



SOLARIS
NARODOWE CENTRUM
PROMIENIOWANIA
SYNCHROTRONOWEGO



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

**Centrum
SOLARIS**
2023—2024

Publikacja przygotowana przez członków zespołu Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS. Autorzy i redaktorzy rozdziałów:

The publication prepared by the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre team members:

The authors and editors of the chapters:

Lulu Alluhaibi, Piotr Andryszczak, Edyta Beyer, Artur Biela, Mirosław Burzyński, Marcin Brzyski, Dagmara Chylewska-Olech, Agnieszka Cudek, Michał Fałowski, Grzegorz Gazdowicz, Sebastian Glatt, Mikołaj Gołuński, Krzysztof Guła, Josef Hormes, Paulina Indyka, Weronika Janus, Jacek Kołodziej, Katarzyna Kopeć, Paweł Korecki, Karolina Kosowska, Wiktor Kotlarz, Joanna Kowalik, Andrzej Kulka, Danuta Liberda-Matyja, Henning Lichtenberg, Wiktoria Lipińska, Julia Maksymiuk, Andrzej Marendziak, Krzysztof Matlak, Alexey Maximenko, Paweł Nita, Natalia Olszowska, Artur Osyczka, Paweł Pająk, Patrycja Pakońska, Roman Panaś, Magda Parlińska-Wojtan, Ewa Partyka-Jankowska, Paweł Pęczkowski, Michał Piekarski, Marcel Piszak, Piotr Piwowarczyk, Justyna Płotek, Alexander Prange, Magdalena Pypka, Michał Rawski, Sandra Ruiz-Gomez, Agata Sabik, Oskar Siemianowski, Marcin Sikora, Joanna Sławek, Andrzej Sławek, Tomasz Sobol, Katarzyna Sowa, Mateusz Szczepaniak, Jakub Szlachetko, Adriana Wawrzyniak, Barbara Wolanin, Tomasz Wróbel, Ireneusz Zadworny, Marcin Zając, Dōra Zalka, Natalia Zapart, Krzysztof Zieliński, Magdalena Żychowska.

W publikacji wykorzystano abstrakty badań, których autorami są Użytkownicy infrastruktury badawczej Centrum SOLARIS oraz innych synchrotronów.

Research abstracts prepared by the SOLARIS and other facilities Users were used in the publication.

Główny edytor:

Lead editor:

Agnieszka Cudek

Copyright Uniwersytet Jagielloński

Tłumaczenie i korekta wersji anglojęzycznej:

English correction:

Biuro Tłumaczeń Alingua Sp. z o.o.

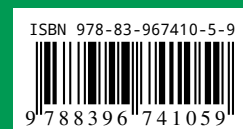
Projekt graficzny i skład raportu:

Graphic design and DTP:

Pracownia Register

ISBN 978-83-967410-5-9

Kraków 2025



Spis treści

Wstęp 5

Największe centrum badawcze w kraju 8

CZĘŚĆ 1

INFRASTRUKTURA BADAWCZA SOLARIS

Infrastruktura badawcza SOLARIS 14

Linia badawcza URANOS 17

Linia badawcza PIRX 21

Linia badawcza DEMETER 25

Linia badawcza PHELIX 29

Linia badawcza ASTRA 33

Linia badawcza POLYX 38

Linia badawcza CIRI 42

Linia badawcza ARYA 46

Linia badawcza SMAUG 48

Kriomikroskopia elektronowa SOLARIS 50

CZĘŚĆ 2

UŻYTKOWNICY, NABORY WNIOSKÓW I PUBLIKACJE

Użytkownicy, nabory wniosków

i publikacje 58

Współpraca z zagranicznymi naukowcami 61

Dziedziny naukowe 61

Użytkownicy Centrum SOLARIS

w latach 2023–2024 62

Publikacje w latach 2023–2024 65

Spotkanie użytkowników Centrum SOLARIS 65

CZĘŚĆ 3

SYSTEMY AKCELERATORÓW ORAZ ZADANIA CS IT

Systemy akceleratorów 68

Rozwój i usprawnienia korekcji orbity FOFB 69

Instalacja linii CIRI 70

Rozwój układów wysokiej częstotliwości 71

Rozwój układów diagnostyki i elektroniki 72

Rozbudowa akceleratora liniowego 75

Zadania CS IT 77

Contents

Introduction 5

The largest research centre in the country 8

PART 1

THE SOLARIS RESEARCH INFRASTRUCTURE

SOLARIS research infrastructure 14

URANOS beamline 17

PIRX beamline 21

DEMETER beamline 25

PHELIX beamline 29

ASTRA beamline 33

POLYX beamline 38

CIRI beamline 42

ARYA beamline 46

SMAUG beamline 48

SOLARIS Cryo-EM Facility 50

PART 2

USERS, CALLS FOR APPLICATIONS, AND PUBLICATIONS

Users, calls for applications,

and publications 58

Cooperation with Foreign Scientists 61

Scientific Disciplines 61

SOLARIS User in 2023–2024 62

Publications in 2023–2024 65

SOLARIS Users Meeting 65

PART 3

ACCELERATOR SYSTEMS AND CS IT PROJECTS

Accelerator systems 68

Development and improvement of FOFB correction 69

Installation of the CIRI line 70

Development of high-frequency systems 71

Development of diagnostic and electronic systems 72

Expansion of the linear accelerator 75

CS IT tasks 77

CZĘŚĆ 4

WSPÓŁPRACA KRAJOWA I ZAGRANICZNA

Konsorcja międzynarodowe i współpraca
krajowa 82

Projekty międzynarodowe 87

CZĘŚĆ 5

UPOWSZECHNIANIE NAUKI I WSPÓŁPRACA Z PRZEMYSŁEM

Upowszechnianie nauki 94

Rekordowa liczba odwiedzających i „Ścieżka
Wiedzy SOLARIS” 94

Wydarzenia naukowe i popularnonaukowe 96

Media i komunikacja 97

Społeczna Odpowiedzialność Nauki –
Projekt „Akademia Skilla” 99

Współpraca z przemysłem 100

CZĘŚĆ 6

KALENDARIUM SOLARIS 2023–2024

Kalendarium SOLARIS 2023–2024 104

Kalendarium 2023 104

Kalendarium 2024 112

PART 4

NATIONAL AND INTERNATIONAL COOPERATION

International consortia and national
cooperation 82

International projects 87

PART 5

DISSEMINATION OF SCIENCE AND COOPERATION WITH INDUSTRY

Dissemination of science 94

Record numbers of visitors and the ‘SOLARIS
Knowledge Path’ 94

Scientific and popular science events 96

Media and communication 97

Social Responsibility of Science – ‘Skill Academy’
project 99

Cooperation with Industry 100

PART 6

2023–2024 SOLARIS TIMELINE

2023–2024 SOLARIS timeline 104

Timeline 2023 104

Timeline 2024 112

Wstęp

Szanowni Państwo,

W imieniu zespołu Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS, działającego przy Uniwersytecie Jagiellońskim, składam na Państwa ręce raport z naszej działalności. Gorąco zachęcam do zagłębienia się w zawartość rozdziałów prezentujących różne aspekty aktywności NCPS SOLARIS. Warto podkreślić, że w Centrum obserwujemy dynamiczny wzrost wniosków o dostęp do infrastruktury i jednocześnie staramy się dostarczyć jak największą ilość czasu pomiarowego. W ostatnich dwóch latach otrzymaliśmy ponad 800 wniosków o dostęp, z których mogliśmy zrealizować tylko połowę ze względu na skończoną ilość godzin eksperymentalnych. Warto nadmienić, że tylko w ostatnim roku wydaliśmy ponad 1000 kart tymczasowego dostępu do SOLARIS

Introduction

Dear Sirs,

On behalf of the team at the Jagiellonian University's SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre, I am presenting to you a report on our activities. I strongly encourage you to delve into the content of the chapters presenting various aspects of SOLARIS NSRC activities. It should be emphasised that the Centre is seeing a rapid increase in the number of requests for access to infrastructure, while, at the same time, it is trying to provide as much measurement time as possible. In the last two years, we received more than 800 requests for access, but we were only able to meet half of them, due to the finite number of experimental hours. Furthermore, it should also be mentioned that in the last year alone, we issued more than 1,000 SOLARIS temporary access cards to national and

Dr hab. Jakub Szlachetko, prof. UJ
Dyrektor Narodowego Centrum
Promieniowania Synchrotronowego
SOLARIS.

JU Professor Jakub Szlachetko, PhD,
the Director of the SOLARIS NSRC.

fot./photo: Joanna Kowalik



dla naukowców z kraju i zagranicy. Wychodząc na przeciw wymaganiom środowiska, podjęliśmy decyzję o poszerzeniu serwisu użytkowników o niedziele, co pozwoli zwiększyć ilość czasu badawczego o około 20%. Równolegle, rozwijamy ofertę infrastrukturalną, a jednym z najważniejszych projektów, które udało się nam zakończyć, była budowa nowej części hali eksperymentalnej. Dzięki tej inwestycji zyskaliśmy 2000 m² nowej przestrzeni, która umożliwi stworzenie nowych linii badawczych na czterech portach akceleratora oraz zagospodarowanie przestrzeni dla laboratoriów kriomikroskopii elektronowej oraz laboratoriów preparatyki próbek. W tym okresie zakończyliśmy projekty konstruowania nowych linii eksperymentalnych (POLYX oraz CIRI) oraz kontynuowaliśmy budowę linii ARYA. Jednocześnie rozpoczynaliśmy nowe projekty, jak konstruowanie linii NAP-XPS czy instalacje odzysku helu oraz instalacje fotowoltaiczną, które pozwolą na zwiększenie efektywności ekonomicznej ośrodka.

Jednym z najważniejszych elementów misji NCPS SOLARIS jest realizacja projektów infrastrukturalnych przy współpracy z zewnętrznymi jednostkami. Znakomitym przykładem jest udostępniana od wielu lat stacja badawcza PEEM z Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN na linii DEMETER, inwestycja w linię ASTRA z Hochschule Niederrhein z Niemiec, czy stacja badawcza z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN na linii POLYX. Kolejnym przykładem kontynuacji takiego modelu współpracy jest nowy projekt budowy linii SMAUG, która jest w 100% inwestycją Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, jak również inwestycja Wydziału Chemii UJ, który buduje stację badawczą O-XAS. Dodatkowo w ramach współpracy międzynarodowej rozpoczęliśmy projekt budowy linii badawczej Nano-X, w ramach którego wkład finansowy i rzeczowy pochodzi z Paul Scherrer Institute w Szwajcarii. Warty podkreślenia jest fakt, że wszystkie wymienione linie i stacje badawcze funkcjonują w formie otwartego dostępu dla całego środowiska krajowego, a czas pomiarowy przyznawany jest na podstawie oceny wniosków przez międzynarodową komisję.

international researchers. To meet the demands of the research circles, we have decided to expand the user service to include Sundays, which will increase the amount of beamtime by around 20%. In parallel, we are developing our infrastructure offering, and one of the most important projects we completed was the construction of a new part of the experimental hall. This investment resulted in 2,000 m² of new space, which will enable the creation of new beamlines at the four accelerator ports and the development of space for the Cryo-EM Facility and sample preparation laboratories. During this period, we completed projects to construct new beamlines (POLYX and CIRI) and continued the construction of the ARYA beamline. At the same time, we launched new projects, such as the construction of the NAP-XPS beamline or helium recovery systems and photovoltaic plants, which will allow the centre to increase its economic efficiency.

One of the most important elements of the SOLARIS NSRC mission is the implementation of infrastructure projects in cooperation with external entities. An excellent example of such activities is the PEEM research station from the Institute of Catalysis and Surface Physicochemistry of the Polish Academy of Sciences on the DEMETER beamline, which has been available for many years, the investment in the ASTRA beamline from the Hochschule Niederrhein in Germany, or the end-station from the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences on the POLYX beamline. Another example of the continuation of such a model of cooperation is the new project concerning construction of the SMAUG beamline, an investment fully covered by the Adam Mickiewicz University in Poznań, as well as the investment by the Faculty of Chemistry at the Jagiellonian University, which is building the O-XAS end-station. In addition, as part of international cooperation, we have started a project to build the Nano-X beamline, with financial and in-kind contributions from the Paul Scherrer Institute in Switzerland. It needs to be emphasised that all the aforementioned test beamlines and stations operate as open access

Narodowe Centrum SOLARIS zaczyna odgrywać istotną rolę na arenie międzynarodowej. Koordynowanie projektu NEPHEWS, czy objęcie przewodnictwa w konsorcjum LEAPS (The League of European Accelerator based-Photon Sources) niewątpliwie pozwalają na współdecydowanie o kierunkach rozwoju nauki na szczeblu europejskim. Jednocześnie, kładziemy bardzo duży nacisk na upowszechnianie nauki wykorzystując wszystkie możliwe kanały komunikacji. Uruchomiona ścieżka wiedzy SOLARIS przyjęła ponad 5000 uczniów ze szkół z całej Polski. Natomiast za podsumowanie działalności popularyzatorskiej można uznać operę pt. „Solaris” zrealizowaną przez Teatr Stary i Filharmonię Krakowską w przestrzeni nowej hali, na której gościliśmy ponad 1200 widzów. Wydarzenie odbiło się szerokim echem w świecie kultury i nauki i z pewnością zapisze się na zawsze w historii naszego ośrodka, którego nieustanny rozwój uniemożliwia powtórzenie artystyczno-teatralnego sukcesu w przyszłości.

Ostatnie dwa lata działalności Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS były okresem dynamicznego rozwoju i licznych osiągnięć. Rozbudowa hali eksperymentalnej, uruchomienie nowych linii badawczych oraz współpraca z krajowymi i międzynarodowymi partnerami, zaowocowały znaczącym wzrostem potencjału badawczego Centrum. W najbliższych latach Centrum planuje dalsze inwestycje w infrastrukturę badawczą, w tym rozwój nowych linii eksperymentalnych, ze szczególnym uwzględnieniem potencjału badawczego jak również potencjału technologicznego. Naszym priorytetem pozostaje wdrażanie technologii zwiększających efektywność ekonomiczną ośrodka, a umacnianie współpracy międzynarodowej z pewnością będzie kontynuowane w aspekcie prezydencji Polski w UE jak również prezydencji SOLARIS w konsorcjum LEAPS.

facilities for the entire national community, with the beamtime awarded by an international committee on the basis of the evaluation of applications.

The SOLARIS National Centre is beginning to play an important role on the international stage. Coordinating the NEPHEWS project or taking the lead in the LEAPS consortium (The League of European Accelerator-based-Photon Sources) undoubtedly allow it to participate in setting directions for the scientific development at the European level. At the same time, we place a very strong emphasis on disseminating science using all possible channels of communication. The launched SOLARIS Knowledge Path welcomed more than 5,000 students from schools across Poland. On the other hand, the opera ‘Solaris’, staged in the new hall the Old Theatre and the Krakow Philharmonic with the audience of over 1,200 people, can be perceived as the crowning of our popularisation activities. The event resonated with the cultural and scientific circles and will certainly go down in the history of our centre, whose continuous development makes it impossible to repeat this artistic and theatrical success in the future.

The last two years of the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre operation were a period of robust development and numerous achievements. The expansion of the experimental hall, the launch of new beamlines, and cooperation with national and international partners resulted in a significant increase in the Centre’s research potential. In the coming years, the Centre plans further investments in its research infrastructure, including the development of new beamlines with a particular focus on research potential, as well as technological potential. The implementation of technologies that increase the centre’s economic efficiency remains our priority, while the strengthening of international cooperation will certainly continue in the context of Poland’s EU presidency, as well as SOLARIS’ presidency of the LEAPS consortium.

Największe centrum badawcze w kraju

mgr Agnieszka Cudek

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS działa nieprzerwanie od 2015 roku, będąc jednostką pozawydziałową Uniwersytetu Jagiellońskiego. SOLARIS jest pierwszym w Polsce i dotychczas jedynym w Europie Środkowo-Wschodniej laboratorium oferującym możliwość wykonywania badań z użyciem promieniowania synchrotronowego. Podstawowym celem działania ośrodka jest projektowanie, tworzenie i udostępnianie infrastruktury badawczej krajowemu i zagranicznemu środowisku naukowemu. Instrumentarium Centrum służy badaniom podstawowym i stosowanym w wielu dziedzinach nauki, takich jak: biologia, chemia, fizyka, inżynieria materiałowa, nanotechnologia, medycyna, farmakologia, geologia i krystalografia, a nawet archeologia czy konserwacja zabytków. Eksperymenty prowadzone na synchrotronach dały przyczynek do poznania struktur wielu nowych materiałów, otwierając drogę do ich zastosowań przemysłowych i konsumenckich. Zdobyta wiedza jest wykorzystywana przy projektowaniu wydajniejszych urządzeń elektronicznych, np. procesorów komputerowych i pojemnych nośników danych. Również materiały wykorzystywane do produkcji ogniw słonecznych od lat są przedmiotem eksperymentów w ośrodkach takich jak SOLARIS. Dzięki nim możliwe jest zwiększenie efektywności przetwarzania energii słonecznej w elektryczną. Natomiast badania budowy białek i cząsteczek biologicznych, realizowane przy użyciu dostępnych w SOLARIS technik kriomikroskopii elektronowej, pomagają opracować nowe leki i lepiej poznawać skomplikowane procesy życiowe.

The largest research centre in the country

Agnieszka Cudek, MSc

The SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre has been operating continuously since 2015 as an extra-faculty unit of the Jagiellonian University. SOLARIS is the first in Poland and so far the only laboratory in Central and Eastern Europe offering the possibility for research using synchrotron radiation. The main objective of the Centre is to design, create and make research infrastructure available to the domestic and foreign scientific community. The Centre's instrumentation is used for basic and materials research in many fields of science, such as biology, chemistry, physics, materials engineering, nanotechnology, medicine, pharmacology, geology and crystallography, and even archaeology or preservation of historical heritage objects.

Experiments conducted on synchrotrons contribute to the knowledge of structures of many new materials, paving the way for their use in industrial and consumer applications. The acquired information is used in the design of more efficient electronic devices, such as computer processors and capacious data carriers. Furthermore, experiments on materials used for the production of solar cells have been conducted in centres such as SOLARIS for years. Their results helped to increase the efficiency of solar energy conversion into electricity. On the other hand, studies on the structure of proteins and biological molecules conducted with Electron Microscopy techniques available at the Centre help to develop new drugs and to better understand complex life processes.

Stemming out from the long-term efforts of the Polish scientific community, the project of constructing



Zdjęcie 1. Budynek NCPS SOLARIS po rozbudowie w 2024 roku.

Photo 1. The SOLARIS NSRC building after the expansion of the experimental hall in 2024.

fot./photo: Aleksander Koczur

Dzięki wieloletnim dążeniom krajowego środowiska naukowego, w 2010 roku ówczesny projekt skonstruowania źródła światła trzeciej generacji, zaczął nabierać realnych kształtów. W wyniku bezprecedensowej współpracy ze szwedzkim ośrodkiem synchrotronowym MAX-Lab w Lund, dzięki otrzymanemu

a third-generation light source began to take shape in 2010. Drawing upon the unprecedented cooperation with the Swedish synchrotron centre MAX-Lab in Lund and the innovative synchrotron design we received, we were able to build SOLARIS Centre within five years. It was possible to launch this initiative in



Zdjęcie 2. Zespół Centrum SOLARIS – czerwiec 2024 roku.

Photo 2. The SOLARIS Centre Team – June 2024.

fot./photo: Joanna Kowalik

nowatorskiemu projektowi synchrotronu byliśmy w stanie wybudować w ciągu pięciu lat Narodowe Centrum SOLARIS, którego sercem jest akcelerator kołowy – synchrotron. Podjęcie w 2010 roku inicjatywy budowy było możliwe dzięki dofinansowaniu Unii Europejskiej ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013. Całkowity budżet projektu obejmujący budynek, infrastrukturę techniczną, akceleratory oraz dwie pierwsze linie eksperymentalne, wyniósł 50 milionów euro.

Obecnie do synchrotronu SOLARIS dołączonych jest siedem linii badawczych (URANOS, PIRX,

2010 thanks to the European Regional Development Fund, under the Innovative Economy Operational Programme 2007–2013. The project's total budget, including the building, technical infrastructure, accelerators and the first two beamlines amounted to €50 million.

Seven beamlines are currently attached to the SOLARIS synchrotron (URANOS, PIRX, DEMETER, PHELIX, ASTRA, POLYX and CIRI), with several more under construction – ARYA, SMAUG, Nano-X and XAS&XRD – which are to be ready after 2027. When the planned investments are completed, the experimental hall will have a dozen beamlines running in

DEMETER, PHELIX, ASTRA, POLYX oraz CIRI), kolejne są w fazie budowy – ARYA, SMAUG, Nano-X oraz XAS&XRD – zakłada się, że będą gotowe po 2027 roku. Po zakończeniu planowanych inwestycji, na hali eksperymetalnej równoległe będzie pracować kilkanaście linii badawczych, z około dwudziestoma stanowiskami pomiarowymi. Warto nadmienić, że pod koniec 2023 roku zakończyła się rozbudowa nowej części hali eksperymetalnej, konieczna dla dalszego rozwoju infrastruktury badawczej.

Powiększony budynek umożliwi w przyszłości przede wszystkim uruchomienie czterech kolejnych linii badawczych. Dotychczas swoje miejsce w nowej hali znalazła pracownia kriomikroskopii elektronowej, która zostanie rozbudowana z dwóch do czterech mikroskopów, a także laboratorium przygotowywania próbek, dostępne dla wszystkich użytkowników SOLARIS. Ostatnim już obszarem zlokalizowanym w rozbudowanej hali jest przestrzeń warsztatowa i nowe biura dla powiększającego się zespołu naukowego SOLARIS.

Centrum SOLARIS zatrudnia obecnie ponad 140 osób. Rdzeniem zespołu jest wysoko wykwalifikowana kadra naukowa i inżynierska, złożona z absolwentów najlepszych polskich uczelni (takich jak Uniwersytet Jagielloński, Akademia Górniczo – Hutnicza, Uniwersytet Śląski czy Uniwersytet im. Adama Mickiewicza). Funkcjonowanie Centrum wspierają także wyspecjalizowane sekcje administracyjne, projektowe i odpowiadające za rozpowszechnianie badań synchrotronowych.

Od momentu, gdy w październiku 2018 roku, próg Centrum przekroczyli pierwsi użytkownicy, do chwili obecnej ośrodek odwiedziło blisko 1750 naukowców (w tym 1081 w latach 2023–2024). Przełożyło się to na blisko 30 000 godzin eksperymentów (2023–2024). W trakcie istnienia NCPS SOLARIS powstało 370 publikacji opublikowanych w znakomitych czasopismach naukowych (w tym 164 w latach 2023–2024) takich jak: *Nature*, *Advanced Materials* czy *Nature Catalysis*.

parallel, with about twenty endstations. It should be mentioned that the extension of the new part of the experimental hall, necessary for the further development of the research infrastructure, was completed at the end of 2023.

In particular, the building will enable setting up of four further beamlines. The SOLARIS Cryo-EM Facility, which will be expanded from two to four microscopes, and the sample preparation laboratory, which is open to all SOLARIS users, have found their place in the new hall. And finally, the expanded hall will also house the workshop space and new offices for the growing SOLARIS scientific team.

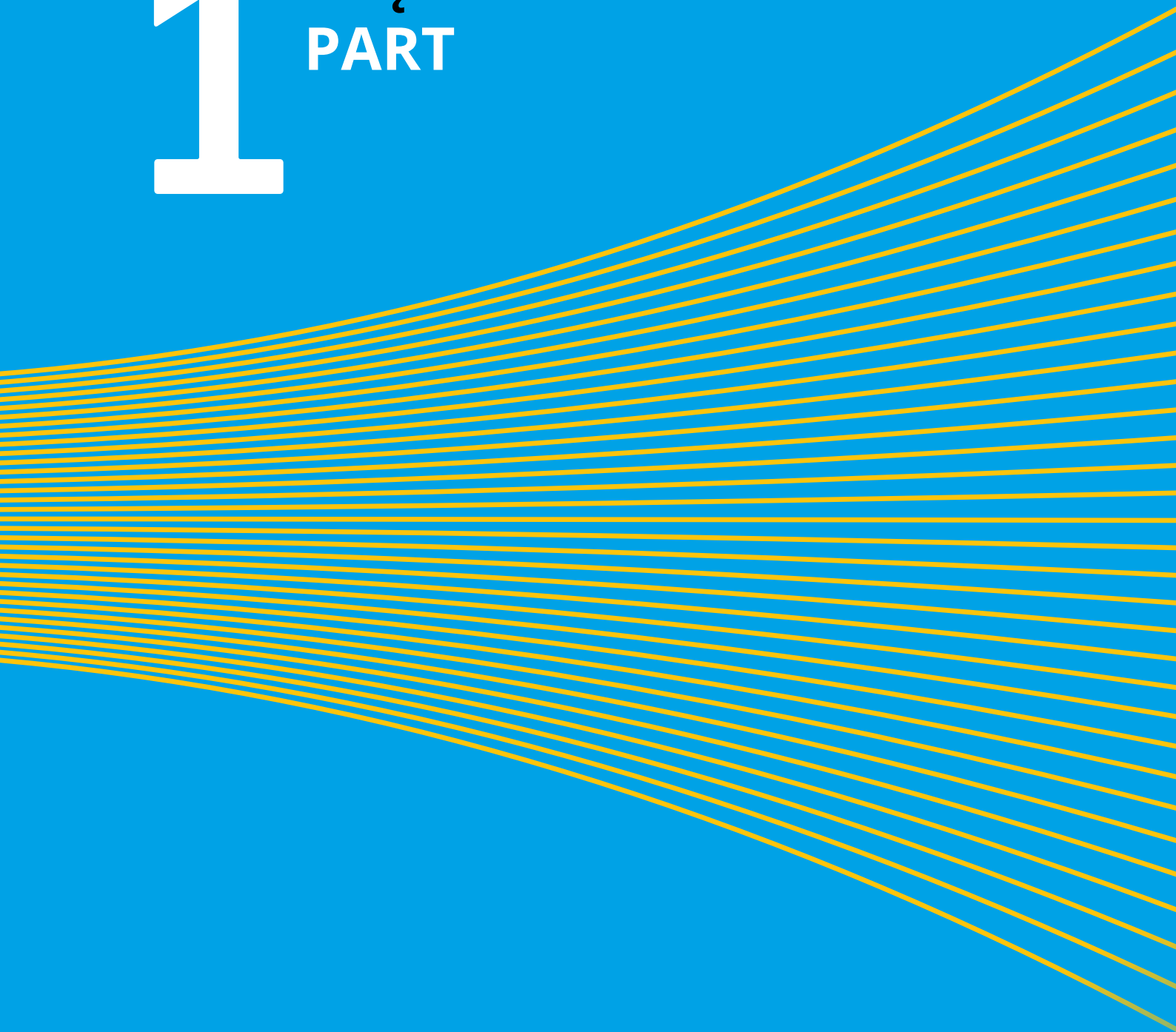
The SOLARIS Centre currently employs over 140 people. The core of the team is formed by highly qualified scientific and engineering staff, composed of graduates of the best Polish universities (such as the Jagiellonian University, the AGH University of Science and Technology, the University of Silesia, or Adam Mickiewicz University). The Centre functioning is also supported by specialised administrative, projects and synchrotron research dissemination sections.

