kwartały

- wykonanie dokumentacji dla celów uzyskania pozwolenia na budowę przy zachowaniu konsultacji z inwestorem i wykonawcą cyklotronu;
- uzyskanie pozwolenia na budowę;
- wytworzenie dokumentacji wykonawczej;
- zakup koniecznych materiałów i urządzeń w celu adaptacji lub wybudowania nowych instalacji niezbędnych do pracy cyklotronu;
- wykonanie adaptacji i przebudowań zgodnie z zatwierdzoną przez inwestora dokumentacją wykonawczą;
- odbiór prac budowlanych przez inwestora przy współuczestnictwie wykonawcy cyklotronu;

Zakończenie tego etapu adaptacji i przebudowy to pierwszy kwartał ósmego roku realizacji projektu.

12. Koordynowanie współpracy pomiędzy wykonawcą cyklotronu a wykonawcą adaptacji i przebudowań – drugie półrocze czwartego roku realizacji projektu i trwa przez ok. trzy lata i 3 kwartały

13. Demontaż cyklotronu U-200P – czwarty kwartał trzeciego roku realizacji projektu

- poszukanie ośrodka, który zainteresowany byłby nabyciem cyklotronu U-200P począwszy od momentu uzyskania środków na sfinansowanie pełnej inwestycji
- uzyskanie pozwolenia z PAA na demontaż i utylizację cyklotronu
- przygotowanie dokumentacji przetargowej w przypadku większej liczby zainteresowanych
- ogłoszenie przetargu
- wybór zwycięzcy
- demontaż i wywiezienie cyklotronu U-200P

lub w przypadku braku zainteresowanego

- uzyskanie pozwolenia z PAA na demontaż i utylizację cyklotronu
- przygotowanie dokumentacji przetargowej na demontaż cyklotronu
- ogłoszenie przetargu
- wybór firmy demontującej
- demontaż i utylizacja cyklotronu – drugie półrocze czwartego roku realizacji projektu

14. Przejęcie nowego cyklotronu do eksploatacji - drugie półrocze ósmego roku realizacji projektu

Istniejące zaplecze badawcze w postaci dużych stałych elementów infrastruktury:

**EAGLE** to wielodetektorowy układ do pomiarów dyskretnych widm gamma. Laboratorium dysponuje 23 detektorami HPGe oraz 15 osłonami antykomptonowskich z kryształów BGO, które mogą być zainstalowane w układzie EAGLE. W 2015 roku Laboratorium otrzymało decyzję o wypożyczeniu kilkunastu wysokowydajnych detektorów HPGe z European Gamma-Ray Spectroscopy Pool. Detektory te stanowią własność instytutów z Francji, Niemiec, Włoch i Wielkiej Brytanii, a będą wykorzystywane na wiązce cyklotronu U-200P w celu realizacji programu wspólnych pomiarów. Mechanika układu pozwala na instalację do 30 detektorów germanowych w osłonach antykomptonowskich, a także licznych detektorów pomocniczych:

- filtra krotkości, składającego się z 60 detektorów BaF2 pokrywających kąt  $4\pi$ ;
- 30-elementowego detektora krzemowego do detekcji cząstek naładowanych;
- tzw. "komory monachijskiej" - układu detektorów półprzewodnikowych typu PIN dioda służącego do detekcji ciężkich jonów (konstrukcja komory pozwala na instalację do 110 detektorów);
- spektrometru elektronów;
- czterosektorowego polarymetru z HPGe;
- plungera.

Tematy badań prowadzonych z użyciem układu EAGLE i wymienionych detektorów pomocniczych:

- badanie struktury jąder atomowych,
- pomiary stanów o wysokim spinie,
- poszukiwania izomerów,
- pomiary czasów życia stanów jądrowych,
- badania wzbudzeń kulombowskich (badanie kształtów jąder atomowych).

**ICARE** – wielodetektorowy układ detekcji cząstek naładowanych ICARE, sprowadzony do Laboratorium z ośrodka IReS ze Strasburga, Francja w 2006 roku i zainstalowany na linii pomiarowej D. W komorze ICARE o średnicy 1 m zainstalowanych może być do 48 gazowych i półprzewodnikowych teleskopów „E- $\Delta$ E”. Konstrukcja komory pozwala dopasować geometrię ustawienia detektorów w zależności od potrzeb danego pomiaru oraz umożliwia zmianę położenia kąтового części detektorów w trakcie pomiaru bez konieczności otwierania komory. W przyszłości planuje się rozbudowę układu o system pomiaru czasu przelotu (ToF).

Prowadzone i proponowane tematy badań z wykorzystaniem układu ICARE: eksperymenty wymagające dużej precyzji przy identyfikacji i pomiarze energii cząstek naładowanych: badania własności izotopów leżących daleko od ścieżki stabilności produkowanych w reakcjach ciężkojonowych, badania rozkładów wysokości barier na fuzję metodami rozpraszania quasi-



elastycznego, badania deformacji jąder poprzez analizę widm emitowanych lekkich cząstek naładowanych, badania mechanizmów reakcji jądrowych.

**UKŁAD DO EKSPERYMENTÓW Z DZIEDZINY RADIOBIOLOGII**, zainstalowany na linii pomiarowej A. Prowadzone są na nim badania efektów radiobiologicznych po naświetlaniu komórek ciężkimi jonami a także eksperymenty dotyczące nanodozymetrii.

**STANOWISKA NAŚWIETLEŃ MATERIAŁOWYCH** – w Laboratorium istnieją trzy stanowiska do naświetlań:

- stanowisko do naświetlań bezpośrednią wiązką ze źródła ECR,
- komora naświetlań na pierwszym odcinku jonowodu,
- stanowisko do naświetlania wiązką wewnętrzną.

Tematy badań: badania zmian fizyko-chemicznych materiałów w wyniku naświetlania wysokoenergetycznymi cząstkami naładowanymi; produkcja  $^{211}\text{At}$  do badań nad sposobami wytwarzania radiofarmaceutyków znakowanych tym izotopem.

**LABORATORIUM NISKIEGO TŁA** – Pracownia dysponuje 5 detektorami HPGe (typu coaxial, loax, planar) i 3 osłonami ołowianymi o grubości ścian 10 cm z selekcyonowanego ołowiu o niskiej aktywności promieniowania naturalnego.

Tematy badań: badania próbek naświetlonych w akceleratorach, próbek środowiskowych i biologicznych.

W laboratorium niskotłowym badane są też naświetlone próbki z  $^{211}\text{At}$  przed dalszą obróbką w IChiTJ. Celem pomiarów jest ustalenie wydajności produkcji  $^{211}\text{At}$ . Planowane są także pomiary czystości izotopowej produkcji  $^{225}\text{Ac}$ .

Oczywiście trudno jest w tym momencie dokładnie opisać, jaki będzie stan wymienionych urządzeń badawczych i pracujących zespołów za ok. 7-8 lat. Bez wątpienia zgromadzona aparatura, wielkiej wartości materialnej, podlegająca systematycznej modernizacji stanowić będzie tak jak w chwili obecnej główne zaplecze badawcze Laboratorium. Zespoły będą musiały zmieniać swój skład chociażby ze względu na efekt starzenia się, ale istotnym jest, aby posiadane wiedza i doświadczenie mogły być przekazywane do i rozwijane przez nowych członków. Tematyka jest interesująca naukowo przez najbliższe, co najmniej dwie dekady.

Odnosnie obiektów budowlanych należy podkreślić, że nie przewidujemy budowania nowych obiektów na terenie kampusu „Ochota” a jedynie konieczna będzie modernizacja i ewentualnie przebudowa dostosowująca istniejące do nowych wymogów technicznych.

## 7. Opis koncepcji rozwoju współpracy międzynarodowej w ramach przedsięwzięcia

*W opisie należy uwzględnić w szczególności następujące elementy:*

- *możliwość włączenia przedsięwzięcia w struktury międzynarodowe, w szczególności w inicjatywy uznane za strategiczne przez Europejskie Forum Strategii do spraw Infrastruktur Badawczych;*
- *plan rozwoju współpracy międzynarodowej w oparciu o projektowaną infrastrukturę badawczą, w tym opis działań skierowanych na pozyskanie zagranicznej kadry naukowej.*

Jak wspomniano wyżej, niniejszy projekt jest częścią realizacji koncepcji europejskiego konsorcjum ECOS. Jest więc włączony w europejskie struktury. Nie należy jednak oczekiwać, iż uznany on zostanie za strategiczny przez ESFRI. Będzie on w większym stopniu niż obecne ŚLCJ uczestniczyć w rozwoju międzynarodowej współpracy naukowej, a międzynarodowe podmioty gospodarcze będą zainteresowane wykorzystywaniem jego możliwości.