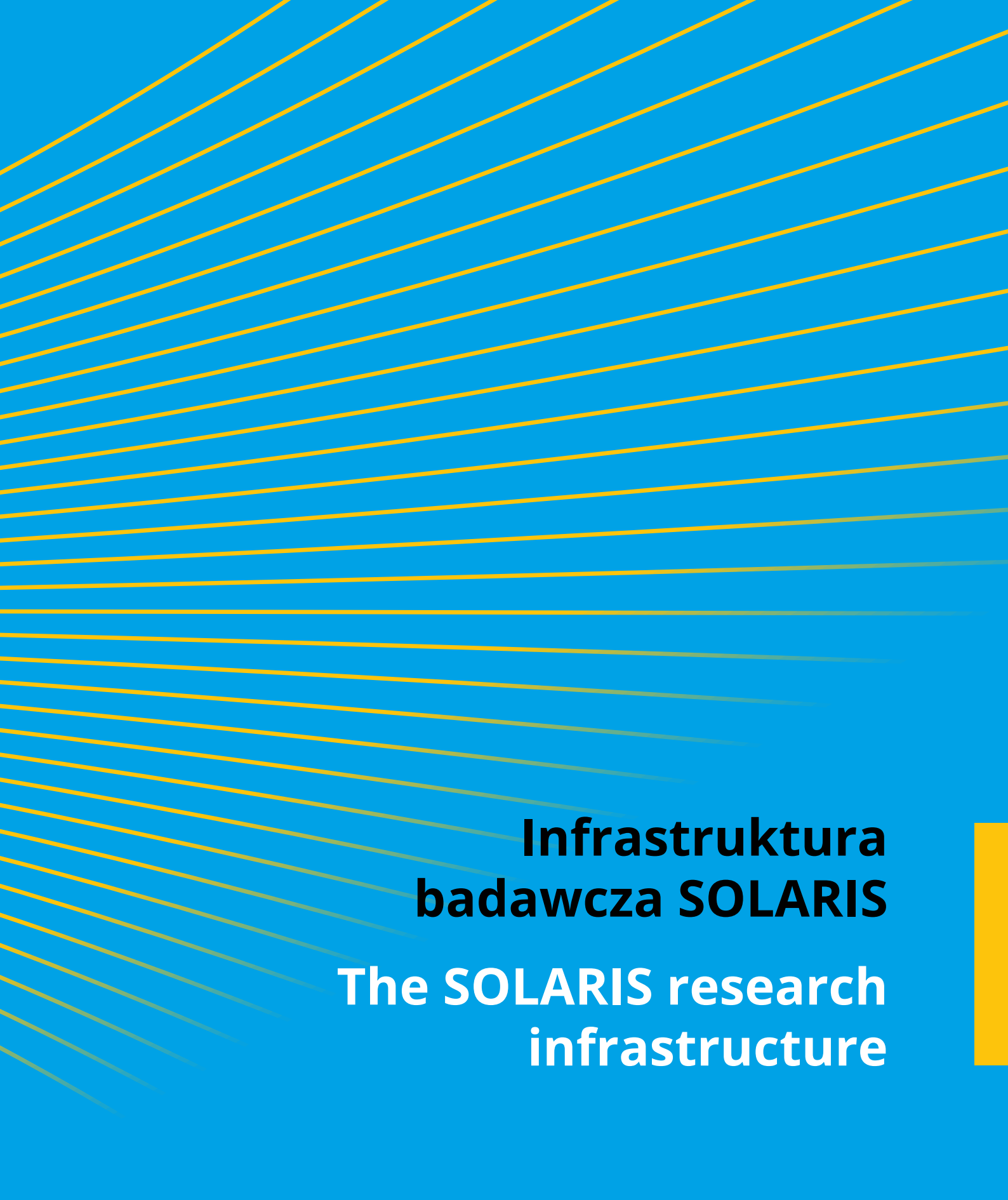
Since the arrival of first users in October 2018, nearly 1750 scientists have visited the Centre (including 1081 in 2023–2024), resulting in approx. 30 000 hours of beamtime (in last two years) and 370 articles published in the best peer-reviewed scientific journals (including 164 in 2023–2024), such as *'Nature'*, *'Advanced Materials'*, or *'Nature Catalysis'*.



1

CZĘŚĆ
PART





**Infrastruktura
badawcza SOLARIS**

**The SOLARIS research
infrastructure**



Infrastruktura badawcza SOLARIS

dr hab. inż. Marcin Sikora, prof. UJ

W latach 2023–2024 Dział Naukowy SOLARIS zrealizował ponad 350 sesji eksperymentalnych, w których uczestniczyło ponad 1000 naukowców z Polski i wielu krajów świata. Liczba stacji eksperymentalnych wzrosła w tym czasie z sześciu do dziesięciu. Zwiększyła się również dostępność ośrodka poprzez wprowadzenie realizacji badań naukowych w schemacie 24/6 (godzin na dobę / dni tygodnia), które od marca 2025 staną się w SOLARIS standardem, podobnie jak w większości wiodących ośrodków synchrotronowych świata. Dzięki temu możliwe jest realizowanie jeszcze bardziej ambitnych eksperymentów naukowych oraz zwiększenie dostępności naszej unikatowej infrastruktury dla szerszego grona użytkowników.

W Centrum SOLARIS badania naukowe są obecnie prowadzone na liniach synchrotronowych: PIRX, URANOS, PHELIX, DEMETER, ASTRA, POLYX i CIRI, wykorzystujących światło w zakresie energii fotonów od 0.0125 eV do 16000 eV. Nowo udostępnione linie synchrotronowe POLYX i CIRI zwiększyły możliwości Centrum w zakresie obrazowania struktury powierzchni i objętościowej, składu pierwiastkowego oraz faz chemicznych z rozdzielczością mikro – i nanometryczną. Ponadto zespół SOLARIS obsługuje dwa kriomikroskopy dedykowane do badań biostrukturalnych.

Dział naukowy SOLARIS nadal prowadzi intensywne prace w zakresie konstrukcji nowych infrastruktur badawczych. W ciągu najbliższych lat planowane jest uruchomienie instalacji odzysku i skraplania helu oraz zespołu laboratoriów wspomagających przygotowanie próbek do badań synchrotronowych. Zaawansowane są również prace nad konstrukcją linii

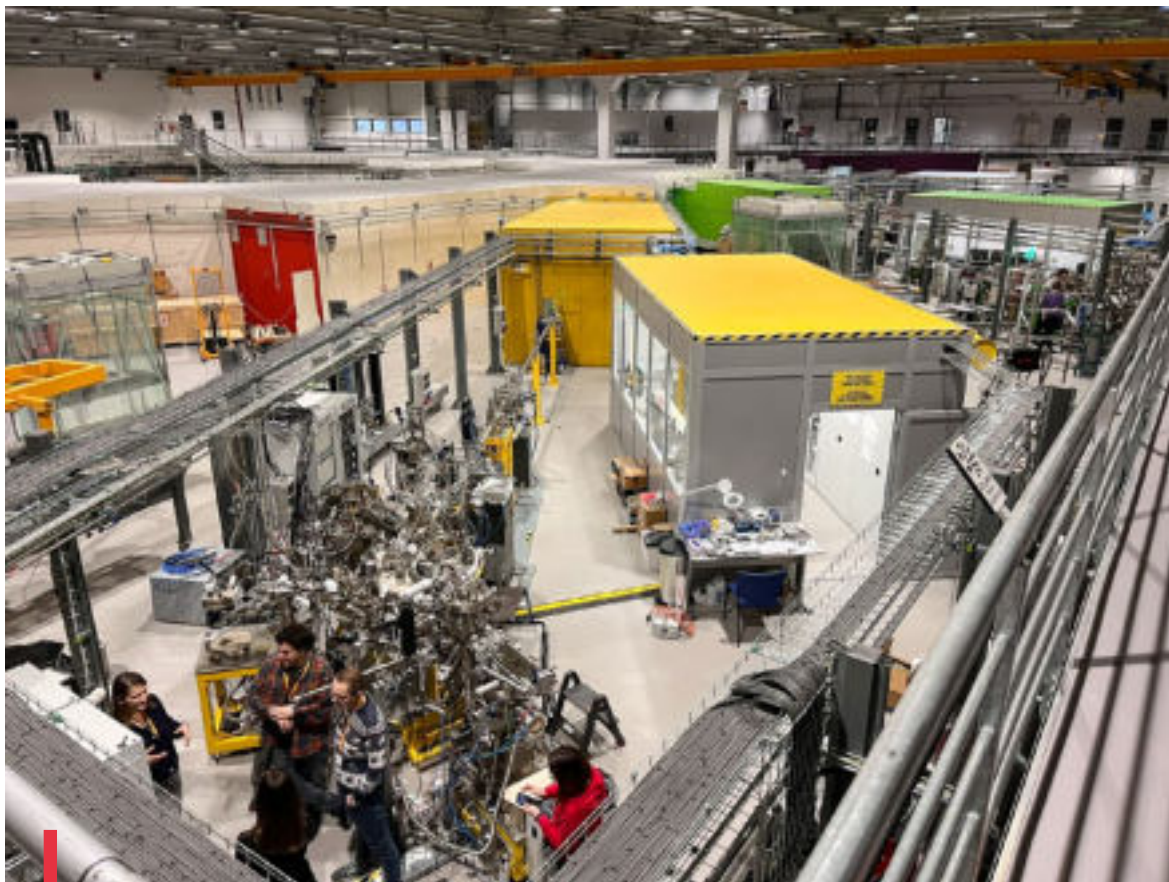
SOLARIS research infrastructure

JU Professor Marcin Sikora, PhD (Eng)

Between 2023 and 2024, the SOLARIS Scientific Department supported more than 350 experiments involving more than 1,000 scientists from Poland and many countries around the world. During that period, the number of end-stations increased from six to ten. The centre's accessibility also increased, with the introduction of 24/6 (hours per day / days per week) pilot operation, which will become standard at SOLARIS starting with March 2025, alike the world's leading synchrotron centres. This enables even more ambitious scientific experiments to be carried out, and makes our unique infrastructure accessible to a wider range of users.

At the SOLARIS Centre, scientific research is currently carried out on synchrotron beamlines PIRX, URANOS, PHELIX, DEMETER, ASTRA, POLYX, and CIRI, using light in the photon energy range from 0.0125 eV to 16000 eV. The recently commissioned POLYX and CIRI beamlines extend the capability of SOLARIS in imaging surface and volumetric structures, elemental composition, and chemical phases with micro – and nanometre resolution. In addition, the SOLARIS team operates two cryo-electron microscopes dedicated to biostructural research.

The SOLARIS scientific department continues intense works on the construction of new research infrastructures. Within the next few years, the Centre is going to incorporate a helium recovery and liquefaction system and a complex of laboratories to support sample preparation for synchrotron research. Works on the construction of the SMAUG and ARYA beamlines that will use hard X-rays for structural



Zdjęcie 1. Użytkownicy infrastruktury pracujący na linii badawczej PHELIX.

Photo 1. Infrastructure users working on the PHELIX beamline.

fot./photo: Joanna Kowalik

SMAUG i ARYA, które będą wykorzystywały twarde promieniowanie rentgenowskie do badań strukturalnych makromolekuł, a także stacji eksperymentalnej NAP-XPS na linii PHELIX. W wyniku bezprecedensowej akcji „Light for Ukraine” zainicjowanej przez konsorcjum LEAPS, w Centrum SOLARIS konstruowana będzie linia Nano-X do badań składu chemicznego i struktury atomowej z wykorzystaniem nanowiązki rentgenowskiej.

W roku 2024 znacznie poszerzył się zakres dostępności do infrastruktury Centrum SOLARIS poprzez dodatkowe możliwości aplikowania o czas pomiarowy

studies of macromolecules, as well as of the NAP-XPS end-station station on the PHELIX beamline, are also well advanced. As a result of the unprecedented ‘Light for Ukraine’ campaign initiated by the LEAPS consortium, a Nano-X beamline will be constructed at the SOLARIS Centre for the studies on chemical composition and atomic structures, using X-ray nanobeam.

In 2024, SOLARIS accessibility was facilitated by introduction of a new TNA schemes offered by the European projects NEPHEWS and RIANA. Moreover, the number of projects submitted through the previously provided channels – two regular calls each

i zwrot kosztów w ramach projektów europejskich NEPHEWS i RIANA, a liczba projektów nadesłanych w ramach dotychczas dostępnych kanałów – po dwa regularne nabory SOLARIS i konsorcjum CERIC oraz nabór ciągły w ramach „szybkiej ścieżki” – przekroczyła 400. Wspierające Centrum międzynarodowe komitety doradcze i recenzenckie podkreślają znaczące podniesienie poziomu merytorycznego projektów badawczych podejmowanych przez użytkowników. Wiele z tych projektów jest bezpośrednio związanych z obszarami, które stanowią główne wyzwania dla naszego społeczeństwa – magazynowania energii i wytwarzania energii odnawialnej, zaawansowanych technologii obliczeniowych i przetwarzania informacji, zdrowej żywności i czystego środowiska, nowych leków i metod diagnostyki chorób cywilizacyjnych.

Ciągły rozwój infrastruktury oraz profesjonalna realizacja eksperymentów z użytkownikami pozwoliły na osiągnięcie wielu przełomowych wyników naukowych – wybrane są prezentowane w ramach szczegółowego opisu poszczególnych infrastruktur.

Będąc dumnymi z dotychczasowego rozwoju Centrum i naszych kompetencji, mamy nadzieję przyciągnąć jeszcze szersze grono badaczy do prowadzenia unikalnych eksperymentów naukowych z wykorzystaniem infrastruktury naukowej SOLARIS.

from SOLARIS and the CERIC consortium and a rolling access via 'rapid proposals' – exceeded 400. The international advisory and review committees supporting the Centre highlight a significant improvements of the level of research projects undertaken by the users. Many of these projects are directly related to areas that represent major challenges for our society – energy storage and renewable energy sources, advanced computing and information processing, healthy food and clean environment, new medicines and diagnostic methods for civilisation diseases.

The continuous development of the infrastructure and the best efforts of our staff and users have led to many scientific breakthroughs. The selected ones are presented within the detailed description of the individual infrastructures.

Being proud of the development of the Centre and our competences to date, we hope to attract an even wider range of researchers to conduct unique scientific experiments at SOLARIS.

Zdjęcie 2. Pracownia Kriomikroskopii Elektronowej SOLARIS.

Photo 2. SOLARIS Cryo-EM Facility.

fot./photo: Joanna Kowalik



Linia badawcza URANOS

*dr Natalia Olszowska,
prof. Jacek Kołodziej*

Linia badawcza URANOS (Ultra Resolved ANgular and spin phOtoelectron Spectroscopy) służy do badań struktury pasmowej ciał stałych techniką kątowo i spinowo-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów (ARPES), przy użyciu fotonów o energii w zakresie od 8eV do 170eV. Linia charakteryzuje się bardzo wysoką rozdzielczością energetyczną, szerokim zakresem temperatur próbki (8-500K), spektralnie czystą, monochromatyczną wiązką fotonów (kontaminacja składowymi harmonicznymi <1%) o dowolnej polaryzacji (poziomej, pionowej, liniowej skośnej, kołowej prawoskrętnej i lewoskrętnej, eliptycznych prawo i lewoskrętnych) w całym zakresie dostępnych energii fotonów. Na stacji końcowej URANOS dostępne są również rozbudowane możliwości przygotowywania próbek in situ. Linia umożliwia pomiary wielowymiarowych, gęstych bloków danych, odpowiadających spinowo-rozdzielczym relacjom dyspersji $E(k)$ w trybach automatycznych programowalnych przez użytkownika.

W ostatnich dwóch latach zmodernizowano stację końcową linii URANOS, poprzez instalację i uruchomienie detektorów spinowych typu 3D VLEED, oddając do dyspozycji naukowcom z całego świata układ badawczy charakteryzujący się optymalną konfiguracją i geometrią pomiaru (ortogonalne ustawienie filtrów spinowych pompowanych przez układ pomp NEG-GETTERS). Ponadto, zaprojektowano i skonstruowano, wraz z firmą Prevac, nowy 6-osiowy manipulator pracujący w ekstremalnie niskich temperaturach (do 2.5K), który obecnie jest w fazie końcowych testów, a jego instalacja planowana jest na lato 2025 oraz zainstalowano komorę z lustrem kierującym niskoenergetyczne promieniowanie dla oddzielnej gałęzi spektroskopii optycznej. Między ostatnim odcinkiem linii badawczej a stacją pomiarową zainstalowano

URANOS beamline

*Natalia Olszowska, PhD,
Professor Jacek Kołodziej, PhD*

The URANOS (Ultra Resolved ANgular and spin phOtoelectron Spectroscopy) beamline is used to study the band structure of solids using the angle and spin-resolved photoelectron spectroscopy (ARPES) technique, with photons of energies ranging from 8eV to 170eV. The beamline advantages include: a very high energy resolution, a wide sample temperature range (8-500K), and a spectrally pure monochromatic photon beam (with harmonic contamination < 1%), with any polarisation (horizontal vertical, skewed linear, left and right circular, left and right elliptic) available in the entire range of available photon energies. The URANOS end-station offers extensive possibilities for sample preparation in situ. The beamline can be used for measurements of the dense multidimensional data sets corresponding to spin-resolved dispersion relations $E(k)$ in user programmed automatic modes.

In the last of two years, the URANOS beamline was upgraded by installing 3D VLEED spin detectors, providing to scientists from all over the world, a Spin-ARPES system characterised by optimal configuration and measurement geometry (orthogonal arrangement of spin filters pumped by the NEG-GETTERS pump system). A new 6-axis manipulator, operating at extremely low temperatures (down to 2.5K), has been designed and constructed together with PREVAC. This device is currently in the final testing phase, and its installation is planned for the summer of 2025. Additionally, a chamber containing the mirror directing low-energy radiation for a separate optical-spectroscopy branch has been installed. Furthermore, a diagnostics IV chamber with differential pumping has been added between the end-station and the last section of the

komorę diagnostyki wiązki IV, wraz z pompowaniem różnicowym, które eliminuje wpływ gazów reszkowych próżni części optycznej linii na stan powierzchni próbki.

Linia URANOS umożliwia szczegółowe i pełne badania struktury pasmowej ciał stałych, dostarczając z eksperymentu kompletne zestawy liczb kwantowych opisujących stany elektronów w kryształach.

optical line, limiting the adverse effects of the vacuum rest gases on the sample surface state.

The URANOS beamline enables the state-of-the-art research of the band structure of solids, with the experiment providing complete sets of quantum numbers describing the states of electrons in the crystal.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
PARAMETER	VALUE
Source	Elliptically polarised undulator (EPU), type APPLE II, quasi-periodic. Magnetic structure period: 120 mm.
Available energy range	Total: 8–500 eV NIM: 8–30 eV PGM: 14–500 eV
Energy resolution $\Delta E/E$	5×10^{-5}
Beam size at sample (H × V)	150 μm × 60 μm / 60 μm × 60 μm (with limited photon flux)
Photon flux at sample	$>5 \times 10^{11}$ photons/s @ 20 000 RP
Polarization	Any: Horizontal and vertical linear, circular (left – and right-hand), elliptical, linear oblique
End station	High-resolution angle-resolved and spin-resolved photoemission spectroscopy – HR-ARPES and SpinARPES
Fields of applications for prospective users	Exact and natural sciences, discipline: physical and chemical sciences, especially solid state physics

Tabela 1. Tabela prezentująca parametry techniczne linii URANOS.

Table 1. A table presenting URANOS beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii URANOS
URANOS beamline highlights

URANOS

→ Temperature dependence of the band structure in the new class of magnetic material – in the altermagnet MnTe.

Authors: Mahdi Hajlaoui, Sunil Wilfred D’Souza, Libor Šmejkal, Dominik Kriegner, Gauthier Krizman, Tetiana Zakusylo, Natalia Olszowska, Ondřej Caha, Jan Michalička, Jaime Sánchez-Barriga, Alberto Marmodoro, Karel Výborný, Arthur Ernst, Mirko Cinchetti, Jan Minar, Tomas Jungwirth, Gunther Springholz

Advanced Materials, April 2024, doi.org/10.1002/adma.202314076

Altermagnets are a family of magnetic materials discovered in the last year (the first theoretical predictions were made in 2022), which are characterised by a spin state dependent on the electron momentum. Unlike antiferromagnets, in which neighboring spin moments cancel each other, in altermagnets the band splitting results from the spatial asymmetry of the spin moments and the electronic structure of the material.

The discussed article in *Advanced Materials* explores the unique properties of altermagnetic (AM) materials. The research focuses on α -MnTe, a representative altermagnet, investigating its behaviour with temperature-dependent angle-resolved photoelectron spectroscopy (ARPES). The study reveals that as the material transitions into its altermagnetic phase with

the decreasing temperature, a valence band splitting emerges. This splitting is aligned with the onset of magnetic order, confirmed by advanced theoretical models involving disordered local moments. This discovery suggests that the strengthening of the altermagnetic order at lower temperatures directly influences the electronic band structure, offering new insights into the relativistic effects in altermagnetic materials. These findings highlight their potential in spintronic applications, providing an alternative to conventional materials by enabling novel functionalities based on symmetry-driven electronic phenomena.

Written by: Natalia Olszowska

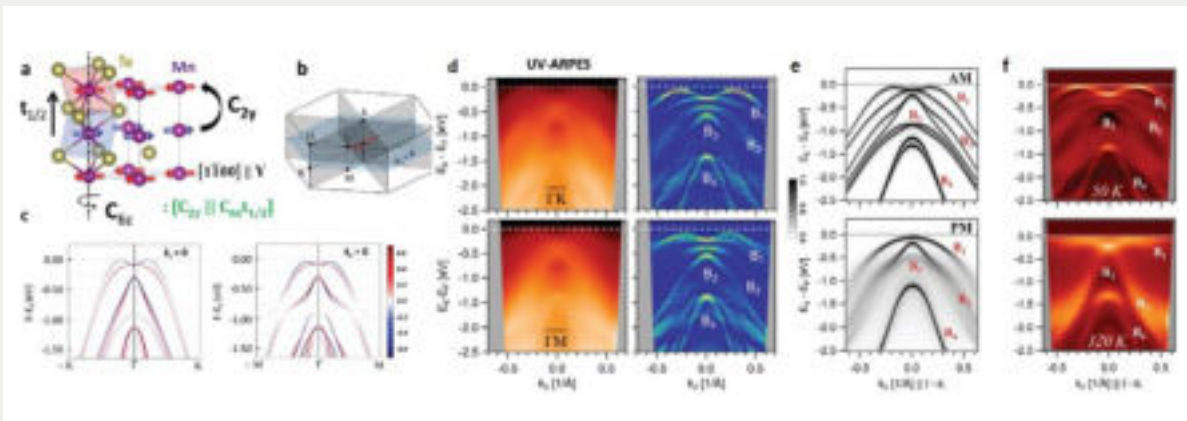


Figure 1. Properties of altermagnetic α -MnTe. a) The altermagnet structure of α -MnTe with opposing spin-sublattices. The Néel vector is oriented along the $[1\bar{1}00]$ direction. b) The bulk Brillouin zone, displaying the four nodal degenerate surfaces (grey and blue planes). c) The electronic structure of altermagnet-MnTe along the ΓK and ΓM directions with spin-orbit coupling, highlighting the spin-polarised states at the $k_z = 0$ plane, with red and blue colours representing spin up and spin down, respectively. d) UVARPES $E(k||)$ band maps and their second derivatives in blue recorded at $h\nu = 21$ eV at 40 K along the ΓK (top) and ΓM (bottom) directions, for which the correspond bulk calculations are shown in fig. 2c. The ARPES maps emergence of three groups of bulk bands B1, B2, B3 each consisting of two spin split bands, and group B4 consisting of four split bands. e) DLM-CPA calculations of the altermagnetic (top) and paramagnetic (bottom) phases, revealing the pronounced difference in the band structure and spin splitting in the AM and PM states. f) Corresponding UV-ARPES maps at 50 and 320 K below and above TN along the ΓK direction (first derivative, $h\nu = 21$ eV).

→ 3D topological semimetal phases of strained α -Sn on insulating substrate.

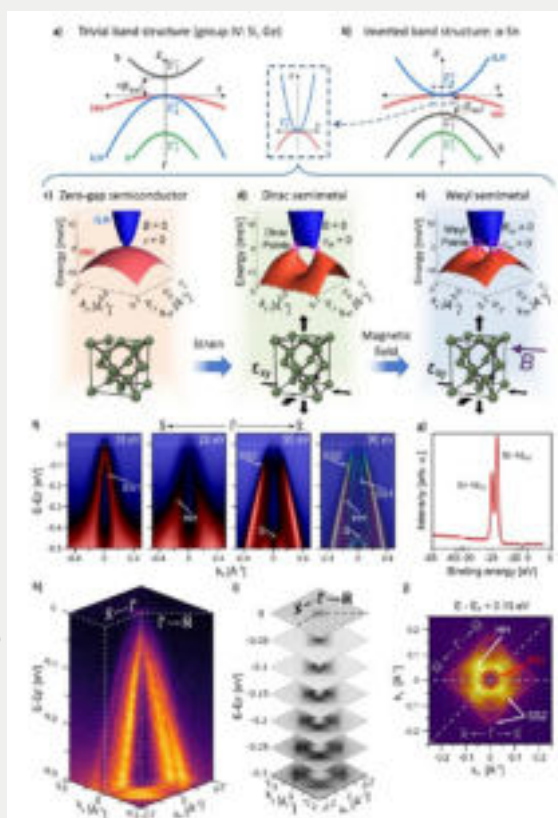
Authors: Jakub Polaczyński, Gauthier Krizman, Alexandr Kazakov, Bartłomiej Turowski, Joaquín Bermejo Ortiz, Rafał Rudniewski, Tomasz Wojciechowski, Piotr Dłużewski, Marta Aleszkiewicz, Wojciech Zaleszczyk, Bogusława Kurowska, Zahir Muhammad, Marcin Rosmus, Natalia Olszowska, Louis-Anne De Vaultier, Yves Guldner, Tomasz Wojtowicz, Valentine V. Volobuev
Materials Today, vol. 75, June 2024, doi.org/10.1016/j.mattod.2024.04.014

Scientists from the MagTop group presented in their article the topological properties of grey tin (α -Sn) under introduced strain, which was epitaxially deposited on hybrid insulating CdTe/GaAs substrates. The band structure and magnetic properties of this material were extensively characterised depending on the induced strain and magnetic field for the presence of the Dirac (DSM) and Weyl (WSM) phases. Magneto-optical studies and photoemission spectroscopy (ARPES) showed the presence of band inversion and linear dispersion near the Fermi level, and the features of topological insulators, such as the Berry (π) phase in Shubnikov-de Haas (SdH) oscillations, were identified. The presence of negative longitudinal magnetoresistance (NLMR) was demonstrated, associated with a chiral anomaly typical of Weyl fermions, and transport measurements confirmed electron mobility reaching 20,000 cm²/Vs, which indicates a high quality of the crystal structure.

Figure 1. (a) A schematic band structure of group-IV semiconductors with diamond crystal structure (Si, Ge) close to the Γ point of the Brillouin zone. The conduction band is formed by s-states, the top valence band is formed by degenerate, p-type light hole (LH) and heavy hole (HH) states. (b) In α -Sn, which has the same crystal structure, k-p interaction switches the curvature of LH and S states and inverts their ordering. The inverted LH (iLH) states now form the conduction band, while the S-states form the lower valence band, with a “negative” gap with respect to Si and Ge. (c-e) The evolution of LH and HH states from zero-gap semiconductor to Dirac semimetal under compressive biaxial strain and to Weyl semimetal under additional external magnetic field. Dirac and Weyl points are marked by pink circles. (f-j) ARPES studies of the 150 nm thick α -Sn epilayer grown on (001) CdTe/GaAs substrate. (f) ARPES images at various photon energies; Dirac-like surface states (SS1), Dyakonov-Khaetski states (SS2), bulk states (HH and S) are marked accordingly. (g) The core-level spectrum of the film, (h) The 3D ARPES map, and (i) corresponding constant energy contours ($E_{\text{ph}} = 20$ eV). (j) A constant energy contour of h) obtained at $E - E_{\text{F}} = 0.15$ eV, demonstrating HH and SS1 states, as well as a pair of DK SS2 states.

The article proves that α -Sn is a promising material for applications in modern electronics, such as spintronics or quantum computers. The use of CdTe/GaAs substrates enables the stabilisation of the α -Sn structure and precise study of its properties.

Written by: Natalia Olszowska



Linia badawcza PIRX

*dr Ewa Partyka-Jankowska,
dr Marcin Zajac*

Linia badawcza PIRX (Premiere InstRument for Xas) obejmuje szeroki zakres energii miękkiego promieniowania rentgenowskiego od 100 do 2000 eV z dostępną polaryzacją eliptyczną i liniową promieniowania, dzięki czemu jest doskonałym narzędziem do prowadzenia badań z obszaru katalizy, magnetyzmu powierzchni, interfejsów i cienkich warstw oraz inżynierii materiałowej. Linia działa od roku 2018 i w okresie ostatnich dwóch lat zrealizowano na niej 76 wniosków badawczych, w tym ok. 80% wnioskodawców miało afiliację polską.

Linia pomiarowa PIRX funkcjonuje i działa we współpracy ośrodka SOLARIS z Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN i Akademią Górniczo-Hutniczą.

Na przestrzeni ostatnich dwóch lat infrastruktura linii została wzbogacona o nowy tryb detekcji: częściowy prąd uzysku (PEY) z wykorzystaniem MCP (ang. *multichannel plates*) z napięciem opóźniającym. Dzięki eliminacji tła elektronów wtórnych technika ta pozwoli na badanie materiałów o niskiej koncentracji pierwiastków i tym samym bardzo trudnych do badania innymi trybami detekcji dostępnymi na linii. Rozszerzenie oferty badawczej jest odpowiedzią na zapotrzebowanie polskiego środowiska naukowego sygnalizowanego w ostatnich latach przez grupy prowadzące tego typu badania w zagranicznych ośrodkach synchrotronowych. Kolejna modernizacja dotyczy detektora fluorescencyjnego, który wyposażony został w nowoczesny system odczytu i procesowania sygnałów. Pozwoli to na procesowanie wysokiej liczby zliczeń z detektora, jak również zapis całego widma MCA na punkt pomiarowy. Wśród wielu innych,

PIRX beamline

*Ewa Partyka-Jankowska, PhD,
Marcin Zajac, PhD*

The PIRX (Premiere InstRument for Xas) beamline covers a wide range of soft X-ray energies from 100 to 2,000 eV with available elliptical and linear polarised radiation, making it an excellent tool for research in the areas of catalysis, surface magnetism, interfaces and thin films, as well as materials engineering. The beamline has been in operation since 2018, and 76 research proposals have been completed on it over the past two years, of which approximately 80% of the Applicants had a Polish affiliation.

The PIRX beamline functions and is operated in cooperation between the SOLARIS Centre, the Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry of the Polish Academy of Sciences and the AGH University of Science and Technology.

Over the past two years, the beamline infrastructure has been enhanced with a new detection mode: partial electron yield (PEY) using MCP (*multichannel plates*) with delay voltage. With the elimination of the secondary electron background, this technique will enable the examination of materials with low elemental concentrations and therefore very difficult to examine with other detection modes available on the beamline. The extension of the research offer is a response to the demand from the Polish scientific community signalled in recent years by groups conducting this type of research at foreign synchrotron facilities. Another upgrade concerns the fluorescence detector, which has been equipped with a modern signal reading and processing system. This will enable the processing of a high number of counts from the detector, as well as recording of the entire MCA spectrum per measurement point. Among multiple other

drobnych usprawnień linii na uwagę zasługuje jeszcze przygotowanie oprogramowania ułatwiającego pozycjonowanie próbek użytkownikom przez co wykorzystanie dostępnego czasu badawczego będzie jeszcze efektywniejsze.

Rozpoczęto również prace nad zwiększeniem funkcjonalności magazynu próbek poprzez możliwość zamknięcia go od strony komory eksperymentalnej i preparacyjnej. Pozwoli to na przechowywanie szczególnie wrażliwych próbek w warunkach UHV i jednocześnie korzystanie z komory preparacyjnej, eliminując zagrożenie zanieczyszczenia powierzchni próbek z magazynu. W celu ułatwienia i usprawnienia pracy naukowców prowadzących badania, rozpoczęto projekt rozbudowy stacji w komorze załadowniczej, dzięki czemu możliwe będzie wprowadzenie do układu dwukrotnie większej liczb nośników z badanymi materiałami.

minor improvements introduced on the beamline, the development of software to facilitate sample positioning for users is also worth noting, as it will make the use of available beamtime even more efficient.

Works have also been initiated on increasing the functionality of the sample storage facility, by providing an option for closing it from the side of both the experimental and the preparation chamber. With this solution, it will be possible to store particularly sensitive samples under UHV conditions, and to use the preparation chamber at the same time, eliminating the risk of surface contamination for samples in the storage facility. To facilitate and streamline work of scientists conducting their research, a project to expand in the loading chamber has been initiated. On its completion, it will be possible to load twice as many carriers with studied materials into the system.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
PARAMETER	VALUE/DESCRIPTION
Source	Bending magnet
Available energy range	100–2000 eV
Energy resolution $\Delta E/E$	Not worse than 2.5×10^{-4}
Beam size at sample (H × V)	Focused: 250 μm × 40 μm Defocused: 300 μm × 150 μm
Photon flux at sample	$10^9\text{--}10^{10}$ [ph/s]
Polarisation	Non-polarised, linear (horizontal) and elliptical
End station	• X-ray absorption spectroscopy chamber • XAS, XNLD, XMCD and XMLD in external magnetic field (140 mT) and variable sample temperatures (20-620 K)
Fields of applications for prospective users	Material Sciences, Physics, Chemistry, Life Sciences & Biotech, Energy, Engineering & Technology

Tabela 2. Tabela prezentująca parametry techniczne linii PIRX.
Table 2. A table presenting PIRX beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii badawczej PIRX

PIRX beamline highlights

PIRX

→ Deterioration of the 2G HTS tapes by the Ne^+ ions irradiation (250 keV)

Authors: Paweł Pęczkowski, Ryszard Zalecki, Piotr Zachariasz, Elżbieta Szostak, Jarosław Piętosa, Marcin Turek, Krzysztof Pysznik, Marcin Zająć, Joanna Czub, Łukasz Gondek.
Applied Surface Science, 636, 157780(2023), doi: 10.1016/j.apsusc.2023.157780

In this project, the USERS of SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre studied the properties of the electronic structure of 2G HTS tapes (second generation high-temperature superconducting tapes) previously subjected to the process of implantation with Ne^+ noble gas ions with an energy of 250 keV.

2G HTS tapes are used in devices operating in extreme radiation conditions, with the prospect of using them in the space industry. High-energy ion irradiation, simulating severe radiation damage, is of great importance in the context of the possible use of 2G HTS tapes for demanding applications in the space industry or nuclear applications. To determine the effect of ionizing radiation on these parameters, Ne^+ ions with a fluence of 10^{12} to $10^{14} \text{ Ne}^+/\text{cm}^2$ were implanted directly into the $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (GdBCO) superconducting layer of the 2G HTS tape. Ions of this

type were chosen because the relative abundance of Ne^+ ions in the galactic cosmic radius is not small, at the level of 10^2 .

XAS (X-ray absorption spectroscopy) data obtained at the PIRX beamline implies oxygen deficiency in the irradiated samples (Figure 1). The obtained results show that the mechanism of tape destruction is related to the introduction of oxygen vacancies rather than to changes in the microstructure of the HTS layer at lower fluences (of up to $10^{13} \text{ Ne}^+/\text{cm}^2$). However, at high fluences (of $10^{14} \text{ Ne}^+/\text{cm}^2$), the superconducting layer of the HTS tape begins to peel off, as shown in SEM images. Hence, the authors conclude that in this case the degradation mechanism has a microstructural basis.

Written by: Paweł Pęczkowski

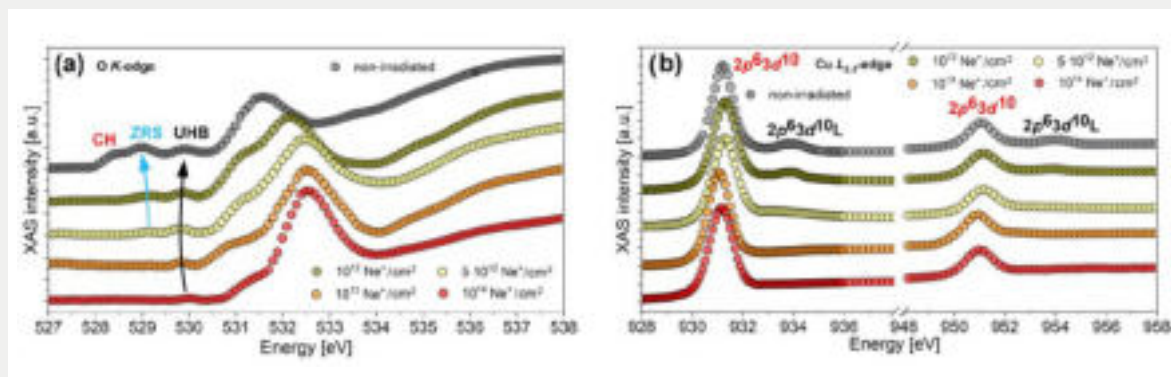


Figure 1. X-ray absorption spectra (XAS) for GdBCO 2G HTS tapes: (a) O K-edge; (b) Cu $L_{2,3}$ – edges.

→ Tunable magnetic anisotropy of antiferromagnetic NiO in (Fe)/NiO/MgO/Cr/MgO(001) epitaxial multilayers

Authors: Weronika Janus, Tomasz Ślęzak, Michał Ślęzak, Marcin Szpytma, Piotr Drózdź, Hashim Nayyef, Anna Mandziak, Dorota Wilgocka-Ślęzak, Marcin Zając, Matteo Jugovac, Tevfik Onur Menteş, Andrea Locatelli & Anna Koziół-Rachwał
Sci Rep 13, 4824 (2023), doi:10.1038/s41598-023-31930-z

In this work, the magnetic properties of antiferromagnetic NiO(001) thin films in epitaxially grown (Fe)/NiO/MgO(dMgO)/Cr/MgO(001) system with varying MgO (d_{MgO}) thicknesses, have been experimentally tackled and successfully characterised by a method exploiting the linearly polarised photon beam on the PIRX beamline.

Figure 1 shows examples of room temperature x-ray absorption spectra acquired with linear polarisation of the photon beam, recorded at the Ni^{2+} L_2 edge in the NiO/MgO(18 Å)/Cr. The results of systematic XMLD measurements show that with the increasing d_{MgO} , the rotation of NiO spins occurs, in a direction from in plane towards out of plane. The analysis of the XMLD results, together with the analysis of low-energy

electron diffraction (LEED) pattern, brought the authors to the conclusion that for a NiO layer grown on a wedge-shaped MgO underlayer, the magnetic anisotropy in NiO can be modulated by exerting appropriate strain on its bottom interface.

While strain enables tuning of magnetic anisotropy of the AFM from its bottom interface, the interaction with the ferromagnetic cover layer enables control over the magnetic state of the AFM from its top interface. Furthermore, the authors proved the existence of a multidomain state in NiO, resulting from the interplay between the ferromagnet/antiferromagnet exchange coupling and strain exerted on the NiO by the MgO buffer layer.

Written by: Weronika Janus

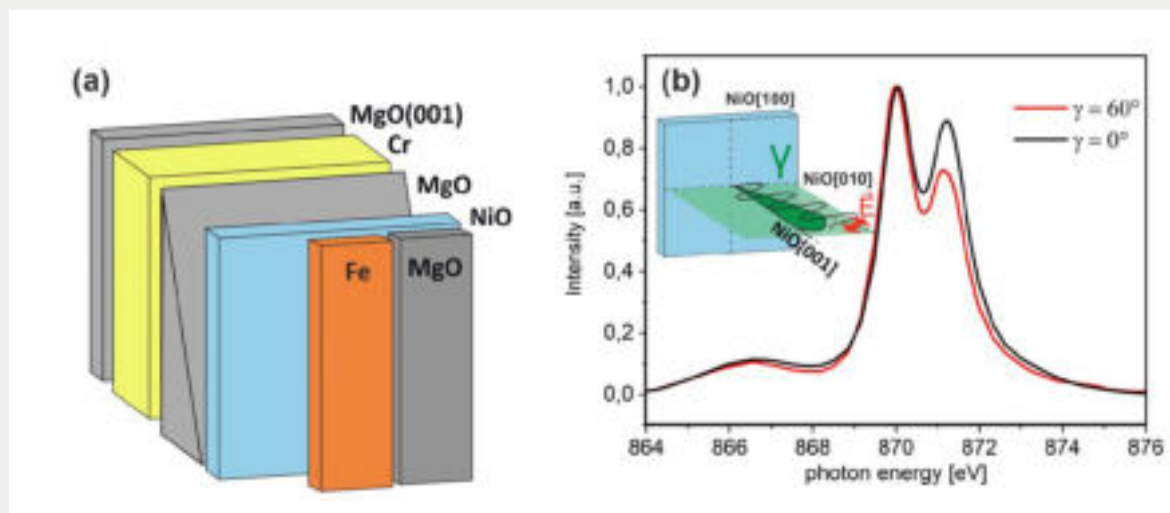


Figure 1. (a) A schematic sketch of the sample. (b) Examples of Ni^{2+} L_2 -edge x-ray absorption spectra at two γ angles obtained at the room temperature for NiO/MgO(18.3 Å)/Cr/MgO(001).

Linia badawcza DEMETER

*dr Paweł Nita,
dr inż. Krzysztof Matlak,
dr Marcin Zajac*

Linia pomiarowa DEMETER (Dual Microscopy and Electron Spectroscopy Beamline) wykorzystuje szeroki zakres energii miękkiego promieniowania rentgenowskiego od 100 do 2000 eV. Źródłem promieniowania synchrotronowego jest undulator umożliwiający wybór zmiennej polaryzacji fotonów (ang. *Elliptically polarizing undulator*), tworząc z optyką rentgenowską zaawansowaną infrastrukturę do badań w obszarze fizyki, chemii, szeroko pojętej nauki o materiałach oraz nauki o Ziemi i środowisku. Linia DEMETER wyposażona jest w dwie gałęzie optyki rentgenowskiej zakończone stanowiskami pomiarowymi, którymi są mikroskopy: fotoemisyjny/niskoenergetyczny mikroskop elektronowy PEEM/LEEM oraz skaningowy transmisyjny mikroskop rentgenowski STXM. Mikroskop PEEM/LEEM operuje we współpracy z naukowcami z Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk. W okresie ostatnich dwóch lat przeprowadzono na niej 54 eksperymentów (z czego odpowiednio 29 i 25 na mikroskopach PEEM i STXM).

Poza bieżącymi pracami utrzymaniowymi na linii wprowadzono usprawnienia do kodu systemu sterowania undulatorem poprawiając płynność działania, szczególnie dla wielkości otwarcia kwadrantów struktury magnetycznej. Obie stacje pomiarowe zostały zmodernizowane. W mikroskopie STXM zainstalowano detektor fluorescencyjny (dioda SDD), który jest obecnie uruchamiany i testowany.

W odpowiedzi na zapotrzebowanie użytkowników opracowano i wykonano adaptery umożliwiające współpracę mikroskopu optycznego i stacji STXM

DEMETER beamline

*Paweł Nita, PhD,
Krzysztof Matlak, PhD (Eng),
Marcin Zajac, PhD*

The Dual Microscopy and Electron Spectroscopy Beamline (DEMETER) uses a wide range of soft X-ray energy from 100 to 2000 eV. The source of synchrotron radiation is an elliptically polarizing undulator, enabling the selection of a variable photon polarisation and forming, together with X-ray optics, an advanced infrastructure for research in the fields of physics, chemistry, materials science, and Earth and environmental science. The DEMETER beamline is equipped with two branches of X-ray optics terminated with end-station i.e. microscopes: the PEEM/LEEM photoemission/low energy electron microscope and the STXM scanning transmission X-ray microscope. The PEEM/LEEM microscope is operated in collaboration with scientists from the Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry of the Polish Academy of Sciences. Over the past two years, 54 experiments have been carried out on it (29 on PEEM and 25 on STXM).

Apart from regular maintenance works on the beamline, improvements were made in the undulator control system code improving the smoothness of operation, particularly for the opening size of quadrants of the magnetic structure. Both end-stations were upgraded. A fluorescence detector (SDD diode) has been installed in the STXM microscope and is currently being commissioned and tested.

In response to users' needs, adapters were developed and manufactured to enable the optical microscope and STXM station to work with a foreign electrochemical cell, as well as an electrodeposition station to be operated in *ex-situ* conditions.

z obcą komórką elektrochemiczną oraz stanowisko do elektrodopozycji w warunkach *ex-situ*.

Po doposażeniu mikroskopu PEEM w kolumnę oświetlającą z działem elektronowym w 2023 roku zwiększono potencjał badawczy stacji pomiarowej, co spotkało się z uznaniem ze strony grup badawczych umożliwiając dodatkową charakteryzację materiałów. Niezależnie od tej modernizacji wykonano pomiary potwierdzające poprawność działania stacji PEEM w trybie kątowno-rozdzielczej mikro spektroskopii fotoemisyjnej (mikro-ARPES).

After the PEEM microscope was upgraded with an electron gun illumination column in 2023, the research potential of the end-station was increased, and this was appreciated by research groups because now additional characterisation of materials is possible. Independently of this upgrade, measurements were performed to confirm the correct operation of the PEEM station in the angle-resolved photoemission micro spectroscopy (micro-ARPES) mode.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
PARAMETER	VALUE/DESCRIPTION
Source	Elliptically polarising undulator (EPU)
Available energy range	100–2000 eV (linear horizontal polarisation)
Energy resolution $\Delta E/E$	$1-10 \times 10^{-4}$
Beam size at sample (H × V)	PEEM: 200 μm × 40 μm STXM: diameter 30 nm (min) – 300 μm (max)
Photon flux at sample	10^9-10^{12} [ph/s]
Polarisation	circular left – and right-handed, elliptical, linear horizontal and vertical
End station	PEEM • Imaging techniques: X-PEEM, XAS-PEEM, XMCD-PEEM, XMLD-PEEM, LEEM • Microspot diffraction and spectroscopy techniques: μ-XAS, μ-LEED, μ-ARPES STXM • imaging in transmission: multiplier tube (PMT) and avalanche photodiode (APD) detection Available for the expert mode: • A silicon drift detector (SDD) – Amptek X123 A fast SSD detector with sensitivity to photons with energy above about 200 eV • An electrochemical cell system (for liquids and gases)
Fields of applications for prospective users	Material Sciences, Physics, Chemistry, Earth and environmental sciences, Engineering & Technology

Tabela 3. Tabela prezentująca parametry techniczne linii DEMETER.

Table 3. A table representing DEMETER beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii badawczej DEMETER

DEMETER beamline highlights

DEMETER

→ Towards the geometrical control of the energy landscape of Bloch point singularities

Authors: Sandra Ruiz-Gomez, Claas Abert, Pamela Morales-Fernández, Claudia Fernandez-Gonzalez, Sabri Koraltan, Lukas Danesi, Dieter Suess, Michael Foerster, Miguel Ángel Nino, Anna Mandziak, Dorota Wilgocka-Ślęzak, Paweł Nita, Markus Koenig, Sebastian Seifert, Aurelio Hierro Rodríguez, Amalio Fernández-Pacheco, Claire Donnelly
<https://arxiv.org/abs/2404.06042>

Topological defects, or singularities, are essential for understanding complex systems. In magnetism, Bloch point singularities act as point defects that enable the formation of textures like skyrmions and hopfions. While these textures typically stabilise in chiral magnetic materials, the effect of chirality on Bloch point singularities, on which we focus here, remains less studied.

Using advanced 3D nanofabrication, we examined the impact of chirality on Bloch points by inducing curvature-driven symmetry breaking in a ferromagnetic nanowire. Using X-ray magnetic microscopy and

controlled magnetic fields, we found that Bloch point domain walls stabilise in the straight sections of the structure, allowing us to precisely control their energy landscape.

By adjusting the curvature gradient along specific regions, we created asymmetric potential wells, achieving a non-reciprocal Bloch point shift-register. This allows directional movement of Bloch points, offering valuable insights into symmetry and chirality relationships, which could aid in development of future magnetic logic and computing devices.

Written by: Sandra Ruiz-Gomez

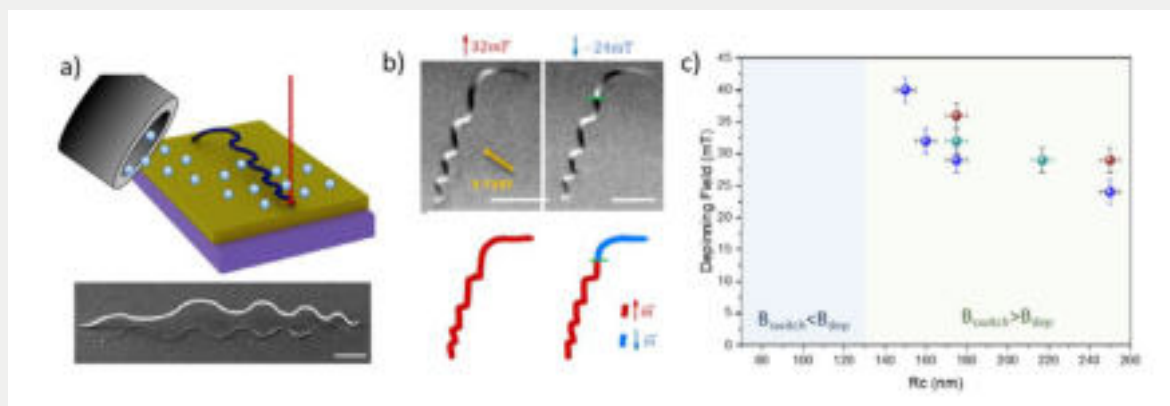


Figure 1. a) A schematic of the FEBID process together with a SEM image of the undulating structure fabricated with FEBID on a Si substrate. b) A magnetic configuration of the undulating structure after the application of magnetic fields. c) Depinning field as a function of radius of curvature extracted from a sequence of experiments as the shown in panel b.

→ Understanding the Growth of Electrodeposited PtNi Nanoparticle Films Using Correlated *In Situ* Liquid Cell Transmission Electron Microscopy and Synchrotron Radiation

Authors: Magdalena Parlińska-Wojtan, Tomasz Roman Tarnawski, Joanna Depciuch, Maria Letizia De Marco, Kamil Sobczak, Krzysztof Matlak, Mirosława Pawlyta, Robin E. Schaeublin, and See Wee Chee

Nano Letters, (2024), doi: 10.1021/acs.nanolett.4c02228

Metallic nanoparticles have numerous applications in various branches of industry and technology. Electrodes coated with nanoparticle layers are of particular interest, as they can serve as catalysts in energy applications. Using modern imaging techniques, it is possible to study the dynamics of electrodeposition processes and better control the synthesised nanostructure. An advanced, multi-stage experiment using imaging of PtNi nanolayer electrodeposition in a liquid environment was conducted by Professor Magdalena Parlińska-Wojtan's team from the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences, in collaboration with researchers from the Silesian University of Technology, the University of Warsaw, the National Synchrotron Radiation Centre SOLARIS, the ETH Zurich, and the Fritz Haber Institute of the Max Planck Society in Berlin.

A part of the experiment was carried out in a liquid environment using a Scanning Transmission X-ray Microscope (STXM) available at the National Synchrotron Radiation Center SOLARIS, which uses an X-ray beam for imaging. Although STXM does not provide as high resolution as TEM, it reveals various properties, such as the oxidation states of atoms in nanoparticles. Electrodeposition does not always result in obtaining a clean metal layer; sometimes it produces a metal oxide. STXM images taken with a beam of the appropriate energy enable the detailed examination of the synthesised nanoparticles. By electrodepositing a PtNi layer inside the STXM cell, it was possible to study in real time the energy range in which absorption of radiation by the nanoparticles was the highest. It was determined that the layer actually consisted of nickel(II) oxide and platinum.

Written by: Magda Parlińska-Wojtan

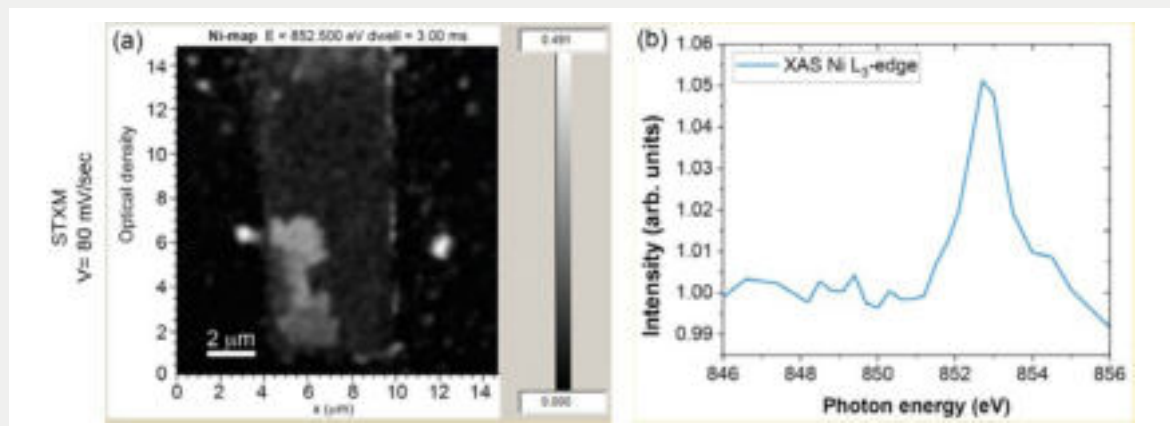


Figure 1. (a) An STXM image of the working electrode (WE) inside the liquid cell placed on a Si_3N_4 membrane (dark background). (b) XANES spectra taken from the near edge WE on the right.

Linia badawcza PHELIX

*dr Edyta Beyer,
dr Agata Sabik,
mgr Tomasz Sobol,
dr Barbara Wolanin*

Linia badawcza PHELIX jest zaawansowanym narzędziem umożliwiającym badania struktury elektronowej przy użyciu spektroskopii fotoelektronów oraz analizy absorpcji promieniowania rentgenowskiego. Użytkownicy tej linii mają do dyspozycji szeroki zakres energetyczny promieniowania, obejmujący promieniowanie ultrafioletowe (od 50 eV) oraz miękkie promieniowanie rentgenowskie (do 1800 eV). Źródłem światła na linii badawczej jest undulator typu APPLE II, który umożliwia generowanie promieniowania o zmiennej polaryzacji (liniowej, kołowej i eliptycznej).

Głównym detektorem jest hemisferyczny analizator energii fotoelektronów PHOIBOS 225 (SPECS), charakteryzujący się rozdzielczością energetyczną poniżej 2 meV oraz rozdzielczością kątową wynoszącą 0,1 stopnia. Stacja badawcza PHELIX działa od 2021 roku, a w ciągu ostatnich dwóch lat zewnętrznym użytkownicy przeprowadzili na niej ponad 40 eksperymentów.

Dzięki możliwości prowadzenia badań fotoemisyjnych (np. XPS, ARPES) oraz absorpcyjnych (TEY, PEY, TFY) w ramach jednej stacji badawczej, PHELIX stanowi idealne narzędzie dla badań związanych z fizyką podstawową, fizyką i chemią powierzchni, a także naukami o materiałach. Jednym z głównych kierunków badawczych realizowanych na linii PHELIX jest optoelektronika, gdzie łączenie metod fotoemisyjnych i absorpcyjnych pozwala na precyzyjne określenie właściwości elektrycznych oraz składu chemicznego materiałów o potencjalnym zastosowaniu w nowoczesnej elektronice.

PHELIX beamline

*Edyta Beyer, PhD,
Agata Sabik, PhD,
Tomasz Sobol, MSc,
Barbara Wolanin, PhD*

The PHELIX beamline is an advanced tool enabling the study of electronic structure using photoelectron spectroscopy and X-ray absorption techniques. Users of this beamline have access to a wide energy range of radiation, covering ultraviolet radiation (starting from 50 eV) and extending to soft X-rays (up to 1800 eV). The source of light for the beamline is an APPLE II undulator, capable of generating radiation with variable polarisation (linear, circular, and elliptical).

The main detector on the beamline is the PHOIBOS 225 hemispherical photoelectron analyzer (SPECS), offering an energy resolution below 2 meV and an angular resolution of 0.1 degrees. The PHELIX end station has been operational since 2021, with over 40 experiments conducted by external users in the past two years.

As it offers possibilities to conduct both photoemission (e.g., XPS, ARPES) and absorption studies (TEY, PEY, TFY) within a single end-station, PHELIX is an ideal tool for studies in fundamental physics, surface physics and chemistry, as well as materials science. One of the primary research focuses on the PHELIX beamline is optoelectronics, where the combination of photoemission and absorption techniques enables precise determination of the electrical properties and chemical composition of materials with potential applications in modern electronics.

With the 6-axis manipulator used in the end-station, a sample can be moved in three rotational axes (transverse, longitudinal, and vertical) and three translational axes (x, y, z). This configuration enables

Zastosowany w stacji końcowej 6-osiowy manipulator umożliwia ruch próbką w trzech osiach rotacyjnych (poprzecznej, podłużnej i pionowej) oraz w trzech osiach geometrycznych (x, y, z). Takie rozwiązanie pozwala na niezwykle precyzyjne ustawienie próbki względem padającego światła, z dokładnością kąta wynoszącą 0,1 stopnia i dokładnością ruchu przestrzennego rzędu 50 µm. Dzięki temu możliwe jest zbieranie informacji o strukturze elektronowej z preferowanego kierunku geometrycznego, co ma kluczowe znaczenie m.in. w badaniach właściwości magnetycznych materiałów.

W ostatnich miesiącach zespół linii przeprowadził intensywne prace związane z optymalizacją działania analizatora fotoelektronów oraz naprawą detektora spinowego. Działania te znacząco usprawniły pracę spektrometru fotoelektronów, czyniąc go idealnym narzędziem do zbierania m.in. trójwymiarowych map struktury elektronowej w trybie ARPES.

highly precise positioning of the sample relative to the incident light, with angular accuracy of 0.1 degrees and spatial movement accuracy of 50 µm. This precision makes it possible to collect information about the electronic structure along a preferred geometric direction, which is crucial e.g. for studying the magnetic properties of materials.

In recent months, the beamline team has carried out extensive work to optimise the photoelectron analyzer performance and repair the spin detector. These efforts have significantly improved and systematised the operation of the photoelectron spectrometer, making it an ideal tool for collecting, among other things, three-dimensional electronic structure maps in the ARPES mode.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
PARAMETER	VALUE/DESCRIPTION
Source	Undulator
Available energy range	50–1800 eV (linear horizontal)
Energy resolution $\Delta E/E$	$\sim 1 \times 10^{-4}$
Beam size at sample (H × V)	$\sim 50 \mu\text{m} \times 120 \mu\text{m}$ (below 400 eV)
Photon flux at sample	$10^{10}\text{--}10^{11}$ [ph/s/0.1 A]
Polarisation	linear (horizontal and vertical), circular and elliptical
End station	• Photoelectron Spectroscopy (XPS, ARPES, Spin-ARPES) • X-ray absorption spectroscopy (TEY, TFY, PEY) • 6-axis manipulator with a cooling station operating in the temperature range from 20 to 500 K • MBE chamber (Fe, Co and Sn EBV and EF sources)
Fields of applications for prospective users	Physics, Material Sciences, Chemistry, Energy, Engineering & Technology

Tabela 4. Tabela prezentująca parametry techniczne linii PHELIX.