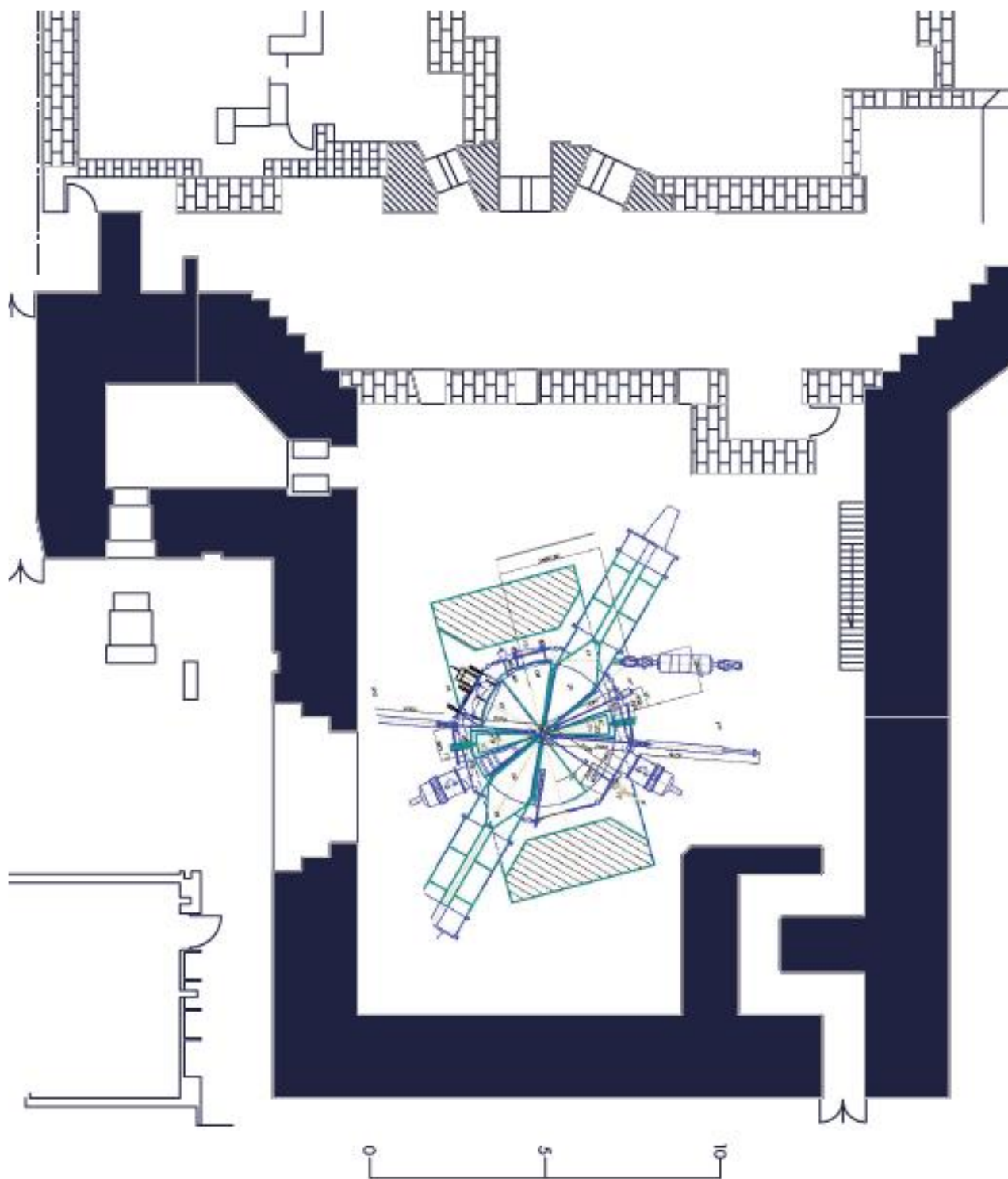
Laboratorium występuje w następujących kluczowych dokumentach organizacji międzynarodowych:

1. NuPECC Long Range Plan 2017, Perspectives in Nuclear Physics, p. 27;
2. NuPIA Opening-up of nuclear Physics Laboratories to the industrial sector; ENSAR2 document.