Table 4. A table presenting PHELIX beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii badawczej PHELIX

PHELIX beamline highlights

PHELIX

→ Unraveling the Role of Perovskite in Buried Interface Passivation

Authors: Chittaranjan Das, Rajarshi Roy,[†] Mayank Kedia, Małgorzata Kot, Weiwei Zuo, Roberto Felix, Tomasz Sobol, Jan Ingo Flege, and Michael Saliba

ACS Applied Materials & Interfaces, Vol 15/Issue 48 (2023), doi.org/10.1021/acsami.3c13085

In 2023, several research projects were carried out on the PHELIX beamline, primarily focusing on fundamental physics and materials for energy applications. One of these projects, conducted by researchers from the University of Stuttgart, focused on studying the electronic structure of perovskite solar cells (PSCs). PSCs are a modern type of solar cell that uses perovskite as a photoactive material. Perovskites, with the general formula ABX_3 (where A and B are cations, with A typically being alkali or alkaline earth metals, B being elements such as manganese or titanium, and X being an anion – usually oxygen), exhibit a high efficiency in converting absorbed sunlight into electrical energy. Over the past decade, significant progress has been made in improving the efficiency of PSCs, particularly through the optimisation of quality of the interface between the active material and the charge-transporting layers. Techniques such as photoelectron spectroscopy and absorption spectroscopy enable detailed investigations of the chemical and electrical properties of these interfaces. The PHELIX beamline can be used for comprehensive studies of such materials, as demonstrated in this publication. This study analysed the interface between a thin perovskite layer and titanium dioxide (TiO_2) with XPS and XAS techniques (Figure 1). The experiment revealed changes in the chemical and electrical properties depending on the thickness of the perovskite layer deposited on TiO_2 and determined the efficiency of the solar cell at 18%.

Written by: Tomasz Sobol

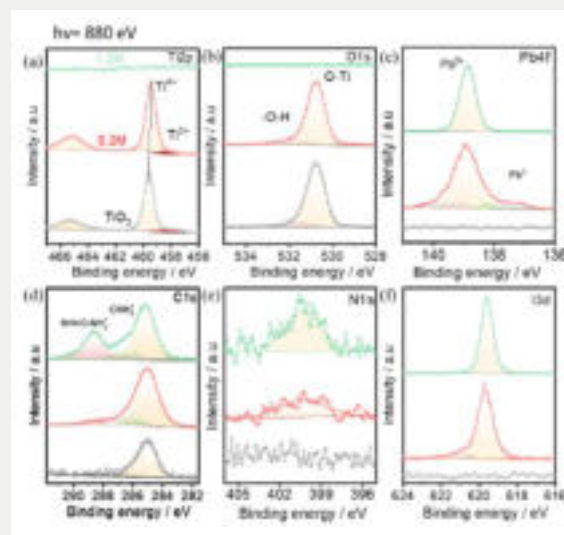


Figure 1. Ti2p (a), O1s (b), Pb4f7/2 (c), C1s (d), N1s (e), and I3d5/2 (f) core level spectra of the TiO_2 substrate, 0.2 and the 1.2M perovskite layer on it collected with the soft X-rays source of energy of 880 eV.

→ **Insightful studies of AuCu nanostructures deposited on Ti platform:
Effect of rapid thermal annealing on photoelectrochemical activity supported
by synchrotron radiation studies**

Authors: Wiktoria Lipińska, Zuzanna Bielan, Agnieszka Witkowska, Jakub Karczewski, Katarzyna Grochowska, Ewa Partyka-Jankowska, Tomasz Sobol, Magdalena Szczepanik, Katarzyna Siuzdak
Applied Surface Science 638 (2023) 158048, doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.158048

This study investigates the influence of annealing at atmospheres during rapid thermal annealing (40 °C/s) on nanostructured Ti platforms modified with a 10 nm layer of AuCu alloy deposited via magnetron sputtering. The AuCu/Ti platform annealed in a hydrogen atmosphere exhibited the highest photoelectrochemical activity under visible light, generating a photocurrent 27 times higher than that of the pure Ti dimpled platform. It also demonstrated the lowest reflectance, with a minimum at approximately 750 nm.

XPS and XAS studies conducted on the PHELIX beamline enabled a detailed analysis of the chemical structure in three regions (Figure 1): the upper surface layer (2–3 nm), the deeper surface layer (5–7 nm), and the

bulk structure (12–15 nm). For the hydrogenated AuCu/Ti platforms, the presence of gold was confirmed in all three regions, while the Au_xCu_y nanoalloy was identified exclusively in the deeper surface layer. Regarding copper, Cu_2O or metallic Cu were detected in the upper and deeper surface layers, with the $\text{Cu}^{+1}/\text{Cu}_{\text{tot}}$ ratio reaching 70% in the upper layer and decreasing to approximately 40% at a depth of 5–7 nm.

Hydrogenation positively influences photovoltaic performance by creating an efficient donor–acceptor configuration of AuCu doping on/in the TiO_2 semiconductor. This highlights its potential application as a photoanode in solar cells.

Written by: Wiktoria Lipińska, Tomasz Sobol

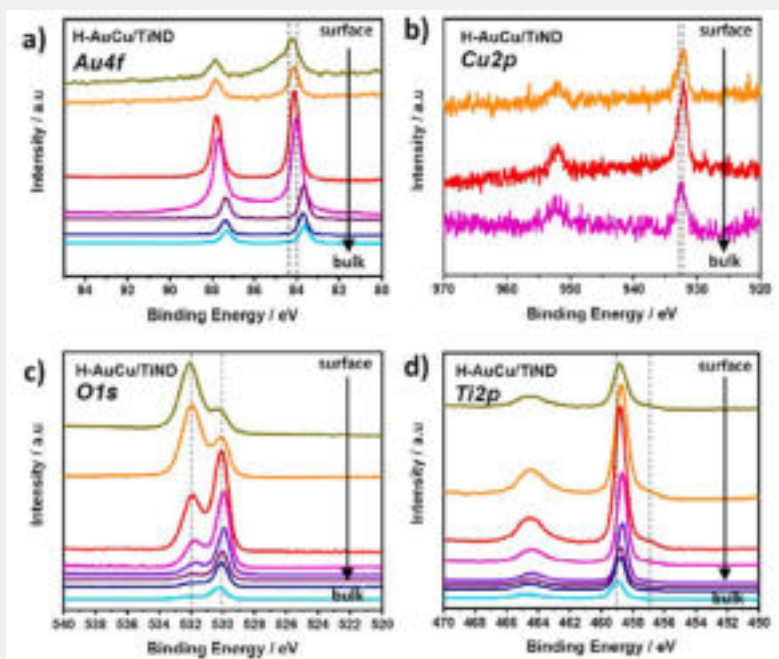


Figure 1. XPS spectra presenting a depth-profile of AuCu-decorated titanium nanodimples annealed in hydrogen (H-AuCu/TiND) for a) Au4f, b) Cu2p, c) O1s, d) Ti2p (spectra shown from top to bottom correspond to increasingly higher X-ray beam energy).

Linia badawcza ASTRA

*dr Alexey Maximenko,
dr Henning Lichtenberg,
mgr Grzegorz Gazdowicz,
dr Lulu Alluhaibi,
dr Dōra Zalka,
mgr inż. Marcel Piszak,
mgr inż. Marcin Brzyski,
prof. Alexander Prange,
prof. Josef Hormes*

Linia badawcza ASTRA wzbudziła duże zainteresowanie wśród naukowców z wielu różnych obszarów badawczych. Pomimo tego, że ASTRA jest stosunkowo młodą linią opartą o magnes zakrzywiający, to jak dotąd zostało na niej przeprowadzonych ponad 70 eksperymentów. Zgodnie z rozwinięciem nazwy linii – „Absorption Spectroscopy Beamline for Tender Energy Range and Above” – ASTRA jest przeznaczona do spektroskopii absorpcyjnej w zakresie twardego i pośredniego promieniowania rentgenowskiego (XAS). Zakres energetyczny fotonów sięga od 1 do 15 keV. Promieniowanie o zadanej energii jest wyodrębniane z wiązki białej za pomocą monochromatora na podwójnym kryształach (DCM) w typie Lemonnier’a z modyfikacją, który pracuje w wysokiej próżni i w którym można zainstalować pary kryształów stosownie do wymaganego zakresu energetycznego takie jak: Ge(422), Ge(220), Si(111), Ge(111), InSb(111), Beryl(10⁻¹⁰) i kryształ kwaśnego ftalanu potasu (111) współpracujący ze strukturą wielowarstwową. Wymiana pary kryształów zajmuje mniej niż godzinę! Linia ASTRA pozwala zbierać widma XANES/EXAFS przy krawędziach absorpcji K takich pierwiastków jak: Si, P, S, Cl, K, Ca, aż do Se. Poza tym w zakresie energetycznym linii leżą również krawędzie L pierwiastków do Bi włącznie i krawędzie M niektórych cięższych pierwiastków,

ASTRA beamline

*Alexey Maximenko, PhD,
Henning Lichtenberg, PhD,
Grzegorz Gazdowicz, MSc,
Lulu Alluhaibi, PhD,
Dōra Zalka, PhD,
Marcel Piszak, MSc (Eng),
Marcin Brzyski, MSc (Eng),
Professor Alexander Prange,
Professor Josef Hormes, PhD*

The ASTRA beamline has gained great interest among scientists working on various research topics. Even though ASTRA is a relatively new bending magnet beamline, a total of over 70 experiments have already been carried out on it. As its name (“Absorption Spectroscopy beamline for Tender energy Range and Above”) indicates, ASTRA is an X-ray absorption spectroscopy (XAS) beamline. The photon energy range covered by ASTRA extends from 1 to 15 keV, including the soft and part of the hard energy range of X-rays. The white beam is monochromatised by a modified Lemonnier type double crystal monochromator (DCM) working at high vacuum, which can be equipped with different types of crystal pairs to cover the working energy range: Ge(422), Ge(220), Si(111), Ge(111), InSb(111), Beryl(10⁻¹⁰), and organic potassium acid phthalate (100) + multilayer. Crystal pairs can be changed in less than one hour! The beamline allows measuring XANES/EXAFS spectra at K-edges of important elements such as Si, P, S, Cl, K, Ca, and up to Se. Additionally, ASTRA’s energy range also includes L-edges of elements up to Bi and some M-edges of heavier elements including U, allowing investigations of a variety of highly relevant materials. XAS spectra are recorded in the transmission and the fluorescence mode. The beamline is equipped with an X-ray camera, facilitating appropriate sample

w tym U, co pozwala badać wiele nowych, istotnych materiałów. Widma XAS są rejestrowane w trybie transmisyjnym i fluorescencyjnym. Do wyposażenia linii należy kamera rentgenowska umożliwiającą odpowiednie pozycjonowanie próbki względem wiązki, dla jeszcze lepszej jakości i wiarygodności otrzymywanych wyników. Pomiarami steruje dedykowane oprogramowanie AstraLibra z przyjaznym interfejsem graficznym i zaawansowanymi funkcjonalnościami. Z sukcesem rozwijane i wykorzystywane są specjalne komórki pomiarowe do próbek ciekłych oraz pomiarów w środowiskach dynamicznych (*in situ*, *operando*), nawet w zakresie przejściowego promieniowania rentgenowskiego. W toku jest wdrażanie możliwości łączenia technik XAS z jednoczesnym zbieraniem widm spektroskopii Ramanowskiej.

positioning for XAS with higher data quality and more reliable results. The measurements are controlled by the specially developed program AstraLibra with a user friendly interface and advanced functionalities. Special cells for measuring samples in liquid phase and in dynamic environments (*in situ* and *operando*), even in the tender energy range, were developed and are successfully used. The combination of XAS with Raman spectroscopy at the beamline is currently being implemented.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
PARAMETERS	VALUE
Source	Bending magnet (1.31 T)
Available energy range	1–15 keV
Energy resolution $\Delta E/E$	InSb (111): 7×10^{-4} (at sulphur K edge – 2.472 keV)
Beam size at sample (H × V)	10 mm × 1 mm (can be reduced by the slits)
Photon flux at sample	10^9 – 10^{10} [ph/s]
Polarisation	Linear (horizontal)
ASTRA X-ray absorption spectroscopy end station	• Research techniques: XANES/EXAFS, XRF • Detection methods: Transmission, fluorescence • Temperature conditions: Room temperature • Pressure: Low vacuum or atmospheric pressure • Gas conditions: Selected gases (He, Ar, N₂, CO₂, 4.5H₂% in N₂) available • Complementary techniques: Raman microscopy (S&I MonoVista CRS³ with lasers 532 nm and 785 nm). A Raman probe integrated to the sample chamber for XAS+Raman spectroscopy.

Tabela 5. Tabela prezentująca parametry techniczne linii ASTRA.

Table 5. A table presenting ASTRA beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii badawczej ASTRA

ASTRA beamline highlights

ASTRA

→ Challenges and innovations in the search for the optimal anode material for Na-ion batteries.

Authors: Justyna Płotek, Andrzej Kulka, Alexey Maximenko, Łukasz Kondracki, Sigita Trabesinger, Maciej Możdziej, Paweł Czaja, Janina Molenda
Energy Storage Materials, Volume 72, September 2024, 103780, DOI:10.1016/j.ensm.2024.103780

One of the most demanding challenges for Na-ion batteries is finding a suitable anode material that will provide high capacity, while at the same time its structure will not degrade during battery operation. A group of researchers from the AGH University of Science and Technology and the Paul Scherrer Institute in Switzerland, conducting research on the ASTRA line, undertook an attempt to find a suitable material. Among proposed anode materials, antimony (Sb) is notable for its high theoretical capacity and good electrical conductivity. However, significant volume changes during operation can lead to microstructure damage. Composite materials offer a solution by mitigating stress through a supportive matrix. A research team developed an Sb/Sb₄O₅Cl₂/C composite with unique, branch-shaped Sb grains. This morphology benefits materials prone to volume changes, as voids between branches fill during operation. Electrochemical testing showed that the composite is more stable than its individual phases.

Through advanced techniques, the sodiation and desodiation mechanisms of this composite were elucidated. Unique operando XAS measurements during cell operation with metallic sodium, conducted on the ASTRA line at the SOLARIS synchrotron, revealed the incomplete reaction reversibility in the first cycle and identified the source of additional capacitance below 0.4 V during sodiation and above 1.0 V during desodiation.

The activity of the three composite phases – Sb, Sb₄O₅Cl₂, and C – demonstrated the electrode's mechanical integrity, accommodating volume changes with its branch-like structure. Additionally, the amorphous matrix formed from the sodiated Sb₄O₅Cl₂ phase provided a buffer for expansion and contraction during operation.

*Written by: Justyna Płotek,
 Andrzej Kulka*

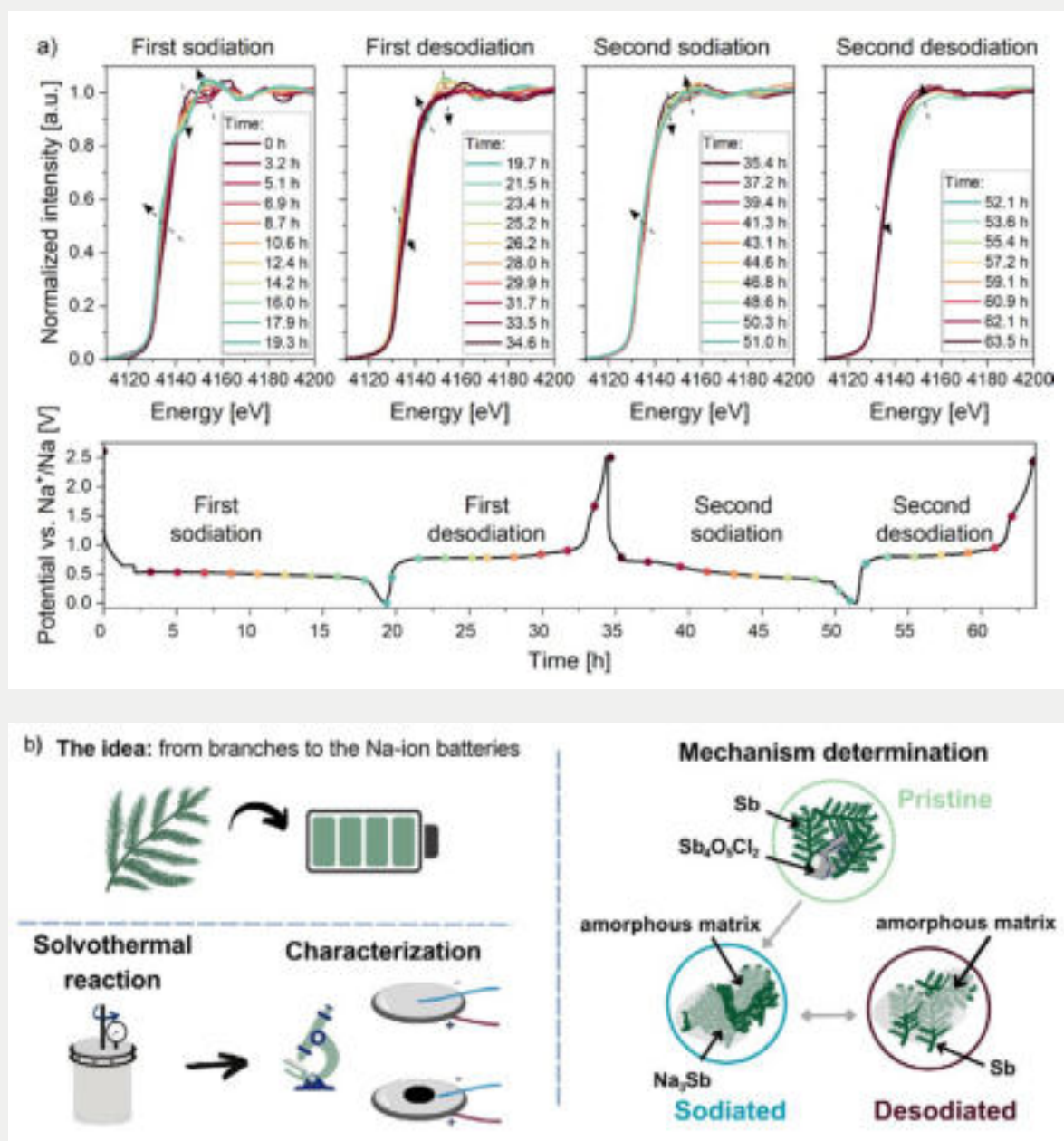


Figure 1. a) Operando XANES results at the Sb L_3 -edge of the Sb/Sb₄O₅Cl₂/C electrode during two initial cycles of sodiation and desodiation together with the corresponding potential curve. b) A scheme of the steps taken in the search for an optimal anode material: the idea of using anode materials with a branch-shaped morphology, solvothermal reaction for obtaining the material, and characterisation of the properties of the obtained material. Scheme of the sodiation and desodiation mechanism and microstructural changes occurring during the operation of the composite material Sb/Sb₄O₅Cl₂/C.

→ Unusual switching mechanism of memristors based on nickel complexes

Authors: Andrzej Sławek, Lulu Alluhaibi, Ewelina Kowalewska, Gisy Abd, Tomasz Mazur, Agnieszka Podborska, Krzysztof Mech, Marianna Marciszko-Wiąckowska, Alexey Maximenko, Konrad Szaciłowski

Advanced Electronic Materials 2024, 2300818, doi: 10.1002/aelm.202300818

A memristor is a two-terminal electrical component, considered as the fourth fundamental circuit element, characterised by a non-linear current-voltage response. In the simple case, they are capable of having high and low-resistance states, which are switched by applying positive or negative potential pulses. One of the distinctive features of a memristor is its ability to retain its last state when the voltage is turned off, preserving its 'memory' until the next voltage is applied.

In this study, the potential use of Ni(II) complexes in memristor devices was studied. The device architecture consisted of conductive ITO glass substrates (counter electrode), a thin film of Ni(II) dibenzo-tetraaza[14]annulene complex [Ni(Me₄dtaa)] (active phase), and a top copper metal electrode (working electrode) (Fig. 1b).

Firstly, a high-quality X-ray absorption spectrum (XAS) was obtained for the [Ni(Me₄dtaa)] powder in

cellulose. For deeper analysis of electronic transitions, this spectrum was modelled theoretically using DFT (Fig. 1a). Then, XAS was employed for *in-situ* analysis of the [Ni(Me₄dtaa)]-based memristor operation in the context of its stability at an applied potential. The two-terminal device was positioned within the end-station of the ASTRA beamline, and spectra were recorded for potentials of ± 10 V (Fig. 1c). We did not observe significant changes in the spectra recorded under varying potentials, compared to the reference powder sample, which indicates that the Ni center in the [Ni(Me₄dtaa)] complex does not undergo a redox process.

These findings underscore the stability of Ni oxidation state under operational conditions, suggesting that such complexes are promising materials for robust and reliable memristive applications.

Written by: Andrzej Sławek, Lulu Alluhaibi

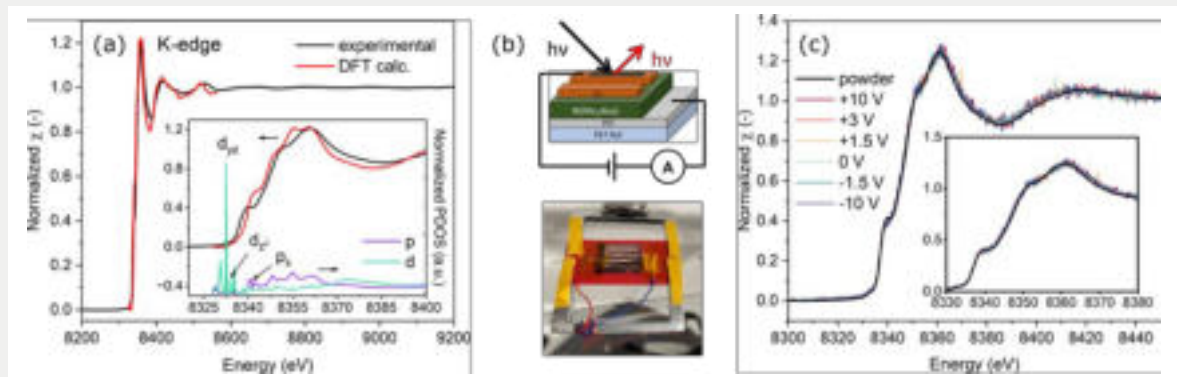


Figure 1. a) Experimental (black) and DFT-calculated (red) Ni K-edge XAS spectra for [Ni(Me₄dtaa)] powder measured in the transmission mode. b) A scheme of device connection in XAS operando experiment and a photo of the device placed in the XAS holder. c) Ni K-edge spectra measured *in-situ* at several potentials applied recorded in fluorescent mode. The transmission data for powder is shown for comparison.

Linia badawcza POLYX

*dr Katarzyna Sowa,
dr inż. Paweł Wróbel,
dr inż. Tomasz Kołodziej,
prof. Paweł Korecki*

Linia badawcza POLYX jest przeznaczona do multimodalnego mikroobrazowania i mikrospektroskopii w zakresie twardego promieniowania rentgenowskiego (4-15keV). Nazwa linii wywodzi się od optyki polikapilarnej (wykorzystywanej do wydajnego ogniskowania promieniowania) oraz polichromatycznego promieniowania rentgenowskiego.

Trzema podstawowymi technikami oferowanymi przez POLYX są:

- mikrotomografia rentgenowska (μ XCT) w wiązce równoległej o rozdzielczości od $1\mu\text{m}$, pozwalająca na trójwymiarowe obrazowanie struktury wewnętrznej małych lub słabo absorbujących obiektów (np. próbek biologicznych), na podstawie dwuwymiarowych projekcji obiektu,
- rentgenowska mikroskopia fluorescencyjna (μ XRF) umożliwiająca uzyskanie przestrzennej informacji o rozkładzie pierwiastkowym badanej próbki,
- rentgenowska spektroskopia absorpcyjna (μ XAS) umożliwiająca badanie faz chemicznych oraz lokalnej struktury atomowej pierwiastków występujących w próbce.

Stanowisko badawcze linii POLYX jest łatwe w modyfikacji, co pozwala na jego szybkie przekształcenie w układ realizujący inne synchrotronowe metody pomiarowe oraz testowanie innowacyjnych metod i geometrii pomiarowych, a także nowych rozwiązań dotyczących optyki rentgenowskiej i systemów detekcji.

POLYX beamline

*Katarzyna Sowa, PhD,
Paweł Wróbel, PhD (Eng),
Tomasz Kołodziej, PhD (Eng),
Professor Paweł Korecki, PhD*

POLYX beamline is dedicated to multimodal micro-imaging and microspectroscopy in the hard X-ray range (4-15keV). The name of the beamline originates from polycapillary optics (for efficient focusing) and polychromatic X-ray radiation.

The three main experimental techniques offered at POLYX are:

- X-ray microtomography (μ XCT) in a parallel beam with spatial resolution starting from $1\mu\text{m}$. This imaging method gives information about the internal structure of small or weak absorbing objects (e.g. biological samples), based on 2D projections of the object.
- X-ray fluorescence microscopy (μ XRF). This technique is used to obtain maps of sample composition.
- X-ray absorption spectroscopy (XAS) – for studying chemical phases present in samples, as well as the local atomic structure.

POLYX end-station can be easily reconfigured; thus, its setup can be quickly rearranged to one dedicated to other synchrotron techniques. This feature will also enable testing innovative methods and geometries for the hard X-ray range as well as new solutions for X-ray optics and detection systems.

In 2023, the heart of this beamline – hybrid DMM/DCM monochromator – was installed. This device is used to select a specific energy from polychromatic beam spectrum. The double crystal monochromator

W 2023 zainstalowano serce linii – hybrydowy monochromator (DMM/DCM) – urządzenie umożliwiające wybór konkretnej energii z polichromatycznego widma wiązki. Podwójny monochromator wielowarstwowy (DMM) zapewnia dużą intensywność promieniowania, a podwójny monochromator krystaliczny (DCM) pozwala na uzyskanie lepszej – o czynnik 100 – zdolności rozdzielczej.

We wrześniu 2023 roku stanowisko badawcze było już gotowe na przyjęcie pierwszych, testowych użytkowników. Projekt budowy linii POLYX zakończył się w grudniu 2023 roku, a linia POLYX została otwarta dla regularnych użytkowników 1 marca 2024 roku.

(DCM) produces a very intense beam, whereas the double multilayer monochromator (DCM) provides a factor of 100 better energy resolution.

In September 2023, the end-station was ready for first test Users. The POLYX construction project was completed in December 2023, and the POLYX beamline was officially opened to regular Users on 1 March 2024.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
PARAMETER	VALUE
Source	Bending magnet (1.31T)
Available energy range	4–15 keV
Energy resolution $\Delta E/E$	DCM: 1.4×10^{-4} DMM: 1–2%
Beam size at sample (H × V)	• unfocused beam (max. beam size): 20mm x 4mm, • focused beam (min. focus size): for polycapillary optics: 8μm – 200μm for monocapillary: 2μm
Photon flux at sample	White beam: 10^{12} ph/s/mm ² Max. flux in 10 μ m @ 8 keV: DMM: 10^{11} ph/s/mm ² DCM: 10^9 ph/s/mm ²
Operation modes	• “white beam” • “high flux” – double multilayer monochromator, BW 1–2% • “high resolution” – double crystal monochromator Si(111), BW 2×10^{-4}
end-station	POLYX – μ CT/ μ XRF/ μ XAS • Temperature conditions: room temperature • Pressure: atmospheric pressure • Sample holder: please contact beamline stuff to discuss details of the holder
field of applications for prospective users	biomedical sciences, material science, physics & chemistry, earth science & environmental sciences,cultural heritage.

Tabela 6. Tabela prezentująca parametry techniczne linii POLYX.

Table 6. Table representing POLYX beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii badawczej POLYX

POLYX beamline highlights

POLYX

→ How do plants distribute Zn in their roots?

Authors: Oskar Siemianowski, Magdalena Pypka, Julia Maksymiuk

The highlight includes data before publication.

Plants provide nearly all calories and microelements required for the human diet. Zinc malnutrition is a critical human health issue that could be mitigated by increasing Zn levels in edible plant parts. Plant productivity and nutritional value rely on the Zn uptake and distribution. We aim to unravel the mechanisms driving Zn distribution in plant roots, particularly in Zn-heterogeneous soil, where some regions are Zn-sufficient while others are Zn-deficient, reflecting natural conditions. To achieve this, we need to map the Zn distribution across the entire root system. Although localising Zn in plant organs is challenging, the μ XRF (micro X-Ray Fluorescence) elemental mapping

at unique POLYX beamline setup enabled us, for the first time, to show that under partial Zn deficiency (Fig. 1A, C), Zn is transferred between Zn-sufficient and Zn-deficient roots in the same plant. We also identified Zn relocation spots (Fig. 2) and proposed a potential mechanism for Zn transport to lateral roots (Fig. 2). The POLYX result was easier to interpret as these experiments required minimal sample preparation. Our results revealed that roots support not only the shoot but also themselves, adapting to the soil natural heterogeneity.

*Written by: Oskar Siemianowski,
Magdalena Pypka, Julia Maksymiuk*

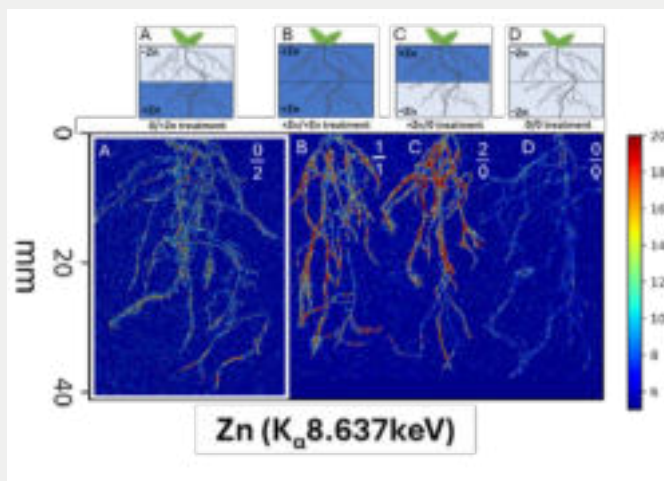


Figure 1: Heterogeneous (A, C) and homogeneous (B, D) setups (gel beads with or without Zn) and results of the μ XRF analysis. Limited Zn was detected in the Zn-deficient setup (0Zn/0Zn). When a part of the root system had access to Zn, Zn levels increased in all roots, suggesting Zn relocation to lateral roots growing in Zn-deficient medium regions.

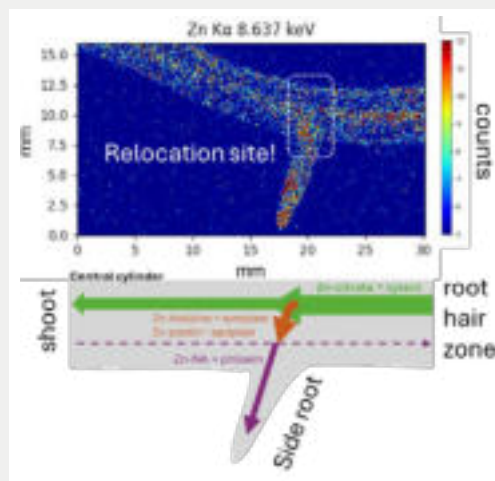


Figure 2: Roots grown in a Zn-limited environment distribute Zn to lateral roots. Zn map with 5 μ m resolution (top) and proposed mechanisms for Zn relocation to lateral roots (bottom).

→ Fossil insects inclusions in amber.

Author: Katarzyna Kopeć

The highlight includes data before publication.

A study of inclusions in amber gives information essential for tracking evolutionary changes in insects' species. We can compare features of insects aged, e.g., 100 or 42 million years (ages of Cretaceous Burmese and Eocene Baltic amber, respectively) with those of recent congeneric species, and trace the evolutionary routes based on morphological changes which had occurred since the time when the inclusion was formed. A regular tool for such studies is visible light microscopy. However, the study is often not possible due to significant thickness of samples and frequent lack of amber transparency. Therefore, we used full field synchrotron X-ray tomography (μ CT) on the PolyX beamline. With the penetrative nature of X-rays, this method enabled us to investigate amber pieces that are not suitable for visible light microscopy and to observe inner details of samples in a non-destructive manner.

Our preliminary results of μ CT of one inclusion of a fly (Diptera, Limoniidae: genus *Trichoneura*) gave very promising results (Fig. 1). The method enabled visualisation of inner parts of the hypopygium (male genitalia), including the aedeagal complex, which is positioned deep inside the genital segment (it should be mentioned here that the size of an entire structure is ca. 0.3 mm). Previously, these details were inaccessible for study. Also, the morphology of the head could be studied in much greater detail than under the light microscopy.

This data can be also used for calibration of molecular clocks, which, wherever possible, are based on the age of fossil species.

Written by: Katarzyna Kopeć

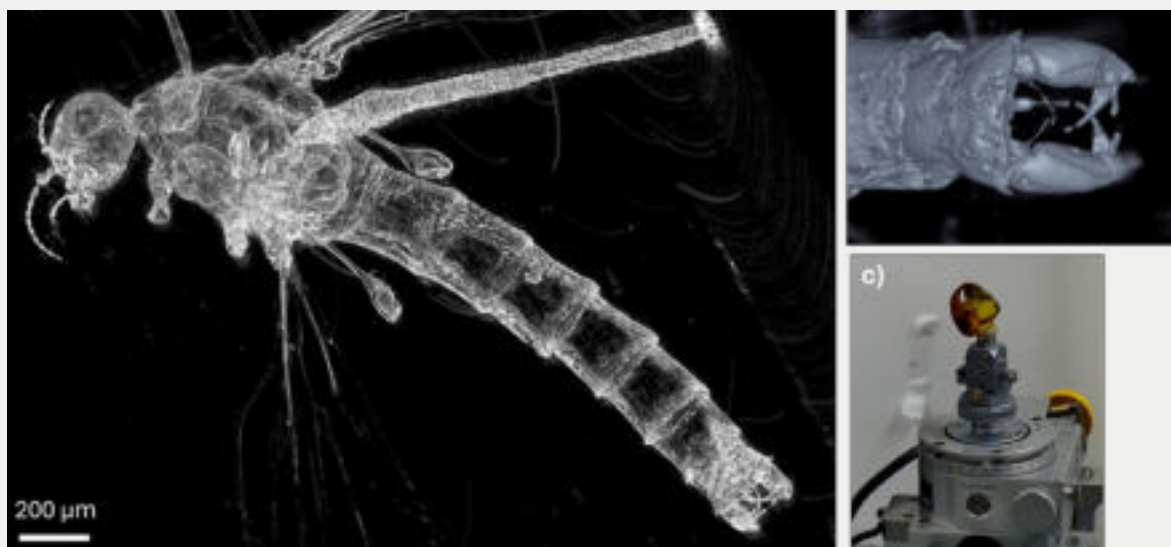


Figure 1. a) μ CT reconstruction of *Trichoneura* (Limoniidae). b) A 3D model of a. c) A photo of sample installed in the experimental setup.

Linia badawcza CIRI

dr hab. Tomasz Wróbel

Linia podczerwieni CIRI (Chemical Infrared Imaging) to pierwsza tego typu linia synchrotronowa w Polsce. Budowa ruszyła w 2019 roku, a oficjalne otwarcie zostało zaplanowane na pierwszy kwartał 2025 roku. Cały układ doprowadzający wiązkę został zainstalowany, co pozwoliło na wyprowadzenie wiązki synchrotronowej poza pierścień synchrotronu w sierpniu 2024 roku.

Mikrospektroskopia IR znajduje zastosowanie w bardzo szerokim spektrum dziedzin nauki i nie tylko. Począwszy od obrazowania biomedycznego, analizy składu materiałów polimerowych i nieorganicznych, czy badań nad materiałami dwuwymiarowymi, skończywszy na dziełach sztuki i analizie materiałów dowodowych na potrzeby procesów karnych. Linia CIRI ma umożliwić obrazowanie spektroskopowe na najwyższym poziomie jakości z najlepszą rozdzielczością przestrzenną.

Mikrospektroskopia w podczerwieni wykorzystuje zjawisko absorpcji przez molekuly promieniowania o specyficznych dla nich długościach fali, które odpowiadają drganiom wiązań chemicznych. W zależności od potrzebnej rozdzielczości przestrzennej badania przeprowadza się na wybranym mikroskopie. Każda ze stacji oferuje inne techniki badawcze.

Mikroskopia FT-IR umożliwia mapowanie oraz obrazowanie próbek dzięki dostępności detektora MCT oraz macierzy detektorów FPA. Pomiar cienkich filmów i warstw przeprowadza się w trybach transmisji i refleksji. Zaawansowana metoda ATR pozwala na pomiary próbek w różnych formach (fragmenty materiału, proszki) przy ich niewielkim przygotowaniu.

Mikroskop s-SNOM/AFM-IR łączy mikroskopię sił atomowych ze spektroskopią IR. Dwa podstawowe tryby to mikroskopia w bliskim polu s-SNOM oraz AFM-IR wykorzystująca zjawisko fototermicznej rozszerzalności próbek. Pierwsza dostarcza informacji

CIRI beamline

Assoc. Prof. Tomasz Wróbel, PhD

The CIRI (Chemical Infrared Imaging) infrared beamline is the first synchrotron beamline of its kind in Poland. Its construction began in 2019, and it is scheduled to open in the first quarter of 2025. The entire beam feed system has been installed, enabling the synchrotron beam to be led out of the synchrotron ring in August 2024.

IR microspectroscopy is used in a very wide range of scientific fields and beyond, starting with biomedical imaging, the analysis of the composition of polymeric and inorganic materials, or research on two-dimensional materials, and ending with works of art or analysis of evidence for criminal trials. The CIRI beamline is to enable spectroscopic imaging at the highest level of quality with the best spatial resolution.

Infrared microspectroscopy uses the phenomenon of absorption of light of specific wavelengths, corresponding to chemical vibrations, by molecules. Depending on the required spatial resolution, the experiments are carried out on a specific microscope. Each end-station offers different measurement techniques.

FT-IR microscopy with two types of detectors (MCT and FPA) is dedicated to sample mapping and imaging. The transmission and reflection modes are used for thin films and layers measurements. The advanced ATR mode enables studies of samples in various forms (fragments, powder) with little preparation.

s-SNOM/AFM-IR microscope combines classical atomic force microscopy with IR spectroscopy. The first measurement mode is near-field microscopy, s-SNOM. It provides information on the sample IR absorption, reflectance, and morphology. The measured signal corresponds to the light scattered under the AFM tip. The substrate must reflect backlight (usually

o absorpcji promieniowania IR, współczynnika odbicia oraz morfologii próbki. Sygnałem mierzonym jest światło rozproszone pod igłą AFM. Substrat musi odbijać światło (zwykle złoto lub krzem). Druga technika pozwala na uzyskanie pełnego widma IR z nanometryczną rozdzielczością przestrzenną. Rozszerzanie się próbki pod igłą AFM prowadzi do zmiany amplitudy wychylenia belki, co jest mierzone za pomocą lasera.

Mikroskopia O-PTIR również bazuje na efekcie foto-termicznej rozszerzalności, ale podstawy techniki są zupełnie inne. Jako sonda wykorzystywany jest zielony laser. Ekspansja próbki powoduje zmianę intensywności elastycznie rozproszonego światła (rozpraszanie Rayleigha). W tym samym momencie mogą być zbierane sygnały IR oraz Ramanowski. Próbki nie potrzebują szczególnego przygotowania. Możliwe są również unikalne pomiary w ciekłym medium np. komórek.

gold or silicon). The second mode, AFM-IR, is based on the photothermal expansion phenomenon. The full IR spectrum is measured with nanometric spatial resolution. The expansion of the sample under the AFM tip changes the deflection amplitude of the cantilever, which is measured by laser.

The physical principle of O-PTIR microscopy is similar to AFM-IR. The measured signal corresponds to a photothermal expansion of the sample. In this type of microscope, a green laser is used as a probe. The sample expansion results in a change in the intensity of the elastically scattered light (Rayleigh scattering). Two types of information can be collected at the same time – infrared and Raman signals. No special preparation of the sample is required. Unique measurements in a liquid medium (biological cells etc.) are also possible.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
Source	bending magnet
Available energy range	500 meV–12.5 meV (4000 cm ⁻¹ – 100 cm ⁻¹)
Energy resolution ΔE/E	Station number 1: • Max. 0.5 cm⁻¹ for mapping (MCT) • Max. 2 cm⁻¹ for imaging (FPA) • Station number 2: 4 cm⁻¹ • Station number 3: 1 cm⁻¹
Beam size at sample (H × V)	Diffraction limit of IR – about 10 μm
Photon flux at sample	10 ¹³ (photons/s/0.1% BW)
Polarisation	linear, circular
IR microscope with FPA and MCT detectors end station	available
sSNOM and AFM-IR end station	available
O-PTIR end station	available

Tabela 7. Tabela prezentująca parametry techniczne linii CIRI.

Table 7. A table presenting CIRI beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii badawczej CIRI

CIRI beamline highlights

CIRI

→ Calculate the orientation of macromolecules in three-dimensional space

Authors: Karolina Kosowska, Paulina Koziół-Bohatkiewicz, Maciej Roman, Tomasz P. Wrobel
Macromolecules, 57, 9, 4335-4344, doi: 10.1021/acs.macromol.3c01593

Scientists from the CIRI beamline are developing a method to calculate the orientation of macromolecules in a three-dimensional space based on microscopic measurements using mid-infrared light polarised linearly at different angles. Reconstructing the experimental shape of the absorption dependency on polarisation by fitting a nonlinear function to the data points obtained from the measurements enables determining the angles that define the orientation of macromolecules in a three-dimensional space, as well as a parameter describing the degree of sample organisation. The measurements were conducted using an FPA array detector available at the FT-IR microscopy end-station on the CIRI beamline.

This method is non-destructive and does not require labelling, making it particularly useful for imaging and quantitatively determining the order parameters in various types of anisotropic polymer and biological samples.

The study focuses on the structural characterisation of poly(lactic acid) (PLLA), a biodegradable polymer known for its polymorphism and significant potential in various applications due to its environmentally friendly nature. Scientists prepared thin PLLA films and, through their thermal treatment, obtained a sample of varied morphology, including an amorphous phase, isolated spherulites, and larger clusters of the semi-crystalline phase. The reconstruction of the three angles of macromolecule orientation revealed that the morphological organisation in the amorphous phase is random, and the molecular orientation in thin

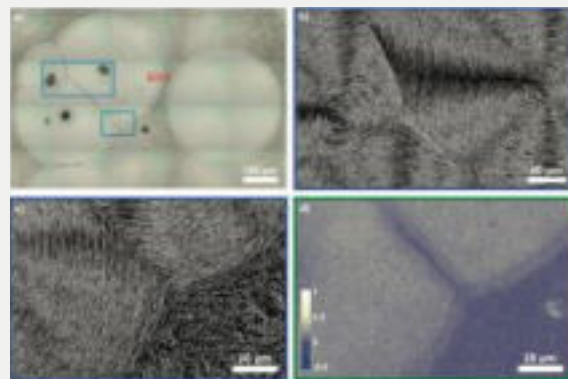


Figure 1. Optical microscopic image of the PLA film (a). 4P-3D orientation results for a pair of 1088–1041 cm^{-1} . Visualisation of the primary transition moment (1088 cm^{-1}): centres of nucleation (b), borders between spherulites and amorphous phase (c), and the $\langle P2 \rangle$ image of the same region (d).

films differs from the semi-crystalline phase also in the third dimension.

The findings show that the 4P-IR method can provide detailed insights into the molecular organisation of materials. The parameter of the degree of organisation $\langle P2 \rangle$ enables the differentiation and localisation of amorphous and crystalline regions based, offering new insights into polymer morphology. Scientists emphasise the potential of this method for better understanding of polymer structures and in contributing to the development of high-quality materials of customised properties. The „four polarisations” 4P-IR method could become a valuable tool for scientists studying complex polymer systems.

Written by: Karolina Kosowska

→ Machine learning-based IR imaging model for pancreatic tissue recognition developed.

Authors: Danuta Liberda, Paulina Koziół, Tomasz Wrobel

International Journal of Biological Sciences, 2023, 19(10):3200-3208, doi:10.7150/ijbs.83068

Researchers from CIRI beamline built the first IR-based machine learning model for comprehensive pancreatic histopathology determination, based on 600 needle biopsies from 250 patients. The total number of spectra collected with FT-IR imaging amounted to 672 407 632, forming one of the biggest dataset in tissue recognition collected up to this time.

Infrared (IR) imaging in combination with machine learning is a great tool for diagnosing different cancer types. However, it was never used for pancreatic cancer recognition. It is difficult to diagnose pancreatic cancer at an early stage, due to the lack of characteristic disease symptoms-. The gold standard in diagnosis is histopathological evaluation of the sample, which unfortunately can be time-consuming and subjective. Therefore, researchers from CIRI beamline developed a method involving IR imaging combined with machine learning, for comprehensive histopathology recognition in pancreatic tissues, and patient classification. The created model enabled lesion classification as either cancerous or benign with very high accuracy (AUC values above 0.95 – where AUC equal to 1 represents a perfect classifier). Furthermore, they were able to recognise six tissue classes, even in surgical resection biopsies from a hospital. They also compared the influence of different spatial resolutions (standard or high definition) on classification results. The main aim of this research was to develop a state of the art baseline model for future clinical applications, and the study was funded by a Homing grant from the Foundation for Polish Science.

Written by: Danuta Liberda-Matyja

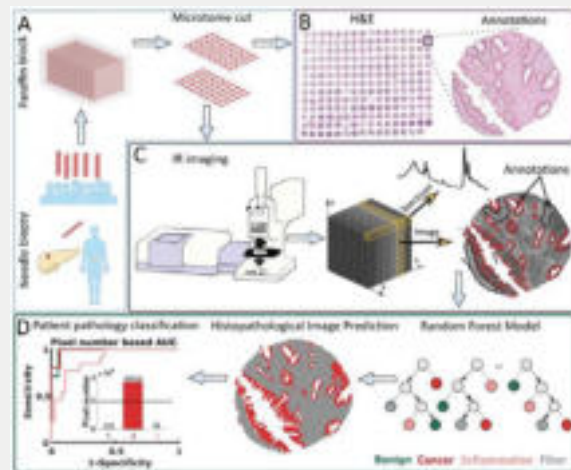


Figure 1. Patient pathology recognition pipeline: A) Tissue Micro Array preparation, B) Histopathological annotation in H&E stained biopsies images, C) Biopsies' Infrared Imaging and obtained data structure, D) Model creation and patient pathology recognition.

Linia badawcza ARYA

dr inż. Joanna Sławek

Linia ARYA (mAcromolecular x-ray crystAllography) będzie pierwszą linią dedykowaną krystalografii makromolekuł na synchrotronie SOLARIS. Pierwotnie, infrastruktura ta była częścią projektu SOLCRY5, który zakładał budowę jednej linii badawczej o dwóch niezależnych stacjach końcowych – do pomiarów MX (krystalografia makromolekuł) oraz SAXS (małokątowe rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego). Projekt miał być finansowany dzięki umowie między Uniwersytetem Jagiellońskim a Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych w Dubnej, zawartej w 2019 roku. Po zawieszeniu współpracy z Rosją powstała nowa wersja projektu, która otrzymała finansowanie z MNiSW w 2023 roku.

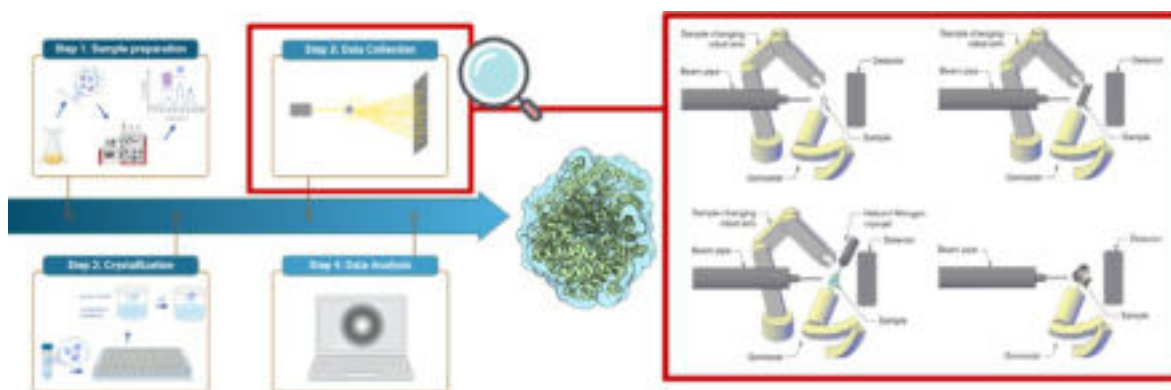
Linia ARYA będzie umożliwiała użytkownikom badania struktur przestrzennych białek, kwasów nukleinowych, kompleksów wielkocząsteczkowych oraz

ARYA beamline

Joanna Sławek, PhD (Eng)

ARYA (mAcromolecular X-ray crystAllography) will be the first beamline dedicated to macromolecular crystallography at the SOLARIS synchrotron. This infrastructure was originally part of the SOLCRY5 project, which aimed to construct one beamline with two independent end-stations – one for macromolecular crystallography (MX) and the other for small-angle X-ray scattering (SAXS). The project was initially to be financed through an agreement between the Jagiellonian University and the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna, established in 2019. However, after the collaboration with Russia was suspended, a revised version of the project was developed, which received funding from the Ministry of Science and Higher Education in 2023.

The ARYA beamline will allow users to analyse the spatial structures of proteins, nucleic acids,



Zdjęcie 1. Kroki ilustrujące etapy wykorzystywane do otrzymania struktury makrocząsteczek oraz potencjalne funkcjonalności stacji końcowej planowanej na linii ARYA. Utworzono za pomocą BioRender.com.

Figure 1. Steps illustrating the steps used to obtain the structure of macromolecules and the potential functionality of the end-station planned for the ARYA beamline. Created with BioRender.com.

mniejszych cząsteczek, takich jak substancje bioaktywne, cząsteczki organiczne czy polimery. Pomiary będą w pełni zautomatyzowane, umożliwiając zdalne prowadzenie badań. Poza standardowymi eksperymentami krystalograficznymi planowany jest szereg dodatkowych funkcjonalności, takich jak: badania przesiewowe fragmentów chemicznych (fragment screening), pomiary wysokociśnieniowe, skany fluorescencji dla próbek zawierających metale oraz serijna krystalografia.

Linia ARYA zostanie zainstalowana w sektorze 03ID w nowej części hali eksperymentalnej. Źródłem promieniowania będzie 3-polowy wiggler, który przeszedł fazę testów fabrycznych i jego instalacja jest zaplanowana na 2025 rok. Zaprojektowana została również sekcja prosta, umożliwiająca wstawienie wigglera do pierścienia oraz sekcja front-end, dzięki której możliwe będzie wyprowadzenie promieniowania w kierunku stacji końcowej. Sekcja optyczna i stacja końcowa są na etapie finalizacji projektu. Otwarcie linii przewidziane jest na rok 2027.

macromolecular complexes, and smaller molecules including bioactive substances, organic molecules, and polymers. Measurements will be fully automated, enabling remote experiments. In addition to standard crystallographic experiments, several additional features are planned, such as fragment screening, high-pressure measurements, fluorescence scans of samples containing metals, and serial crystallography.

The ARYA beamline will be installed in sector 03ID of the new part of the experimental hall. The radiation source will be a 3-pole wiggler, which has successfully passed factory testing and its installation is planned for 2025. A straight section has been designed to enable the wiggler to be inserted into the ring, along with a front-end section that will enable the radiation to be directed toward the end-station. The optical section and end-station are in the final stages of design completion. The opening of the ARYA beamline is planned for 2027.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS	
PARAMETERS	VALUE
Source	3-pole wiggler
Available energy range	5–22 keV
Energy resolution $\Delta E/E$	DCM 1×10^{-4} ; DMM 1×10^{-2}
Beam size at sample (H $\times$ V)	260 $\times$ 80 μm
Photon flux at sample	$\sim 10^{12}$ ph/s
End station	macromolecular crystallography (MX)
Fields of applications for prospective users:	structural biology, pharmacology, materials chemistry, solid-state physics

Tabela 8. Tabela prezentująca parametry techniczne linii ARYA.

Table 8. A table presenting ARYA beamline technical parameters.

Linia badawcza SMAUG

prof. dr hab. Maciej Kozak

Linia synchrotronowa do badań małokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (SAXS) SMAUG powstaje jako projekt infrastrukturalny Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, realizowany we współpracy z Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS, UJ. Idea przedsięwzięcia wywodzi się z projektu SOLCRY, którego realizacja uległa zmianie po zbrojnej agresji Rosji na Ukrainę.

Gałąź SAXS została więc ulokowana jako samodzielna linia SMAUG na magnesie uginającym i będzie wykorzystywać twarde promieniowanie rentgenowskie do badań struktury i dynamiki konformacyjnej cząsteczek w roztworach oraz ciele stałym.

Projekt wszedł w fazę konstrukcyjną i obecnie linia budowana jest w nowej hali eksperymentalnej. Źródłem promieniowania synchrotronowego dla tej linii będzie magnes uginający w sekcji BM02.

Stacja końcowa linii SMAUG została zainstalowana w grudniu 2024 roku. Wyposażona jest w autosampler do pomiarów bioSAXS, przystawki do symultanicznych pomiarów SAXS i DSC, rheoSAXS, termicznych oraz mechanicznych, detektor hybrydowy o rozdzielczości 4 megapikseli.



SMAUG beamline

Professor Maciej Kozak, PhD

The small-angle X-ray scattering (SAXS) beamline, SMAUG, is being built as an infrastructure project of the Adam Mickiewicz University in Poznań, implemented in cooperation with the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre, Jagiellonian University. The concept of this new project stems from the SOLCRY project, which implementation changed after Russia's armed aggression against Ukraine.

The SAXS branch was separated as an independent SAXS beamline on a bending magnet and will use hard X-rays to study the structure and conformational dynamics of molecules in solutions and in solid state.

The project has now entered the construction phase, and the beamline is being built in the new experimental hall. The bending magnet from the BM02 section will be used as a source of synchrotron radiation.

The end-station of SMAUG beamline was installed in December 2024, and it contains a robotic autosampler for bioSAXS measurements, a set of accessories for experiments at low and high temperatures, simultaneous SAXS and DSC measurements, and rheoSAXS or mechanical measurements. The system is equipped with a hybrid detector with a resolution of 4 megapixels.

Zdjęcie 1. System SAXS/WAXS XEUS 3.0 (XENOC) zainstalowany w hucie linii badawczej SMAUG.

Photo 1. SAXS/WAXS XEUS 3.0 system (XENOC) located in the SMAUG experimental hutch.

foto./photo: Maciej Kozak

W obecnym kształcie linia SMAUG będzie wykorzystywana do badań w takich obszarach jak:

- monitorowanie zmian konformacyjnych makrocząsteczek w roztworze;
- wpływ wybranych parametrów chemicznych i fizycznych na stabilność kompleksów białkowych;
- badania struktury oraz stabilności dyspersji nanocząstek metalicznych, magnetycznych, hybrydowych, półprzewodnikowych lub polimerowych;
- badania polimerowych, lipidowych oraz peptydowych nośników leków i systemów do terapii genowej;
- analiza mikrostruktury polimerów i nanokompozytów polimerowych;
- badania struktury błon biologicznych;
- badania strukturalne sit molekularnych, katalizatorów, komponentów ogniw paliwowych;
- analiza strukturalna nowych materiałów i biomateriałów.

The SMAUG beamline will be used for research in following areas:

- monitoring of conformational changes of macromolecules in solution;
- the influence of chemical or physical parameters on the stability of protein complexes;
- studies of the structure and stability of dispersions of metallic, magnetic, hybrid, semiconductor or polymer nanoparticles;
- structural studies of polymer, lipid or peptide drug carriers or gene therapy systems;
- analysis of the microstructure of polymers and polymer nanocomposites;
- studies of the structure of biological membranes;
- structural studies of molecular sieves, catalysts, and fuel cell components;
- analyses of the microstructure of new materials and biomaterials.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS

PARAMETERS	VALUE
Source	Bending magnet, B ₀ = 1.92 Tesla
Available photon energy range	6–15 keV
Energy resolution ΔE/E	1 × 10 ⁻⁴
Double Crystal Monochromator (DCM)	
Double multilayer monochromator (DMM)	1 × 10 ⁻²
Spot size (H × V)	300 × 300 μm
Radiation intensity at the DCM (DMM) sample location	~10 ¹⁰ ph/s (~10 ¹² ph/s)
End station	Small-angle X-ray scattering (SAXS)
Areas of application for potential users	Structural biology Chemistry of materials and nanotechnology Chemistry and physics of polymers, Pharmaceutical sciences (drug and vaccine carrier designing) Solid state physics

Tabela 9. Tabela prezentująca parametry techniczne linii SMAUG.

Table 9. A table presenting SMAUG beamline technical parameters.

Kriomikroskopia elektronowa SOLARIS

*dr hab. Artur Biela,
dr inż. Paulina Indyka,
dr Michał Rawski*

Kriomikroskopia Elektronowa w SOLARIS działa od września 2019 roku, kiedy to mikroskop Titan Krios G3i został po raz pierwszy udostępniony dla użytkowników. Obecnie w Centrum dostępne są dwa wysokiej klasy transmisyjne kriomikroskopy elektronowe – Krios G3i oraz Glacios (Thermo Fisher Scientific) w pełni przeznaczone do pomiarów w zakresie temperatur ciekłego azotu.

Najnowocześniejszy w Polsce, Titan Krios G3i wyposażony jest w trójkondenserowy układ soczewek stałej mocy, które w połączeniu z polowym emiterym elektronów (FEG) umożliwiają bardzo stabilne pomiary. Zainstalowane w mikroskopie dwa bezpośrednie detektory elektronów charakteryzują się bardzo krótkim czasem rejestracji obrazów wysokiej rozdzielczości, co przekłada się na szybkie zbieranie zestawów danych dla technik Single Particle Analysis (SPA) i tomografii krioelektronowej (cET). Z danych SPA rejestrowanych na mikroskopie użytkownicy rutynowo określają trójwymiarowe struktury (3D) makrocząsteczek w rozdzielczościach z przedziału 2-4 Å, z aktualnym rekordem wynoszącym 1,93 Å.