Oczekujemy, iż podwyższenie natężenia przyspieszanych wiązek oraz ich dywersyfikacja spowoduje jeszcze liczniejszą niż obecnie liczbę zgłoszeń proponowanych eksperymentów zarówno ze strony krajowych, jak i zagranicznych użytkowników. W szczególności oczekiwana niezawodność naszej nowej maszyny jak i znacznie powiększone możliwości eksperymentalne upoważnią nasz ośrodek do zgłaszania możliwości podejmowania na określone serie pomiarowe bardzo rozbudowanej, ale przemieszczającej się europejskiej aparatury detekcyjnej (takiej jak zestaw detektorów AGATA). Już obecnie takie możliwości wykorzystujemy, prowadząc u nas eksperymenty z detektorami należącymi do konsorcjum GAMMAPOOL, przewidujemy rozszerzenie takiej współpracy na inne, bardziej zaawansowane zestawy eksperymentalne.

Ważnym aspektem rozszerzania współpracy międzynarodowej jest możliwość finansowania pobytów naukowców zagranicznych. I na tym polu mamy już niezłe doświadczenie: w ramach projektu ENSAR2 nasze Laboratorium otrzymuje finansowanie tzw. TNA-Transnational Access, opłacające pobyty gości zagranicznych wykonujących badania na naszym akceleratorze. Przewidujemy, że wysokość tego finansowania znacznie wzrośnie w odpowiednim projekcie europejskim, gdy uruchomiony już będzie nasz nowy akcelerator.

**8. Inne ważne informacje niezbędne do oceny wniosku (nie więcej niż 2 strony)**



Przykładowe ustawienie cyklotronu DC-280 w obecnym bunkrze akceleratora U-200P.



Caen, June 11, 2018

**Prof. Krzysztof Rusek**  
**Director of SLCJ**  
**Warszawa**

Dear Krzysztof,

With this letter I would like to express a strong support of NuPECC for the new initiative ŚLCJ@ECOS which is proposed for the new edition of roadmap of research infrastructures in Poland. This initiative is directly in line with the recently published NuPECC Long Range Plan in Nuclear Physics <http://www.nupecc.org/lrp2016/Documents/lrp2017.pdf> and the ECOS initiative <http://www.nupecc.org/index.php?display=ecos/ecos>. The proposed construction of a new high-intensity accelerator in Warsaw would open exciting new possibilities for research in fundamental nuclear physics (ex. study of Super Heavy Elements) and in numerous, in particular medical applications. The ŚLCJ@ECOS will allow hosting the most advanced detection systems (ex. AGATA, PARIS and NEDA) developed by international consortia and used today at other European infrastructures. This ambitious project will also reinforce the position of Polish nuclear physics community in Europe and largely increase capabilities of training of young researchers and engineers in Poland.

Sincerely yours,

Prof. Marek Lewitowicz  
NuPECC Chair  
GANIL, Caen, France

NuPECC is an Expert Board of the European Science Foundation  
Scientific Secretariat: Dr. Gabriele-Elisabeth Körner  
c/o Physikdepartment E12 der Technischen Universität München, D-85748 Garching  
Tel.: +49 89 2891 2293; +49 172 89 15 011, Fax: +49 89 2891 2298, e-mail: [sissy.koerner@ph.tum.de](mailto:sissy.koerner@ph.tum.de)



**9. Imię i nazwisko, numer telefonu i adres e-mail osoby odpowiedzialnej za sporządzenie wniosku**

Krzysztof Rusek, +48 (22) 55 46 342, [rusek@slcj.uw.edu.pl](mailto:rusek@slcj.uw.edu.pl)

**Data sporządzenia wniosku:**

12 / 06 / 2018 r.