Glacios, drugi z dostępnych mikroskopów, wykorzystywany jest zarówno do wstępnej, jak i właściwej analizy próbek. Wyposażony jest on w dwie kamery umożliwiające analizę SPA oraz cET, jak również eksperymenty z wykorzystaniem dyfrakcji na mikrokryształach (microED). Mapy potencjału uzyskiwane w wyniku analizy zarejestrowanych danych charakteryzują się rozdzielczością poniżej 3 Å

SOLARIS Cryo-EM Facility

*Artur Biela, PhD,
Paulina Indyka, PhD (Eng),
Michał Rawski, PhD*

The SOLARIS Cryo-EM Facility has been providing services to users since September 2019, when the Titan Krios G3i cryo-TEM was available to the users for the first time in the Autumn Call for proposals. At present, the facility provides access to two high-end cryo-electron microscopes, i.e. Titan Krios G3i and Glacios (Thermo Fisher Scientific), fully dedicated to measurements in liquid nitrogen temperatures.

The state-of-the-art Titan Krios G3i is equipped with a flexible three-condenser lens system and constant power lens optics, which in combination with a FEG electron emitter ensures very stable high-resolution imaging. Two direct electron detectors support fluent workflow and high throughput of any Single Particle Analysis (SPA) or Cryo-electron Tomography (cET) experiment. The possibility to acquire SPA data-sets provides the unique opportunity to resolve the three dimensional (3D) structure of a macromolecule at a resolution of about 2 Å (with actual record of 1.93 Å), which means that unprecedented insight and details of the molecules can be visualised.

The second microscope, Glacios, is equipped with two cameras for Micro Electron Diffraction (microED) experiments or high – and low-dose imaging. It is dedicated for data collection & sample screening (SPA and cET). The densities maps resolved are characterised with a resolution of less than 3 Å for average and big particles (400 kDa and more) and 4-5 Å for small particles (less than 200 kDa).

dla cząstek średnich i dużych (400 kDa i więcej) oraz 4-5 Å dla cząstek małych (poniżej 200 kDa).

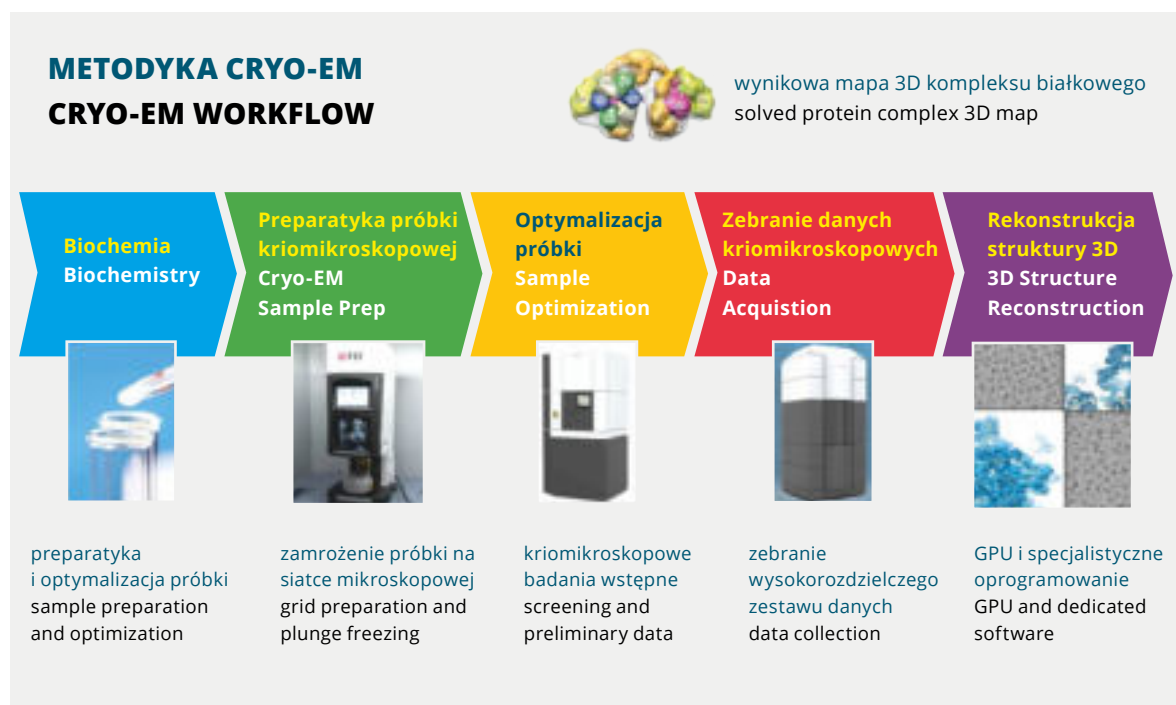
Wspomniana wyżej konfiguracja eksperymentalna jest bardzo elastyczna i wydajna w przypadku przygotowywania próbek, badań przesiewowych i pozyskiwania danych o wysokiej rozdzielczości. Laboratorium pozwala użytkownikom na analizę cząsteczek, takich jak białka, RNA, DNA itp., błyskawiczne zamrażanie próbek, przygotowanie do instalacji w tzw. autoloaderach firmy Thermo Fisher Scientific (tzw. klipowanie) oraz przeprowadzanie badań przesiewowych, a także gromadzenie danych wstępnych. Siatki oznaczone do dalszego zbierania danych w wysokiej rozdzielczości (Hi-Res) mogą być bezpiecznie przechowywane w posiadanym systemie przechowywania próbek, umożliwiającym bezpieczne magazynowanie zamrożonych siatek w ciekłym azocie przez co najmniej rok.

Przy szybkości zbierania prawie 800 obrazów na godzinę, jeden mikroskop może wygenerować prawie 10 TB danych w ciągu jednego dnia. Taka ilość danych nie jest łatwa do przechowywania. SOLARIS oferuje cały system przechowywania i przetwarzania danych. Surowe zbiory danych są przechowywane przez co najmniej 6 miesięcy. Możliwe jest również wstępne przetwarzanie, takie jak korekcja ruchu i szacowanie CTF, a także wybieranie cząstek z mikrografów na miejscu, aby zmniejszyć ilość danych do pobrania lub skopiowania na dysk zewnętrzny. Takie podejście jest szczególnie skuteczne, gdy potrzebna jest szybka i wydajna analiza danych. Laboratorium jest wyposażone w dwa serwery obliczeniowe GPU, jeden oparty na NVIDIA Tesla V100 z 32 GB pamięci, 72 rdzeniami CPU i 760 GB pamięci RAM do rekonstrukcji większych boxów i tomografii, a drugi z 6x NVIDIA RTX 4090 z 24 GB pamięci każdy, 64 rdzeniami CPU i 256 GB pamięci RAM do równoległego przetwarzania danych i rekonstrukcji mniejszych boxów.

The abovementioned experimental setup is very flexible and ensures high throughput of sample preparation, screening, and high-resolution data acquisition. The Facility allows its users to bring their molecules, like proteins, RNAs, DNAs, etc. in a liquid form and plunge freeze the specimens, prepare them for usage with Thermo Fisher Scientific Autoloaders (so-called clipping), and perform the screening and preliminary data collection. Grids marked for further high resolution (Hi-Res) data collection can be safely stored in the Facility storage system, in which frozen grids can be safely stored in liquid nitrogen for at least one year.

With the collection rate of almost 800 images per hour, almost 10TB of data can be generated within a single day just by one microscope. This amount of data may be problematic in terms of storage. SOLARIS Cryo-EM Facility offers the whole data storage and processing pipeline. Raw datasets are stored for at least 6 months. It is also possible to do pre-processing like Motion Correction and CTF estimation, as well as particle picking on-site, to reduce the amount of data to be downloaded or copied to an external drive. This approach is especially effective when quick and robust data analyses and structure reconstructions are needed. The Facility is equipped with two GPU computational servers, one based on NVIDIA Tesla V100 with memory of 32GB, 72 CPU cores, and 760 GB of RAM for larger box reconstructions and tomography, and the second with 6x NVIDIA RTX 4090 with memory of 24 GB each, 64 CPU cores and 256 GB of RAM for parallel data processing and smaller box reconstructions.





Rysunek 1. Od biochemii do trójwymiarowej struktury makromolekuł – kroki badawcze w technice Cryo-EM.

Figure 1. From biochemistry to 3D structure reconstruction of a macromolecule – a Cryo-EM workflow.

Rozwój Krioskopii Elektronowej w SOLARIS – infrastruktura badawcza, metody badawcze, kluczowe wydarzenia:

- W latach 2023–2024 wybudowano nowe pomieszczenia Pracowni Krioskopii oraz przeniesiono do nich mikroskopy.
- Skład Komisji Oceniającej Wnioski został poszerzony i liczy obecnie 11 członków.
- Zorganizowane zostały 4 międzynarodowe szkoły poświęcone krioskopii.

Development of the SOLARIS Cryo-EM Facility – research infrastructure development, progress in research methods, key events:

- In 2023–2024, new rooms were built and the microscope transfer was completed.
- Scientific Evaluation Committee was extended to 11 members.
- 4 international cryo-EM schools were organised.

CRYO-EM TECHNICAL PARAMETERS

PARAMETERS	VALUE	
Microscope Cryo-TEM	Krios G3i Cryo-TEM	Glacios Cryo-TEM
Source	X-FEG (high-brightness field emission gun)	
Accelerating voltage	300 kV	200 kV
Cryo-autoloader	Automated and contamination-free loading of cassettes (up to 12 Autogrids)	
Lenses	• Automatic condenser, objective and SA apertures • Three-condenser-lens system for automated, continuous, and parallel sample illumination • Symmetric constant power C-TWIN objective lens with wide-gap pole piece (11 mm)	• Automatic condenser, objective, and SA apertures • Symmetric constant power objective lens (minimising image aberrations and lens hysteresis during mode switching) • Symmetric constant power C-TWIN objective lens with wide-gap pole piece (11 mm)
Stage	• Computerised 4-axis specimen stage with a ± 70-degree alpha tilt • Cryo-stage with a single axis holder for optimised stability and drift performance	• Computerised 4-axis specimen stage with a ± 70-degree alpha tilt • Cryo-stage with a single axis holder
Imaging	Rotation-free imaging with changing magnification	
Advanced performance monitoring	Self-assessment of optical microscope status, combined with automated alignments, ensuring optimal experimental conditions are always available	
AFIS (aberration-free image shift)	Enhancing throughput with shorter relaxation times when moving coma-free between grid holes	
FFI (fringe-free imaging)	Enhanced throughput with multiple image acquisitions per grid hole	–
Software	Thermo Scientific: • EPU Software for single particle analysis (SPA) screening and data acquisition • Tomography Software (cryo-ET)	Thermo Scientific: • EPU Software for single particle analysis (SPA) screening and data acquisition • Tomography Software (cryo-ET) • EPU-D software
Detectors	• Gatan K3 BioQuantum • Falcon 3 Direct Electron Detector • Thermo Scientific Ceta 16M CMOS Camera	• Falcon 4 Direct Electron Detector • Thermo Scientific Ceta™ D Camera
Energy filter	Gatan BioQuantum Energy Filter for contrast enhancement	–
Other options	Thermo Scientific Phase Plate Solution	–
Sample preparation – from 2023 the entire process takes place in the SOLARIS cryo-EM Facility equipped with all the necessary systems, i.e. Vitroblots, glow discharger.		

Tabela 9. Tabela prezentująca parametry techniczne kriomikroskopii elektronowej w SOLARIS.

Table 9. A table presenting Cryo-EM facility technical parameters.

Przykłady zastosowania Kriomikroskopii Elektronowej SOLARIS

SOLARIS Cryo-EM Facility highlights

Cryo-EM

→ Cryo-EM structures of the human Elongator complex at work.

Authors: Nour-el-Hana Abbassi, Marcin Jaciuk, David Scherf, Pauline Böhnert, Alexander Rau, Alexander Hammermeister, Michał Rawski, Paulina Indyka, Grzegorz Wazny, Andrzej Chramiec-Głąbik, Dominika Dobosz, Bożena Skupien-Rabian, Urszula Jankowska, Juri Rappsilber, Raffael Schaffrath, Ting-Yu Lin & Sebastian Glatt

Nature Communications, 15, 4094 (2024), doi.org/10.1038/s41467-024-48251-y

Elongator structural studies, led by the Max Planck Research Group at the Malopolska Biotechnology Centre UJ, have been associated with the SOLARIS cryo-EM Facility operation since its inception in 2019. Over this time, the facility has participated in the determination of several very informative yeast and mouse Elongator cryo-electron microscopy (cryo-EM) structures representing various intermediate states. The last two years of work resulted in the study on the human Elongator, which was published in May 2024 in the prestigious Nature Communications journal (Abbassi et al., 2024). The Elongator is a large (860 kDa) protein complex composed of two copies of six subunits called Elongator protein 1 to 6 (Elp1-6). The Elongator main function is to introduce a carboxymethyl group to the 5th carbon of wobble uridine in certain tRNAs, a priming modification for several subsequent modifications. The presence of fully modified wobble uridines is crucial for the tRNAs recognition, binding or rejection from the A site of ribosomes, fine tuning the speed of translation, enabling optimal folding of newly synthesised protein. The Elongator consists of two subcomplexes. The larger, Elp123, modifies tRNA through combined effects of acetyl coenzyme A (Ac-CoA) hydrolysis and radical S-adenosyl methionine cleavage of the catalytic Elp3 subunit. Elp456, a smaller subcomplex, is responsible for the modified tRNA release from Elp123. Abbassi et al. reported the first high resolution (2.9 Å) cryo-EM structure of the human ELP123 with bound tRNA and Ac-CoA. The

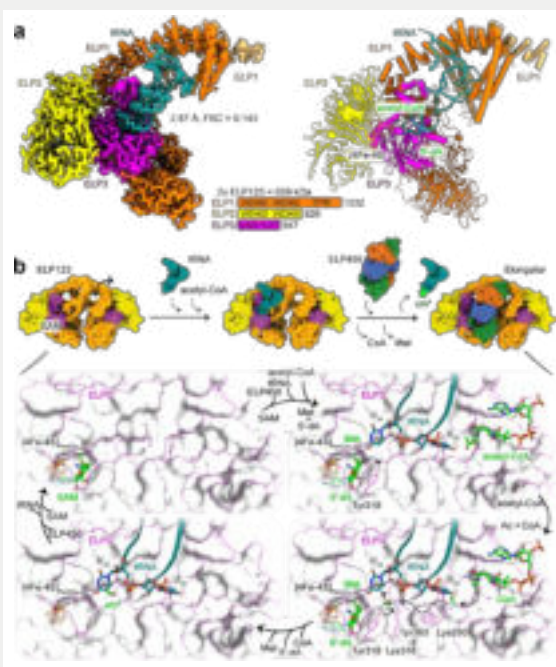


Figure 1. (a) Human ELP123 cryo-EM structure. (b) A molecular mechanism of wobble uridine modification reaction proposed by the authors.

structure provided a detailed insight into the organisation of the active site, and on this basis the authors proposed a molecular mechanism of modification reaction. Elongator research is an example of a project that has benefited from the use of facility microscopes, resulting in ground breaking publications. This work received The 2024 FNP award for the best publication in Life Sciences.

Written by: Sebastian Glatt

→ Understanding photosynthesis at atomic resolution.

Authors: Marcin Sarewicz, Mateusz Szwalec, Sebastian Pintscher, Paulina Indyka, Michał Rawski, Rafał Pietras, Bohun Mielecki, Łukasz Koziej, Marcin Jaciuk, Sebastian Glatt, Artur Osyczka
Science Advanced 9, eadd9688, (2023), doi.org/ 10.1126/sciadv.add9688

Most plants use the Sun's energy to power their cellular metabolism. This enables them to produce biomass, which is then used as an energy source by other living organisms, including humans. Harnessing the power of cryo-EM microscopes at SOLARIS we provided new, highly detailed structural information on the cytochrome b6f. This large, dimeric enzyme is a central component of the photosynthetic apparatus of plants and cyanobacteria, responsible for plastoquinol oxidation and plastocyanin reduction. Both processes are crucial steps of photosynthesis. To extend our understanding of them, we determined two high-resolution cryo-EM structures of the cytochrome b6f isolated from spinach. First, we determined the structure of cytochrome b6f in a complex with plastocyanin, a small copper-binding protein which acts as an electron carrier in photosynthesis. It allowed us to precisely determine the interaction interface between the cytochrome and plastocyanin. Secondly, we imaged cytochrome b6f with endogenous plastoquinones, small substrate molecules. We found that three plastoquinones line up one after another head to tail, spanning through the cytochrome dimer, indicating the existence of a dedicated channel for them. Using this finding, we proposed a one-way traffic model, in

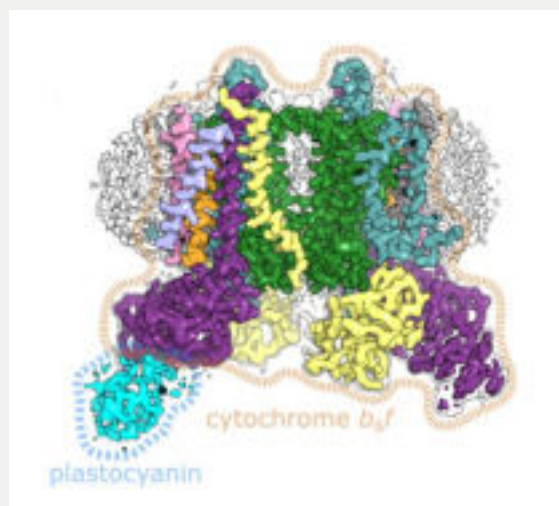


Figure 1. An overall structure of the cytochrome b6f with bound plastocyanin.

which quinones flow through cytochrome b6f in one direction, transiently exposing the quinone redox-active ring during catalysis. Our model explains how efficient quinol oxidation during photosynthesis occurs. This work was awarded the Parnas Prize for the best experimental work in the field of biology from a Polish Group.

Written by: Artur Osyczka

2

CZĘŚĆ
PART



The background of the slide features a green field with numerous thin, yellow, slightly curved lines that create a sense of depth and movement, resembling a stylized landscape or a field of tall grass. The lines are more densely packed on the left and become more sparse towards the right.

**Użytkownicy,
nabory wniosków
i publikacje**

**Users, calls for applications,
and publications**

Użytkownicy, nabory wniosków i publikacje

*mgr inż. Wiktor Kotlarz,
mgr Patrycja Pakońska*

W ciągu minionych dwóch lat w Centrum SOLARIS odbyły się kolejne cztery nabory wniosków o przyznanie czasu badawczego. Jesienią 2024 roku mieliśmy przyjemność zaprosić użytkowników do aplikowania już po raz czternasty.

Co roku czas badawczy podzielony jest na dwa sześciomiesięczne okresy:

- eksperymenty z naboru wiosennego przeprowadzane są od września tego roku do lutego następnego roku;
- eksperymenty z naboru jesiennego przeprowadzane są od marca do sierpnia następnego roku.

O dostęp do infrastruktury SOLARIS można wnioskować zarówno podczas naborów organizowanych przez Centrum – na platformie SOLARIS User Network (SUN), jak i przez międzynarodowe konsorcjum CERIC-ERIC, za pośrednictwem platformy Virtual User Office (VUO), które odbywają się w tych samych terminach.

Users, calls for applications, and publications

*Wiktor Kotlarz, MSc (Eng),
Patrycja Pakońska, MSc*

During the last two years, the SOLARIS Centre organised four calls for proposals. In Autumn 2024, we had the pleasure to open the 14th call for User's applications.

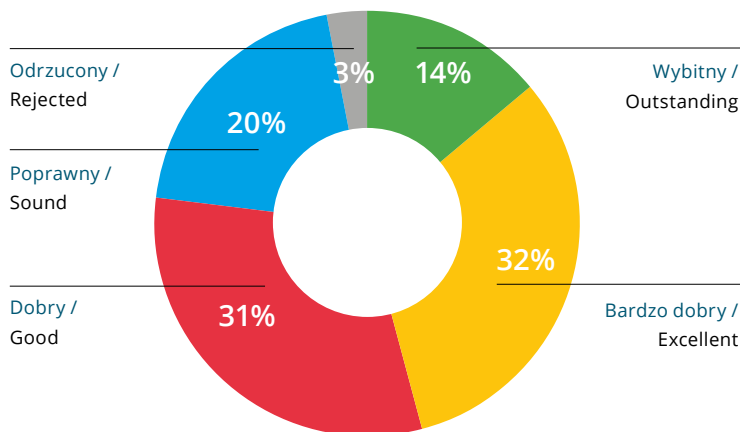
Each year, the beamtime in the SOLARIS Centre is divided into two six-months periods:

- experiments accepted during the spring call are performed from September of the same year to February of the following year;
- experiments accepted during the autumn call are performed from March to August of the following year.

Access to the SOLARIS infrastructure can be acquired by submitting an application during the calls organised by SOLARIS itself through the SOLARIS User Network platform (SUN), or via the international CERIC-ERIC consortium, on their Virtual User Office platform (VUO).

Rysunek 1.
Wykres przedstawiający
zestawienie ocen wniosków
w latach 2023–2024.

Figure 1.
A graph presenting a summary
of the application evaluations
in 2023–2024.



System SUN oraz VUO pozwalają na tworzenie wniosków dwa razy w roku (marzec i wrzesień), umożliwiając przesłanie ich do Centrum SOLARIS.

Decyzja o realizacji danego wniosku zależy od oceny merytorycznej przeprowadzonej przez niezależną, międzynarodową komisję. Główne kryteria oceny to:

- nowatorski zakres tematyki badań,
- sprecyzowana hipoteza naukowa,
- jasno określona metodologia oraz spodziewane wyniki badań,
- uzasadnienie celowości użycia promieniowania synchrotronowego,
- osiągnięcia naukowe wnioskujących,
- terminowe przedstawienie sprawozdań z wcześniejszych pomiarów w SOLARIS.

Zdecydowana większość przesyłanych wniosków otrzymuje ocenę wybitną, bardzo dobrą lub dobrą. Warto podkreślić, że dotychczas jedynie 2,6% wniosków otrzymało status „odrzucony”, ze względu na niski poziom techniczny lub merytoryczny wniosku. Głównym powodem odrzucenia większości aplikacji jest niewystarczająca ilość dostępnego czasu badawczego. SOLARIS jest jednostką otwartą dla użytkowników 7 dni w tygodniu, 24 godziny na dobę, jednak zapotrzebowanie na czas badawczy ponad dwukrotnie przekracza możliwości Centrum.

Tabela nr 1, przedstawia podsumowanie naborów zrealizowanych w ostatnich dwóch latach. Od 2022 roku możemy zauważyć stabilny wzrost popytu na czas badawczy w SOLARIS objawiający się zarówno zwiększoną liczbą składanych wniosków, jak również zapotrzebowaniem na większą liczbę godzin badawczych. Razem z popytem zwiększa się też czas eksperymentalny udostępniany przez Centrum. Zwiększanie liczby godzin dostępnych dla użytkowników na działających już liniach badawczych oraz otwieranie nowych linii eksperymentalnych sprawia, że z roku na rok w Centrum SOLARIS przeprowadzanych jest coraz więcej eksperymentów.

Both SUN and VUO allow users to create drafts of their applications at any time; however, there are only two months per year, March and September, when the applications can be submitted.

The decision whether the beamtime will be granted or not depends on the grade assigned by the International Review Panel whose main evaluation criteria are:

- the level of innovation in the planned research,
- precise scientific hypothesis,
- clearly defined methodology and anticipated research results,
- convincing grounds for using synchrotron radiation,
- the applicants' scientific achievements,
- timely presentation of reports on earlier measurements performed at SOLARIS.

The vast majority of applications received an outstanding, very good or good grade. It is worth noting that so far only 2.6% of applications have received the status of 'rejected' due to the low technical or substantive level of the application. The main reason for the rejection of most applications is the insufficient amount of research time available. SOLARIS is open to users 7 days a week, 24 hours a day, but the demand for the research time exceeds the Centre's capacity more than twice.

Table 1. presents a summary of calls carried out in the last two years. Since 2022, we have been able to observe a stable increase in demand for the research time at the SOLARIS Centre, manifested both by an increased number of submitted applications and a demand for more research hours. However, the experimental time provided by the Centre is also increasing along with the demand. Increasing the number of hours available to users on already operating beamlines and opening completely new beamlines means that more experiments are carried out at the SOLARIS Centre every year.

NABÓR NUMER / CALL NO	WNIOSKI ZŁOŻONE / SUBMITTED APPLICATIONS	WNIOSKI ZAAKCEPTOWANE / ACCEPTED APPLICATIONS	GODZINY WNIOSKOWANE / REQUESTED HOURS	GODZINY PRZYZNANE / GRANTED HOURS
11	191	120	16428	7732
12	205	131	17420	10312
13	211	141	19056	9588
14	213	149	19712	10348

Tabela 1. Podsumowanie naborów w latach 2023–2024. Tabela uwzględnia nabór w ramach ścieżki „szybkiego dostępu”.
Table 1. A Summary of the calls for applications in 2023–2024. The table takes into account the ‘rapid access’.

Możliwość aplikowania o czas badawczy w trybie tzw. „szybkiego dostępu”, ma na celu wsparcie naukowców, którzy przeprowadzają swoje pierwsze badania z użyciem promieniowania synchrotronowego. Procedura ta pozwala na uzyskanie, krótszego niż pełnowymiarowy eksperyment, dostępu do infrastruktury np. w celu przeprowadzenia pomiarów testowych. Dzięki temu, autor wniosku może zweryfikować, czy projekt badawczy jest możliwy do realizacji, co wpływa na poprawę jakości wniosku. Innymi przykładami zastosowania procedury szybkiego dostępu jest uzupełnienie wyników uzyskanych podczas eksperymentu zrealizowanego w SOLARIS lub konieczność szybkiego przeprowadzenia badań ze względu na ich potencjalnie wysoką wartość naukową. W 2023 roku złożono 60 wniosków o szybki dostęp, a w 2024 było ich 56. Dla porównania, w latach 2021–2022 otrzymaliśmy łącznie 37 takich aplikacji, co świadczy o ich rosnącej popularności.

The aim of the option of applying to SOLARIS via the ‘rapid access’ applications is to support scientists who are just starting their adventure with synchrotron radiation. This procedure allows for obtaining access to the infrastructure for a shorter time than a full-scale experiment, e.g. in order to carry out test measurements. This allows the author of the application to verify whether the research project is feasible, which improves the quality of subsequent applications. Other examples of the rapid access procedure application include supplementing the results obtained during an experiment carried out at SOLARIS or the need to conduct an experiment quickly due to its potentially high scientific value. 60 and 56 Rapid Access applications were submitted in 2023 and 2024, respectively. In 2021–2022, we received 37 such applications, which allows us to conclude that they are becoming increasingly popular.

Współpraca z zagranicznymi naukowcami

Badania w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS prowadzą nie tylko użytkownicy z Polski, ale także z zagranicy. Rysunek 2. przedstawia procentowe zestawienie złożonych wniosków pochodzących od autorów z Polski oraz innych części świata i wskazuje na dużą popularność SOLARIS również poza granicami kraju.

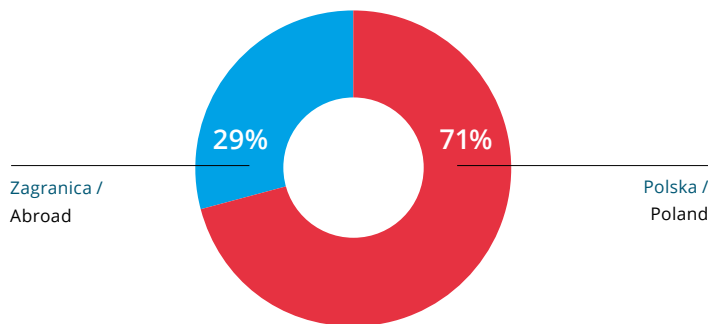
W ostatnich dwóch latach wnioski składali badacze z: Europy (m.in. Portugalii, Chorwacji, Serbii, Norwegii), Azji (m.in. Chin, Iranu), Ameryki Północnej (Kanady, Stanów Zjednoczonych) i Południowej (Brazylii) czy Afryki (Senegal). O czas badawczy w SOLARIS rywalizowały wnioski z aż 29 krajów.

Rysunek 2.

Procentowe zestawienie wniosków złożonych w latach 2023–2024 z podziałem na Polskie i zagraniczne.

Figure 2.

Percentages of Polish and foreign applications submitted in 2023–2024.



Cooperation with Foreign Scientists

Research at the SOLARIS Centre is carried out not only by users from Poland, but also from abroad. Figure 2 presents the percentage of submitted applications from Polish authors and from other parts of the world, indicating the high popularity of the Centre beyond Polish borders.

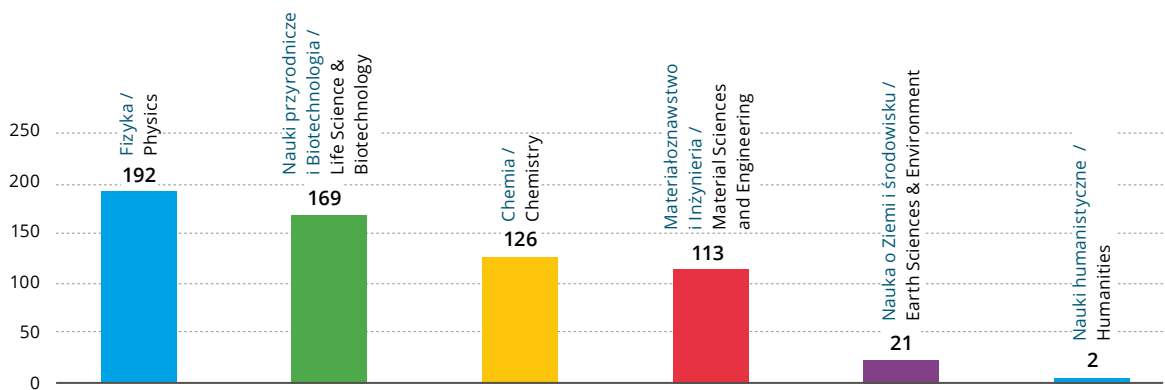
In the last two years, applications for the beamtime have been submitted from European countries (e.g. Portugal, Croatia, Serbia and Norway), as well as from Asia (e.g. China, Iran), North America (Canada, the United States), South America (Brazil), and Africa (Senegal). Applications from as many as 29 countries competed for beamtime at SOLARIS.

Dziedziny naukowe

Wraz z rozwojem oferty badawczej Centrum SOLARIS, powiększa się również katalog dyscyplin, z których pochodzą eksperymenty. Promieniowanie synchrotronowe umożliwia prowadzenie badań podstawowych, które pozwalają zdobyć wiedzę o powierzchni, strukturze i procesach zachodzących we wnętrzu materiałów. Pod ogólnymi nazwami dyscyplin takich jak fizyka, czy biologia kryją się niezwykle zróżnicowane dziedziny nauki: nanofizyka, elektrochemia, biologia strukturalna, badania nad atomową i molekularną strukturą materiałów, czy też nad zmianami klimatu. Właśnie tymi zagadnieniami najczęściej zainteresowani są użytkownicy SOLARIS.

Scientific Disciplines

Along with the development of the SOLARIS Centre's research offer, the catalogue of disciplines in which experiments are conducted is also expanding. Synchrotron radiation enables basic research to gain knowledge about the surface, structure and processes taking place inside various materials. The general names of disciplines such as physics or biology cover extremely diverse fields of science: nanophysics, electrochemistry, structural biology, research on the atomic and molecular structure of materials, or climate change. These are the issues that SOLARIS users are most often interested in.



Rysunek 3. Zestawienie ilościowe wniosków złożonych w zależności od dziedziny naukowej.
Figure 3. A graph showing the number of submitted applications broken by respective scientific fields.

Użytkownicy Centrum SOLARIS w latach 2023–2024

W latach 2023–2024 w Centrum odbyło się ponad 400 eksperymentów, w których uczestniczyło prawie 1800 użytkowników.

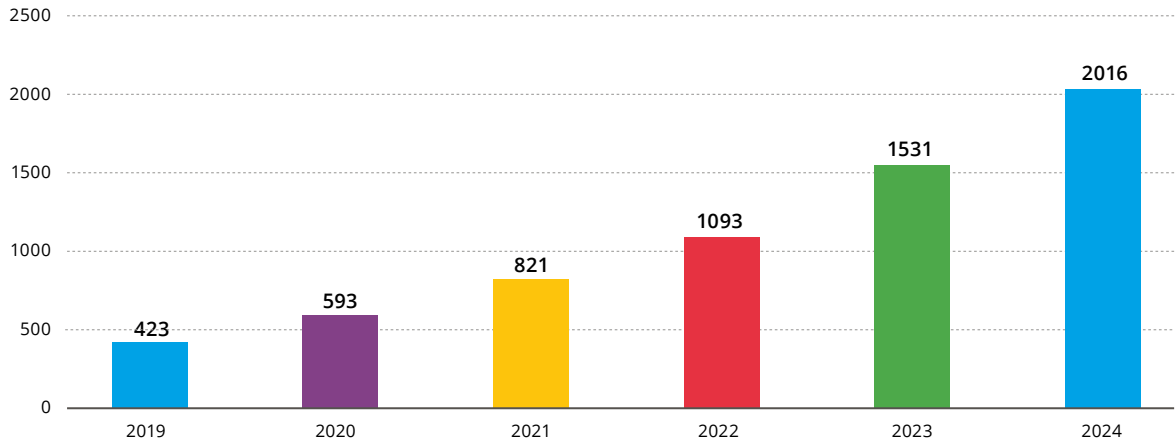
Liczby te przekładają się również na ilość użytkowników nieustannie rozwijanej platformy SUN, co przedstawione jest na poniższym wykresie.

SOLARIS Users in 2023–2024

In 2023–2024, SOLARIS saw more than 400 experiments conducted by almost 1800 users.

These numbers also translate into the numbers of users on the constantly developed SUN platform, which are shown in the chart below.

Despite the fact that as many as 71% of applications for beamtime submitted to SOLARIS come from



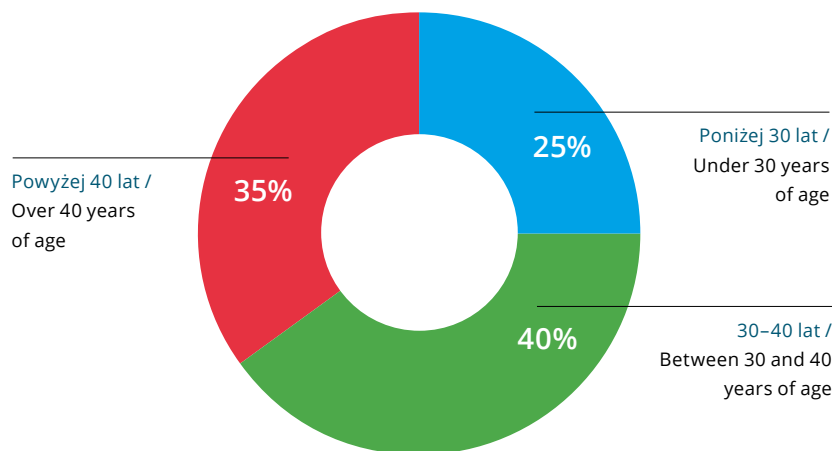
Rysunek 4. Wykres przedstawiający wzrost liczby użytkowników zarejestrowanych na platformie SUN.
Figure 4. A graph showing an increase in the number of users registered on the SUN platform.

Pomimo faktu, że aż 71% wniosków o czas badawczy składanych do SOLARIS pochodzi z Polski, rozpoznawalność krakowskiego synchrotronu poza granicami naszego kraju nieustannie rośnie. Użytkownicy Centrum SOLARIS reprezentują prawie 300 uniwersytetów, instytutów oraz przedsiębiorstw, z czego około 100 z nich znajduje się w Polsce. Jest to imponująca tendencja wzrostowa, która postawiona w porównaniu z danymi za rok 2022, w którym użytkownicy Centrum mogli pochwalić się około 100 afiliacjami sugeruje, że rozpoznawalność SOLARIS wzrasta zarówno na scenie lokalnej jak i globalnej.

Satysfakcjonujący jest również fakt, że w dużej części są to młodzi ludzie, którzy dzięki współpracy z opiekunami linii badawczych i kriomikroskopów, poznają możliwości rozwoju jakie dają eksperymenty prowadzone w tak zaawansowanych infrastrukturach naukowych jak SOLARIS.

Poland, the recognition of the Krakow synchrotron outside our country is not negligible. The users of the SOLARIS Centre come from almost 300 universities, institutes and enterprises, of which about 100 are located in Poland and as many as 200 abroad. This is a hugely encouraging statistic which, compared to the data for 2022, when the Centre's users could boast about 100 affiliations, suggests that SOLARIS recognition is increasing both on the local and on the global scale.

It is very satisfying that it is greatly popular with young people who, through their cooperation with the beamlines and microscope's supervisors, learn about the development opportunities offered by experiments conducted in scientific infrastructures as advanced as SOLARIS.



Rysunek 5. Wykres przedstawiający wiek użytkowników SUN.

Figure 5. A graph showing the age of the SUN users.



Rysunek 6. Logotypy jednostek i instytutów badawczych wykorzystujących infrastrukturę NCPS SOLARIS w badaniach.

Figure 6. Logos of units and research institutes using the SOLARIS NSRC infrastructure in research.

Publikacje w latach 2023–2024

W ciągu ostatnich dwóch lat, użytkownicy i pracownicy Centrum SOLARIS opublikowali aż 147 artykułów naukowych.

Artykuły użytkowników SOLARIS pojawiają się w międzynarodowych czasopismach, takich jak: „Advanced Materials”, „Physical Review X”, „Molecular Cell”, „Advanced Functional Materials” oraz „Nature Structural & Molecular Biology” i „Nature Communications”, będące częścią wydawnictwa „Nature”. Na bieżąco aktualizowaną listę publikacji można znaleźć na stronie internetowej SOLARIS w zakładce „badania”: synchrotron.uj.edu.pl/badania/lista-publikacji.

Spotkanie użytkowników Centrum SOLARIS

We wrześniu 2024 roku w SOLARIS po raz trzeci odbyło się spotkanie użytkowników naszego ośrodka. Konferencja „Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users” stanowiła doskonałą okazję do integracji społeczności użytkowników NCPS SOLARIS oraz wymiany wiedzy i doświadczeń związanych z badaniami naukowymi wykorzystującymi promieniowanie synchrotronowe.

Spotkanie, współorganizowane razem z Polskim Towarzystwem Promieniowania Synchrotronowego (PTPS), odbyło się w nowej części hali badawczej Centrum SOLARIS. W trakcie wydarzenia gościliśmy ponad 100 doświadczonych oraz początkujących użytkowników promieniowania synchrotronowego z kraju i zagranicy. Prelegentami byli specjaliści – naukowcy, którzy prezentowali znaczące wyniki swoich badań, oraz pracownicy SOLARIS opisujący swoje odkrycia, opowiadający o rozwoju Centrum lub wyjaśniający w jaki sposób zaaplikować o czas badawczy.

Publications in 2023–2024

Over the last two years, the SOLARIS Centre users and employees have published as many as 147 scientific articles.

Articles written by the SOLARIS Users appear in international journals such as: *Advanced Materials*, *Physical Review X*, *Molecular Cell*, *Advanced Functional Materials*, and *Nature Structural & Molecular Biology* and *Nature Communications*, which belong to the famous ‘Nature’ publishing house. A complete list of all scientific articles, which is continuously updated, can be found on the SOLARIS website under ‘research’: synchrotron.uj.edu.pl/en/badania/lista-publikacji.

SOLARIS Users Meeting

In September 2024, the SOLARIS Users Meeting was held for the third time in its history. The ‘Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users’ conference was an opportunity for the SOLARIS Centre Users to integrate and share knowledge and experience related to scientific research using synchrotron radiation.

The meeting, co-organised together with the Polish Synchrotron Radiation Society (PTPS), took place in the new part of the SOLARIS Centre experimental hall, where two new beamlines SMAUG and ARYA will soon be constructed. During the event, we hosted over 100 experienced and novice synchrotron radiation users from Poland and abroad. The guests of the meeting were specialists – scientists who presented impressive results of their research, and SOLARIS employees describing their discoveries, talking about the Centre’s development or explaining how to apply for research time.

3

CZĘŚĆ
PART





**Systemy
akceleratorów
oraz zadania CS IT**

**Accelerator systems
and CS IT Projects**

Systemy akceleratorów

*mgr inż. Piotr Andryszczak,
mgr inż. Krzysztof Guła,
dr inż. Andrzej Marendziak,
dr Roman Panaś,
Mateusz Szczepaniak,
dr Adriana Wawrzyniak*

Dział Akceleratorów odpowiada za niezawodne dostarczanie wiązki fotonowej o nominalnych parametrach dla użytkowników linii badawczych. Wiązka jest udostępniana użytkownikom przez 5 dni, a jeden dzień w tygodniu przeznaczony jest na prace optymalizacyjne i modernizacyjne. W 2024 roku harmonogram dostarczania wiązki został rozszerzony o dodatkowe 10 dni (niedziele), zwiększając tym samym dostępność dla użytkowników.

Pierścień akumulacyjny jest napełniany elektronami dwukrotnie każdego dnia. Corocznie zaplanowano dwa okresy wyłączenia synchrotronu – zimowy i letni – podczas których prowadzone są niezbędne modernizacje oraz przeglądy systemów akceleratorów.

Dane dotyczące dostępności wiązki elektronowej, średniego czasu między utratą wiązki (MTBF) oraz średniego czasu powrotu do operacji (MTTR) w latach 2023–2024 zostały zestawione w Tabeli 1.

Accelerator systems

*Piotr Andryszczak, MSc (Eng),
Krzysztof Guła, MSc (Eng),
Andrzej Marendziak, PhD (Eng),
Roman Panaś, PhD,
Mateusz Szczepaniak,
Adriana Wawrzyniak, PhD*

The Department of Accelerators is responsible for the reliable delivery of a photon beam. The beam is available to users for five days, and one day a week is dedicated to the optimisation and upgrade works. In 2024, the beam delivery schedule was extended by additional 10 days (Sundays), increasing its availability for users.

The storage ring is filled with electrons twice each day. Two – winter and summer – synchrotron shut-down periods are scheduled each year, for necessary upgrades and maintenance of the accelerator systems.

Information on the electron beam availability, mean time between failure (MTBF), and mean time to repair (MTTR) for 2023–2024 is summarised in Table 1.

ROK / YEAR	CAŁKOWITY CZAS (h) / TOTAL TIME (H)	DOSTĘPNOŚĆ (%) / AVAILABILITY (%)	MTBF (h) / MTBF (H)	MTTR (h) / MTTR (H)
2023	4038	97.4 %	95.2	1.8
2024	4838	97.2%	127.2	3.7

Tabela 1. Dane statystyczne działalności synchrotronu SOLARIS.
Table 1. Statistical data on the SOLARIS synchrotron activities.

Rozwój i usprawnienia korekcji orbity FOFB

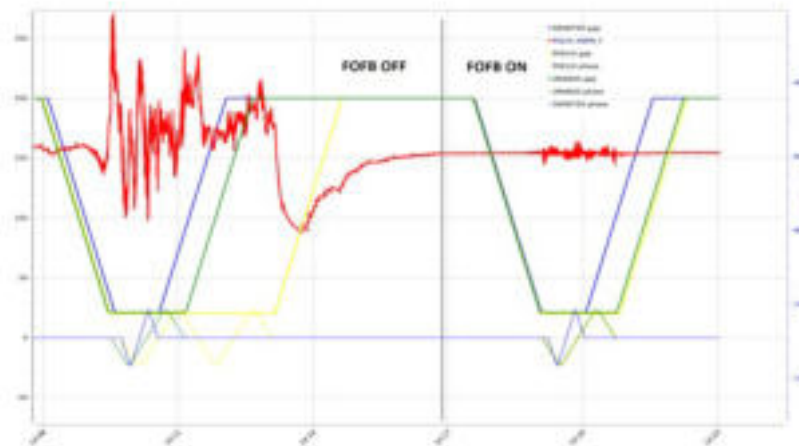
Stabilność źródła promieniowania, czyli elektronów w pierścieniu akumulacyjnym, kluczowo wpływa na jakość promieniowania synchrotronowego. Orbita elektronów jest mierzona przez monitory BPM i kontrolowana przez 120 elektromagnesów korekcyjnych. Wolna korekcja (SOFB ang. *Slow Orbit Feedback*) steruje 72 magnesami, zmieniając ich prądy kilka razy na sekundę (do 11 A), a szybka korekcja (FOFB ang. *Fast Orbit Feedback*) obsługuje 48 magnesów, sterując nimi 10 000 razy na sekundę (do 2 A). Wdrożenie FOFB znacząco poprawiło stabilność wiązki elektronów, zwiększając dokładność orbity z poziomu mikronowego do submikronowego [1]. Działający system szybkiej korekcji skutecznie niweluje negatywny wpływ urządzeń wstawkowych (undulatorów) na orbitę wiązki elektronów (Rys. 1.). Na Rysunku 2 przedstawiono, że najefektywniej korygowane są zaburzenia poniżej 100 Hz.

Oba układy korekcji, szybka oraz wolna działają jednocześnie, zapewniając stabilną wiązkę elektronów podczas codziennej operacji.

Development and improvement of FOFB correction

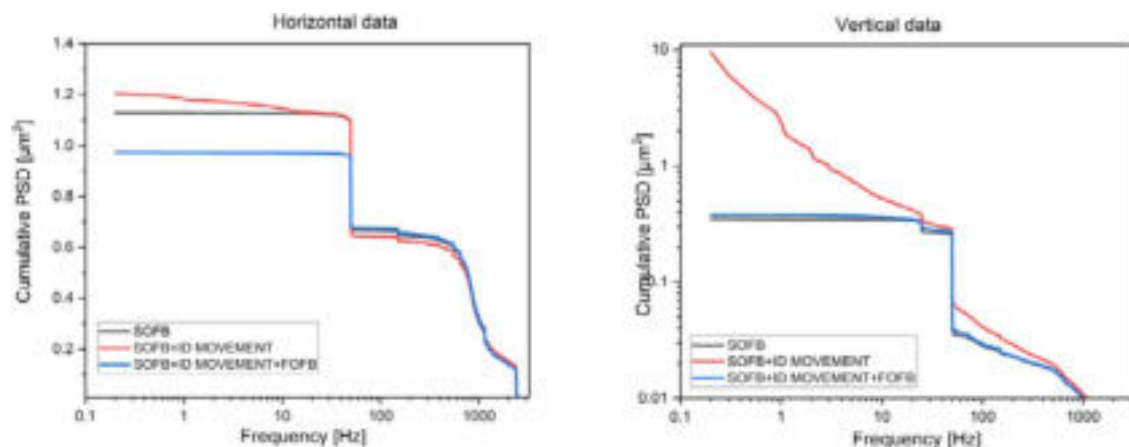
The stability of the radiation source, i.e. the electrons in the storage ring, is a crucial factor affecting the quality of synchrotron radiation. The electron orbit is measured by BPM monitors and controlled by 120 correction electromagnets. The Slow Orbit Feedback (SOFB) controls 72 magnets, changing their currents several times per second (up to 11 A), and Fast Orbit Feedback (FOFB) controls 48 magnets, adjusting them 10,000 times per second (up to 2 A). The implementation of FOFB has significantly improved the stability of the electron beam, increasing the orbit accuracy from the micron to submicron level [1]. The fast correction system in operation effectively eliminates negative effects of insertion devices (undulators) on the electron beam orbit (Fig. 1.). Figure 2. shows that this correction is the most effective for disturbances below 100 Hz.

Both correction systems, fast and slow, operate simultaneously, providing a stable electron beam during daily operations.



Rysunek 1. Wpływ ruchu urządzeń wstawkowych na wiązkę fotonową w przypadku niedziałającej i działającej szybkiej korekcji.

Figure 1. The effect of insertion device motion on the photon beam, with and without fast correction.



Rysunek 2. Skumulowana gęstość widmowa mocy z BPM uzyskana dla obu płaszczyzn.

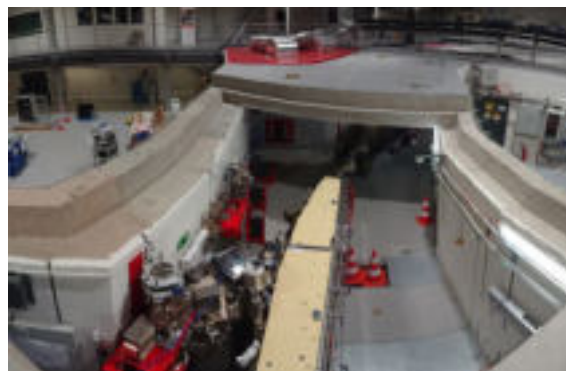
Figure 2. Cumulative power spectral density from BPM obtained for both planes.

Instalacja linii CIRI

W 2023 roku zakończył się pierwszy etap instalacji linii badawczej CIRI (Chemical Infrared Imaging). Specjalnie zmodyfikowana komora próżniowa z dedykowanym lustrem została zainstalowana w pierścieniu synchrotronu umożliwiając ekstrakcję promieniowania z zakresu podczerwieni do zaawansowanych eksperymentów mikroskopowych. Drugi etap instalacji linii badawczej zakończył się w lipcu 2024 roku. Sześć komór próżniowych z lustrami zostało zaprojektowanych i wykonanych przez zespół SOLARIS. Testy

Installation of the CIRI beamline

In 2023, the first phase of the Chemical Infrared Imaging (CIRI) beamline's installation was completed. A specially modified vacuum chamber with a dedicated mirror was installed in the storage ring, enabling the extraction of infrared radiation for advanced microscopy experiments. The second phase of the beamline installation was completed in July 2024. Six vacuum chambers with mirrors were designed and manufactured by the SOLARIS team. In the experimental hall, the vacuum chambers underwent



Zdjęcie 1. Zdjęcia przedstawiające testy komór linii CIRI na hali eksperymentalnej (a) oraz zainstalowane komory w pierścieniu synchrotronu (b).

Photo 1. Photographs showing tests of the CIRI line chambers in the experimental hall (a); and the chambers installed in the synchrotron ring (b).

fot./photo: Andrzej Marendziak

poprawności działania komór oraz ich parametry próżniowe zostały zweryfikowane na hali eksperymentalnej, a następnie komory próżniowe zostały za- instalowane w pierścieniu akumulacyjnym (Zdjęcie 1.).

Rozwój układów wysokiej częstotliwości

W synchrotronie SOLARIS system LLRF (ang. *Low Level RF*) odpowiada za utrzymanie parametrów wnek rezonansowych 100 MHz i 300 MHz. Algorytm LLRF stabilizuje pole elektryczne we wnękach głównych, kompensując straty wiązki elektronowej wynikające z promieniowania synchrotronowego. Stałe pole przy malejącym prądzie wiązki pogarsza jej parametry (emitancja, kształt, stabilność), dlatego konieczna jest automatyczna regulacja. W tym celu opracowano aplikację (Rys. 3.), która optymalizuje parametry wiązki poprzez dostosowanie geometrii wnęk harmoniczných, biorąc pod uwagę wartość emitancji lub stosunek napięć między wnękami głównymi a harmonicznymi (Landaua). Aplikacja została przetestowana

operational tests to verify their vacuum parameters, and then they were installed in the storage ring (Photo 1.).

Development of high-frequency systems

In the SOLARIS Synchrotron, the Low Level RF (LLRF) system is responsible for maintaining the parameters of the 100 MHz and 300 MHz resonant cavities. The LLRF algorithm stabilises the electric field in the main cavities, compensating for electron beam losses due to the synchrotron radiation. With the decreasing beam current, the constant field deteriorates the beam parameters (emittance, shape, stability), so automatic adjustment is necessary. For this purpose, an application was developed (Fig. 3.) that optimises the beam parameters by adjusting the geometry of the harmonic cavities, taking into account the emittance value or the voltage ratio between the main and harmonic (Landau) cavities. The application has been tested and is now used during operations, while development works aiming at expanding its functionality are still continued.



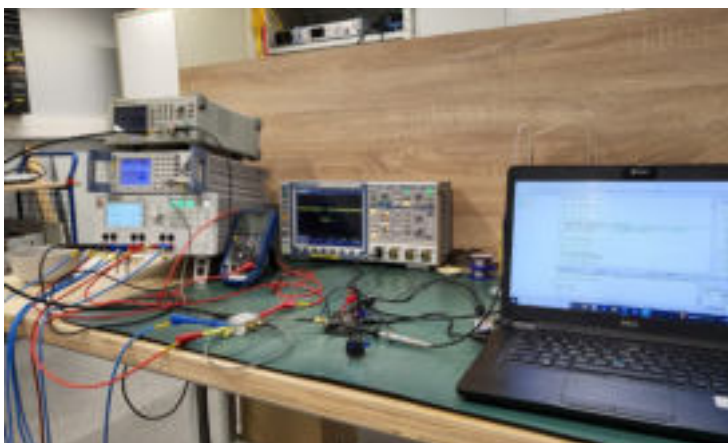
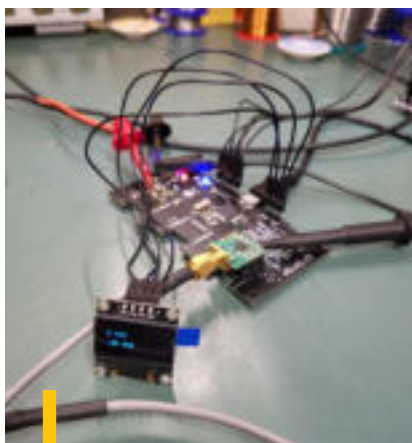
Rysunek 3. Aplikacja służąca do diagnostyki oraz strojenia wnęk rezonansowych.

Figure 3. Application for resonant cavities diagnostics and tuning.

i jest używana podczas operacji, a prace rozwojowe zwiększające jej funkcjonalność ciągle trwają.

Opracowano również pierwszy prototyp impulsowego miernika mocy dla przedwzmacniacza klistronów (Zdjęcie 2.). Nowy miernik w oparciu o AD8318 i szybki procesor STM32 wykazuje dużo wyższą precyzję pomiaru i mniejszy rozrzut wartości niż dotychczasowy układ. Dodatkowo dzięki dwóm kanałom umożliwi pomiar mocy zarówno padającej, jak i odbitej, co może pomóc we wczesnej diagnostyce problemów.

The first prototype of a pulsed power meter for the klystron preamplifier was also developed (Photo 2.). Based on the AD8318 and a high-speed STM32 processor, the new meter is characterised by much higher measurement precision and less scatter of values than the existing system. Additionally, its two channels will enable measurement of both incident and reflected power, and this can help in the early diagnosing of problems.



Zdjęcie 2. Prototyp impulsowego miernika mocy dla przedwzmacniacza klistronów.

Photo 2. A prototype of a pulsed power meter for a klystron preamplifier.

fot./photo: Mateusz Szczepaniak

Rozwój układów diagnostyki i elektroniki

W ramach projektu Future Circular Collider (FCC, CERN) rozpoczęto prace nad optymalizacją systemu Base Band Tune (BBQ) do pomiaru drgań betatronowych krótkich wiązek elektronów. Prototyp systemu zainstalowano w źródle światła SOLARIS, umożliwiając wyjątkowo czułą detekcję resztkowych drgań betatronowych o amplitudzie około 100 nm (Zdjęcie 3.). Dzięki temu możliwe są ciągłe, precyzyjne pomiary oraz analiza wcześniej nieznanego spektralnego składu drgań [2].

Development of diagnostic and electronic systems

Under the Future Circular Collider project (FCC, CERN), works were initiated on optimising the Base Band Tune (BBQ) system for measuring betatron vibrations of short electron beams. The prototype system was installed in the SOLARIS light source, enabling the extremely sensitive detection of residual betatron vibrations with an amplitude of approximately 100 nm (Photo 3.). With this solution, continuous, precise measurements and analysis of the previously unknown spectral composition of vibrations are possible [2].



Zdjęcie 3. Układ BBQ zainstalowany w pierścieniu akumulacyjnym SOLARIS.

Photo 3. BBQ system installed in the SOLARIS accumulation ring.

fot./photo: Mateusz Szczepaniak

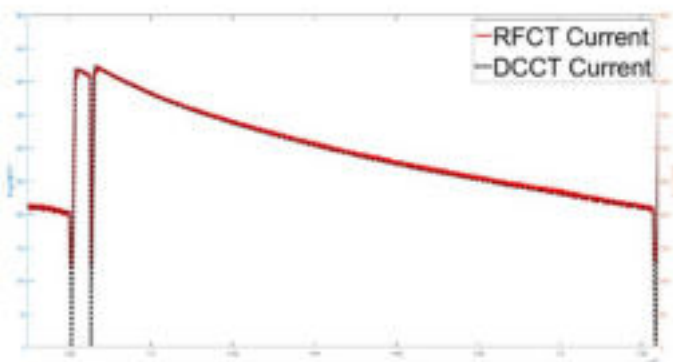
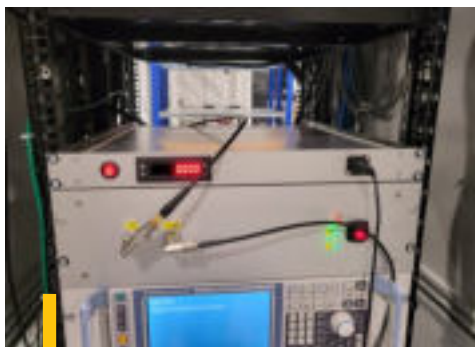
W ostatnim czasie, we współpracy z firmą Dimtel wdrożono system stabilizacji wiązki elektronowej w płaszczyźnie poprzecznej pierścienia, znany jako **Bunch-By-Bunch Feedback (BBBFB)**. System ten służy do tłumienia niestabilności pakietów elektronowych, a jednocześnie stanowi zaawansowane narzędzie diagnostyczne i operacyjne. Oprócz poprawy kluczowych parametrów, takich jak emitancja, czas życia wiązki elektronowej, a tym samym jasność i rozdzielczość wiązki fotonowej, umożliwia precyzyjne pomiary parametrów wiązki elektronowej, takich jak dostrojenie (ang. *tune*) czy chromatyczność.

Dodatkowo system może być wykorzystany do kontrolowanego czyszczenia pierścienia z pakietów elektronowych oraz do tworzenia dedykowanych wzorów wypełnienia (ang. *filling pattern*) pierścienia. Tego typu konfiguracje znajdują zastosowanie w specjalistycznych eksperymentach, takich jak badania czasowo-rozdzielcze prowadzone na liniach badawczych.

Recently, a system for stabilising the electron beam in the transverse plane of the ring, known as the **Bunch-By-Bunch Feedback (BBBFB)**, was implemented in collaboration with Dimtel. The system is used to suppress electron instabilities while providing an advanced diagnostic and operational tool. Apart from improving key parameters such as emittance, or electron beam lifetime and thus photon beam brightness and resolution, it enables precise measurements of electron beam parameters such as tune or chromaticity.

In addition, the system can be used for controlled cleaning of the storage ring from electron packets and to create dedicated filling patterns. Configurations of this type are used in dedicated experiments such as time-resolved studies conducted on the beamlines.

In the MAX IV, the failure of the ceramic Direct Current Transducer (DCCT) chamber, used to measure current, forced the development of an alternative measurement system. An RFCT system was developed at SOLARIS, based on the experience of Swedish



Zdjęcie 4. Układ pomiaru prądu wiązki RFCT i wykres porównawczy dwóch metod pomiarowych.

Photo 4. The RFCT beam current measurement system and a comparison chart for two measurement methods.

fot./photo: Mateusz Szczepaniak

W MAX IV awaria ceramicznej komory DCCT (ang. *Direct Current Transducer*), służącej do pomiaru prądu, wymusiła opracowanie alternatywnego systemu pomiarowego. W oparciu o doświadczenia szwedzkich inżynierów w SOLARIS stworzono system RFCT, który przetwarza sygnał z BPM-ów, demodulując go i cyfrowo obliczając wartość prądu wiązki. Wstępne pomiary potwierdziły zgodność wyników z danymi uzyskanymi przez DCCT (Zdjęcie 4.).

W celu ułatwienia diagnostyki akceleratora linowego zaprojektowano i wdrożono zdalnie sterowane

inżynierów. It processes the signal from the BPMs, demodulating it and digitally calculating the value of the beam current. Preliminary measurements confirmed that the results were consistent with the data obtained by the DCCT (Photo 4.).

To facilitate diagnostics of the linear accelerator, remotely controlled camera lenses were designed and implemented, which, in combination with the YAG crystal, enable a more precise observation of the beam position and shape, before it enters the transfer line and the storage ring (Photo 5.).



Zdjęcie 5. Zdalnie sterowany obiektyw do kamer.

Photo 5. A remote-controlled lens for cameras.

fot./photo: Michał Żurek



Zdjęcie 6. Wyświetlacz LED wizualizujący status synchrotronu.

Photo 6. A LED display visualising the status of the synchrotron.

fot./photo: Piotr Andryszczak



obiektywy do kamer, które w połączeniu z kryształem YAG, umożliwiają bardziej precyzyjną obserwację położenia i kształtu wiązki zanim trafi do linii transferowej i pierścienia akumulacyjnego (Zdjęcie 5.).

Zaprojektowano, zbudowano i zamontowano urządzenie, które służy do wizualizacji pracy synchrotronu na dużym wyświetlaczu LED (Zdjęcie 6.). Rozdzielczość wynosi 128×32 piksele, a przekątna 132 cm (52 cale). Obecnie są wyświetlane nie tylko takie parametry wiązki jak prąd, energia, czas życia, status linii badawczych, ale także aktualny czas i data. Jednakże warto zwrócić uwagę, że jego możliwości są dużo większe.

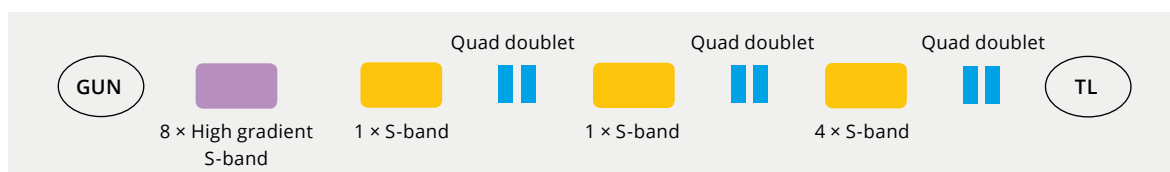
Rozbudowa akceleratora liniowego do energii 1.5 GeV

Trwają prace koncepcyjne nad rozbudową akceleratora liniowego (liniaka) do energii 1.5 GeV [3-4].

A device was designed, built and installed to visualise the synchrotron operation on a large LED display (Photo 6.). It has a resolution of 128×32 pixels and the diagonal of 132 cm (52 inches). Now, not only beam parameters such as current, energy, lifetime and beamlines status are displayed, but also the current time and date. However, it should be emphasised that its capabilities are much greater.

Expansion of the linear accelerator to an energy of 1.5 GeV

Conceptual works are currently in progress to expand the linear accelerator (linac) capacity to an energy of 1.5 GeV [3-4]. Various configurations of the new beamline design were reviewed and simulated, taking into account the layout and type of diagnostics for the SOLARIS synchrotron.



Rysunek 4. Schemat blokowy projektowanego układu nowego liniaka na energię 1.5 GeV.

Figure 4. Block diagram of the designed layout for the new 1.5 GeV linac.

Przeprowadzono przegląd i symulacje różnych konfiguracji projektu nowego liniaka z uwzględnieniem rozmieszczenia i typu diagnostyki dla synchrotronu SOLARIS. Aktualny projekt przewiduje układ składający się z ośmiu wnęk o wysokim gradiencie w paśmie S oraz sześciu wnęk w paśmie S z obecnego układu. Taka konfiguracja pozwoli obniżyć koszty oraz skrócić czas przestoju akceleratorów. Nowy liniak umożliwi operację w trybie Top-Up, eliminując potrzebę procedury zwiększania energii zakumulowanych w pierścieniu elektronów z 0.5 do 1.5 GeV oraz zapewni stałą wartość zakumulowanego prądu z korzyścią dla linii badawczych. Będzie on również stanowił źródło elektronów wysokiej energii dając możliwość przeprowadzania nowych eksperymentów z ich wykorzystaniem.

Prace opublikowane w latach 2023–24 użyte jako referencje i rozszerzenie powyższych opisów:

1. R. Panas, A. Wawrzyniak, M. Mleczo, M. Piekarski, M. Zurek, "Orbit feedback system in SOLARIS synchrotron final step implementation and first measurements" in Proc. IBIC'24, WEP38, Beijing, China, Sept. 2024, pp. 348-351. doi: 10.18429/JACoW-IBIC-2024-WEP38
2. M. Gasior, A. Wawrzyniak, M. Szczepaniak, R. Panas, „First results with a Base Band Tune (BBQ) measurement system at Solaris”, in Proc. IBIC'24, THP59, Beijing, China, Sept. 2024, pp. 597-601. doi: 10.18429/JACoW-IBIC2024-THP59
3. A. Curcio, R. Panaś, A.I. Wawrzyniak, and J. Wiechecki, "Simulation study towards a new injector linac for the SOLARIS synchrotron facility", in Proc. IPAC'23, TUPL109, Venice, Italy, May 2023, pp. 1967-1969. doi:10.18429/JACoW-IPAC2023-TUPL109
4. A. Curcio, R. Panaś, J. Biernat, M. Ünal, J. Wiechecki, A.I. Wawrzyniak, "Consideration of beam instrumentation for Solaris linac upgrade" Proc. Of IBIC23, MOP008, Saskatoon, Canada 2023, pp. 45-48 doi: 10.18429/JACoW-IBIC2023-MOP008

The current design envisages a layout consisting of eight high-gradient S-band cavities and six S-band cavities of the existing layout. This configuration will reduce costs and shorten the accelerator downtime. The new linac will enable Top-Up operation, eliminating the need for ramping the energy of the accumulated electrons in the storage ring from 0.5 to 1.5 GeV, and will provide a constant value of accumulated current to benefit of the beamlines. It will also provide a source of high-energy electrons, offering opportunities for new experiments.

Papers published in 2023–24 used as references and providing more details for the above descriptions:

1. R. Panas, A. Wawrzyniak, M. Mleczo, M. Piekarski, M. Zurek, 'Orbit feedback system in SOLARIS synchrotron final step implementation and first measurements' in Proc. IBIC'24, WEP38, Beijing, China, Sept. 2024, pp. 348–351. doi: 10.18429/JACoW-IBIC2024-WEP38
2. M. Gasior, A. Wawrzyniak, M. Szczepaniak, R. Panas, 'First results with a Base Band Tune (BBQ) measurement system at Solaris', in Proc. IBIC'24, THP59, Beijing, China, Sept. 2024, pp. 597–601. doi: 10.18429/JACoW-IBIC2024-THP59
3. A. Curcio, R. Panaś, A.I. Wawrzyniak, and J. Wiechecki, 'Simulation study towards a new injector linac for the SOLARIS synchrotron facility', in Proc. IPAC'23, TUPL109, Venice, Italy, May 2023, pp. 1967–1969. doi:10.18429/JACoW-IPAC2023-TUPL109
4. A. Curcio, R. Panaś, J. Biernat, M. Ünal, J. Wiechecki, A.I. Wawrzyniak, 'Consideration of beam instrumentation for Solaris linac upgrade' Proc. Of IBIC23, MOP008, Saskatoon, Canada 2023, pp. 45–48 doi: 10.18429/JACoW-IBIC2023-MOP008

Zadania CS IT

mgr inż. Ireneusz Zadworny,
mgr inż. Michał Fałowski,
mgr inż. Michał Piekarski,
mgr inż. Mirosław Burzyński,
mgr inż. Paweł Pająk

Zapewnienie niezawodnego sterowania, kontroli i diagnostyki tak skomplikowanej i rozproszonej infrastruktury badawczej jaką jest synchrotron, wymaga specjalistycznego zaplecza IT oraz odpowiednich narzędzi programistycznych na wielu poziomach. SOLARIS, podobnie jak wiele innych tego typu ośrodków badawczych, korzysta z systemu Tango Controls. Jest to system sterowania oparty na mikroserwisach – opracowany przez synchrotron ESRF (Francja).

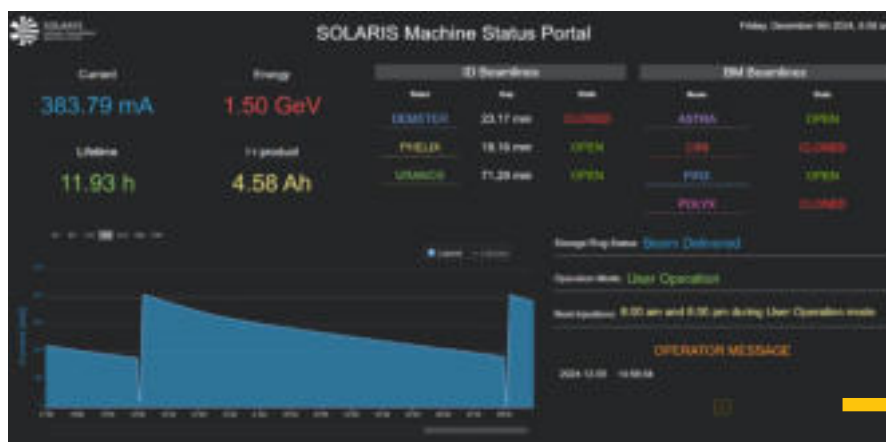
Podstawowym zadaniem realizowanym w obszarze systemów sterowania jest utrzymanie, rozwój i wsparcie obsługi urządzeń oraz aplikacji użytkownika w systemie Tango. Ponadto kontynuowane są trzy strategiczne ścieżki rozwoju. Pierwsza z nich dotyczy automatyzacji i inteligencji obliczeniowej procesów i usług, co pozwala na odciążenie operatorów od powtarzalnych czynności, zwiększenie niezawodności oraz optymalizację czasu wykonywania pomiarów. Przykładem może być wdrożenie wraz z operatorami

CS IT tasks

Ireneusz Zadworny, MSc (Eng),
Michał Fałowski, MSc (Eng),
Michał Piekarski, MSc (Eng),
Mirosław Burzyński, MSc (Eng),
Paweł Pająk, MSc (Eng)

Providing reliable control, monitoring and diagnostics of such a complex and distributed research infrastructure as the synchrotron requires specialised IT facilities and appropriate software tools at multiple levels. SOLARIS, like many other such research centres, uses the Tango Controls system. It is a microservices-based control system, developed by the ESRF synchrotron (France).

The main task carried out in the area of control systems is to maintain, develop and support the operation of devices and user applications in the Tango system. Additionally, three strategic development paths are continued. The first of them is focused on the automation and computational intelligence of processes and services, thereby relieving operators of repetitive tasks, increasing reliability, and optimising measurement times. Examples include the implementation with the operators of an extensive electron beam correction system, or the initiation of a project



Rysunek 1. Portal przedstawiający status synchrotronu.

Figure 1. A portal showing the synchrotron status.

rozbudowanego systemu korekcji wiązki elektronowej, czy też rozpoczęcie projektu implementacji skanów ciągłych (ang. *continuous scans*) w oparciu o wysokiej klasy urządzenia synchronizacji eksperymentu PandABox. Drugą ścieżką jest ciągle zwiększenie udziału projektów webowych w ogóle tworzonych aplikacjach. Trzecim strategicznym filarem rozwoju jest rozbudowa systemu wytwarzania oprogramowania oraz zarządzania systemami, w szczególności automatyzacji konfiguracji systemów sterowania, a także aktualizacji systemów operacyjnych oraz bibliotek.

W 2023 roku w ramach rozbudowy ośrodka powstały dwie nowe serwerownie. Serwerownia główna i serwerownia Cryo-EM. Serwerownie są wyposażone w nowoczesne szafy serwerowe marki Rittal, model IT – Split Cooling System LCP DX. Na początku roku 2024 przeniesiona została infrastruktura IT dla mikroskopów Cryo-EM do nowej dedykowanej serwerowni. Natomiast w czasie letniego wyłączenia synchrotronu, do nowej serwerowni głównej zostały zmigrowane klastry HA Vmware, środowisko AD, wirtualny klaster Windows oraz macierze dyskowe. Dzięki zaawansowanym rozwiązaniom technicznym i dbałości o szczegóły, serwerownie te są w stanie zapewnić ciągłość działania systemów informatycznych, co jest kluczowe dla funkcjonowania każdego ośrodka.

Ważnym wydarzeniem w latach 2023–2024 było wdrożenie chmury Microsoft. Microsoft Entra ID (dawniej Azure Active Directory) w połączeniu z Intune oraz Microsoft Defender to kompleksowe rozwiązanie do zarządzania tożsamością, urządzeniami i bezpieczeństwem.

Kolejnym zrealizowanym zadaniem było wdrożenie Veeam Backup & Replication, które pozwoliło uporządkować kopie zapasowe oraz przyspieszyło przywracanie maszyn wirtualnych i systemów operacyjnych. Oprogramowanie to daje możliwość tworzenia kopii zapasowych zarówno wybranych elementów systemu, jak i całych maszyn wirtualnych. W skład wdrożenia weszła też biblioteka taśmowa HP Enterprise MSL3040 z trzema napędami LTO-8, jako ważny element ochrony Centrum przed zagrożeniami typu malware.

to implement continuous scans based on the high-end synchronisation facilities of the PandABox experiment. The second path involves the continuous increase in the share of web projects in the overall developed applications. The third strategic pillar of development is the expansion of the system for software development and systems management, in particular, the automation of the configuration of control systems, as well as of updating of operating systems and libraries.

In 2023, two new server rooms were established, as part of the Centre's expansion. Main server room and Cryo-EM server room. The server rooms are equipped with the state of the art server racks, IT – Split Cooling System LCP DX, from Rittal. In early 2024, the IT infrastructure for Cryo-EM microscopes was moved to a new dedicated server room. Meanwhile, during the summer shutdown of the synchrotron, the HA Vmware clusters, AD environment, Windows virtual cluster and disk arrays were migrated to the new main server room. With advanced technical solutions, supported by attention to detail, these server rooms are able to ensure the continuity of IT systems, which is crucial to the operation of any centre.

A major development in 2023–2024 was the implementation of the Microsoft cloud. Microsoft Entra ID (formerly Azure Active Directory), combined with Intune and Microsoft Defender, is a comprehensive identity, device and security management solution.

Another task completed was the implementation of Veeam Backup & Replication, which helped to organise backups and accelerate the restoration of virtual machines and operating systems. With this software, backups can be made both for selected system components and for entire virtual machines. The deployment also included an HP Enterprise MSL3040 tape library with three LTO-8 drives, as an important part of the Centre's protection against malware threats.

A system for handling user requests for research time has been established and is being developed at our Centre. In recent years, the DUO system underwent a rebranding and was renamed as the Solaris User Network (SUN), to emphasise the system's



Rysunek 2. System obsługi wniosków użytkowników o czas badawczy SUN.

Figure 2. The SUN system for handling users' requests for research time.

W naszym ośrodku powstał i jest rozwijany system obsługi wniosków użytkowników o czas badawczy. W ostatnich latach system DUO przeszedł rebranding i zmianę nazwy na Solaris User Network (SUN), ma to na celu zaznaczenie odrębności systemu od innych podobnych rozwiązań oraz jego jednoznaczną identyfikację z jednostką SOLARIS.

Prace w obszarze tego systemu skupiały się na przeniesieniu do SUN procesów realizowanych dotychczas poza systemem, między innymi:

- składanie oraz ocena deklaracji przywiezienia do jednostki dodatkowych próbek w ramach zaakceptowanego eksperymentu,
- umożliwienie kierownictwu oraz koordynatorom działu naukowego podjęcie ostatecznej decyzji na temat przydzielenia czasu badawczego użytkownikom,
- obsługa wniosków szybkiego dostępu (ang. *Rapid access*),
- rozwinięcie narzędzi administracyjnych (generowanie statystyk, wysyłanie automatycznych maili),
- mechanizm zarządzania rolami w systemie SUN.

Wprowadzone modyfikacje miały na celu zmniejszenie dokumentacji przechowywanej na komputerach osobistych i przesyłanej drogą mailową oraz zwiększenie kontroli nad całym procesem.

Zgodnie z rozporządzeniem o RODO oraz spełniając wymagania normy ISO27001, w aplikacji SUN zaimplementowany został mechanizm anonimizacji użytkownika przez administratora.

distinctiveness from other similar solutions, and to unambiguously associate it with the SOLARIS unit.

Works in the area of this system focused on transferring processes previously conducted outside the system to SUN, including:

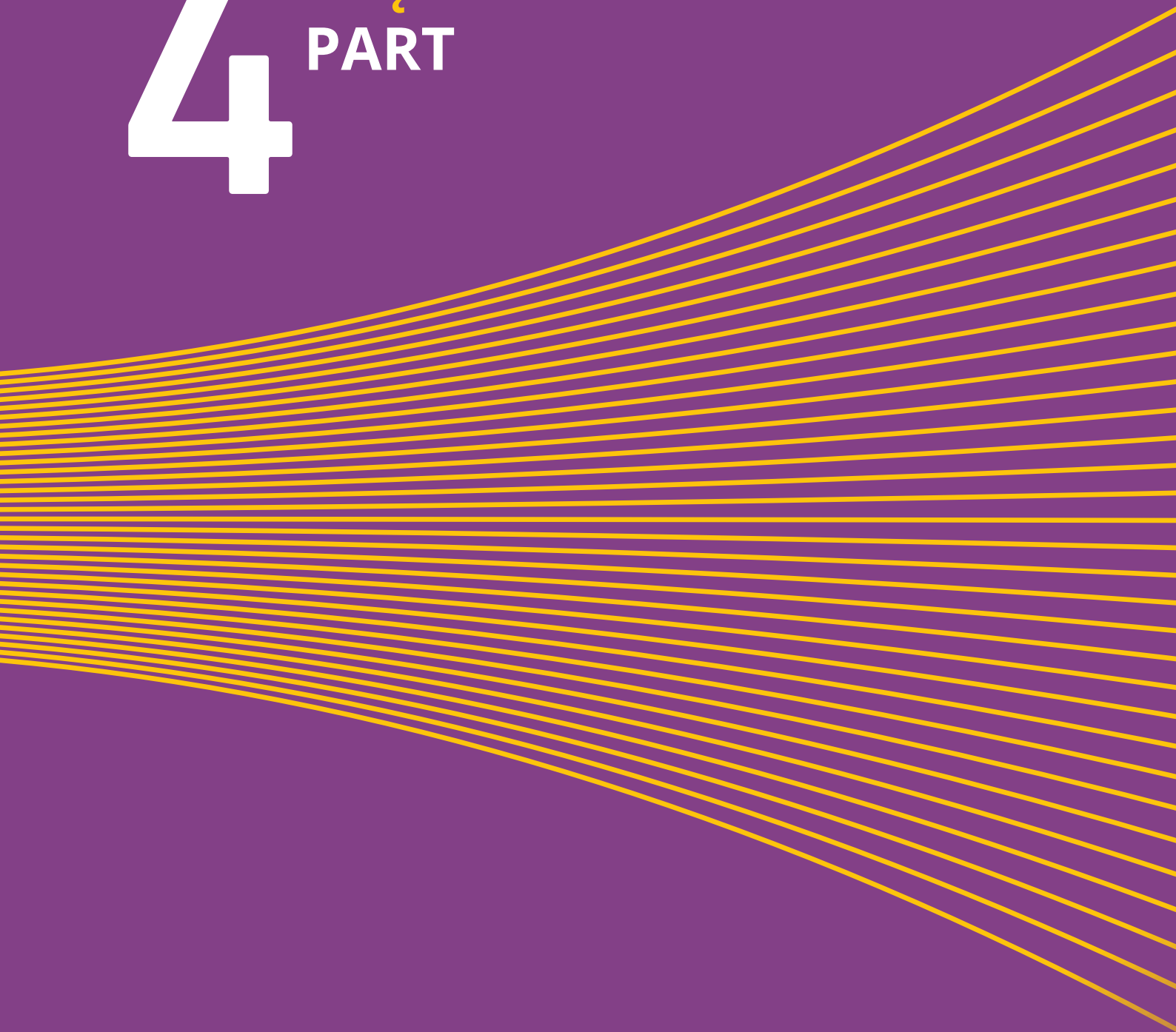
- submission and evaluation of declarations concerning bringing additional samples to the unit, as part of an accepted experiment,
- enabling the management and coordinators of the scientific department to make final decisions on the allocation of research time to users,
- handling of rapid access requests,
- development of administrative tools (generation of statistics, sending of automatic emails),
- a mechanism for managing roles in the SUN system.

The introduced modifications aimed at reducing the amount of documentation stored on personal computers and sent by email and increasing control over the entire process.

In line with the GDPR, and meeting the requirements of ISO 27001, a mechanism for user anonymisation by the administrator was implemented in the SUN application.

4

CZĘŚĆ
PART





**Współpraca
krajowa
i zagraniczna**

**National and
international
cooperation**



Konsorcja międzynarodowe i współpraca krajowa

mgr Agnieszka Cudek

Narodowe Centrum SOLARIS jest kluczowym ośrodkiem naukowym, który aktywnie rozwija współpracę zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym. Dzięki strategicznym partnerstwom oraz dynamicznemu poszerzaniu sieci kontaktów, SOLARIS realizuje misję wspierania badań naukowych na najwyższym światowym poziomie. Współpraca krajowa stanowi fundament działalności, a nawiązywanie relacji z czołowymi polskimi instytucjami naukowymi i tworzenie konsorcjów z udziałem najlepszych specjalistów umożliwia skuteczną realizację projektów badawczych. Bliska kooperacja z innymi ośrodkami badawczymi sprzyja nie tylko powstawaniu znaczących publikacji w prestiżowych czasopismach, ale również rozwojowi infrastruktury badawczej i przyciąganiu nowych użytkowników, co umacnia pozycję Centrum w krajowym ekosystemie naukowym. SOLARIS współpracuje z blisko 300 uniwersytetami, instytucjami i przedsiębiorstwami, z których 1/3 znajduje się w Polsce. Wśród nich znajdują się m.in. Uniwersytet Jagielloński, Akademia Górniczo-Hutnicza, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Fizyki jądrowej PAN, Uniwersytet Warszawski, Polskie Towarzystwo Promieniowania Synchrotronowego, Polskie Towarzystwo Fizyczne oraz Sieć Badawcza Łukasiewicz (więcej na stronie 64).

Na arenie międzynarodowej Centrum prowadzi wielowymiarową współpracę z renomowanymi instytucjami i organizacjami, takimi jak konsorcja europejskich ośrodków synchrotronowych (LEAPS),

International consortia and national cooperation

Agnieszka Cudek, MSc

The SOLARIS National Centre is a key research centre that actively develops cooperation at both national and international level. Through strategic partnerships and a robust expansion of its network, SOLARIS is pursuing its mission of supporting world-class research. National cooperation is the cornerstone of its operations, and the establishment of relationships with leading Polish scientific institutions and the formation of consortia involving the best specialists enables the effective implementation of research projects. Close cooperation with other research centres not only fosters significant publications in prestigious journals, but also supports the development of research infrastructure and attracts new users, and this strengthens the Centre's position in the national scientific ecosystem. SOLARIS cooperates with nearly 300 universities, institutes and companies, a third of which are located in Poland. These include the Jagiellonian University, the AGH University of Science and Technology, the Adam Mickiewicz University in Poznań, the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences, the University of Warsaw, the Polish Synchrotron Radiation Society, the Polish Physical Society, and the Łukasiewicz Research Network (more on page 64).

At the international level, the Centre conducts multifaceted collaborations with renowned institutions and organisations, such as consortia of European synchrotron centres (LEAPS), specialised laboratories (CERIC), and global communication

wyspecjalizowane laboratoria (CERIC) oraz globalne platformy komunikacyjne (Lightsources.org). W ramach tych działań SOLARIS reprezentuje polską naukę na forum największych organizacji badawczych, korzystając z doświadczenia czołowych ośrodków synchrotronowych na świecie. Współpraca międzynarodowa obejmuje konsultacje przy projektach linii badawczych, wymianę wiedzy i doświadczeń, wspólne badania naukowe oraz programy szkoleniowe.

Harmonijne łączenie współpracy krajowej i zagranicznej pozwala Centrum SOLARIS na efektywne rozwijanie infrastruktury badawczej, promowanie polskiej nauki oraz wspieranie innowacyjnych badań o globalnym znaczeniu.

platforms (Lightsources.org). As part of these activities, SOLARIS represents Polish science at major research organisations, drawing on the experience of the world's leading synchrotron centres. International cooperation includes consultation on beamlines projects, knowledge and experience sharing, joint research, and training programmes.

The harmonious combination of domestic and foreign cooperation allows the SOLARIS Centre to effectively develop its research infrastructure, promote Polish science, and support innovative research of global significance.



LEAPS (The League of European Accelerator-based Photon Sources) to partnerstwo europejskich ośrodków synchrotronowych oraz jednostek badawczych dysponujących laserami na swobodnych elektronach. Strategia LEAPS zakłada ścisłą współpracę partnerów na rzecz udoskonalenia technologii akceleratorowych źródeł światła, detektorów i systemów kontrolno-pomiarowych, technologii informatycznych, a także technik eksperymentalnych. LEAPS prowadzi również rozmowy dotyczące uwzględnienia potrzeb finansowych dużych infrastruktur badawczych przy tworzeniu programów i projektów firmowanych przez Komisję Europejską.

Podczas spotkania plenarnego w 2023 roku walne zgromadzenie LEAPS powierzyło Dyrektorowi SOLARIS, dr hab. Jakubowi Szlachetko, prof. UJ, funkcję przewodniczącego konsorcjum na rok 2025. Kierownictwo w LEAPS zbiegnie się z Prezydencją Polski w Unii Europejskiej i zainicjuje szereg wydarzeń integrujących społeczność konsorcjum pod egidą UE.

www.leaps-initiative.eu

LEAPS (The League of European Accelerator-based Photon Sources) is a partnership of synchrotron centres and research facilities that use free-electron lasers. LEAPS strives to improve the technologies used by light source accelerators and refine experimental techniques, detectors, as well as control and measurement systems. The organisation also negotiates funding of large research infrastructure in the development of programmes and projects supported by the European Commission. At a plenary meeting in 2023, the LEAPS General Assembly appointed the SOLARIS Director, JU Professor Jakub Szlachetko, PhD, as the Consortium President for 2025. The leadership at LEAPS will coincide with the Polish Presidency of the Council of the European Union and will bring a series of events to integrate the consortium community under the EU aegis.

www.leaps-initiative.eu



CERIC – ERIC (the Central European Research Infrastructure Consortium) to konsorcjum skupiające wyspecjalizowane laboratoria i ośrodki badawcze z Europy Środkowej i Włoch. W jednostkach tych prowadzone są badania materiałów technikami wykorzystującymi fotony, elektrony, neutrony lub jony. Naukowcy mogą korzystać z infrastruktury CERIC-ERIC bezpłatnie. Nabór wniosków odbywa się dwa razy do roku. 1 marca 2016 roku. Polska oddelegowując SOLARIS do konsorcjum, została pełnoprawnym członkiem CERIC-ERIC, tym samym stając obok takich państw jak Austria, Chorwacja, Czechy, Rumunia, Serbia, Słowenia, Węgry i Włochy. Każdy kraj udostępnia na potrzeby konsorcjum jeden ośrodek infrastruktury badawczej. Wszystkie wytypowane laboratoria i ośrodki badawcze są cyklicznie sprawdzane i oceniane przez międzynarodowy i niezależny zespół ekspertów. Spotkanie komitetu ewaluacyjnego odbyło się w listopadzie 2024 roku i potwierdziło doskonałą ocenę polskiego ośrodka.

www.ceric-eric.eu

CERIC – ERIC (the Central European Research Infrastructure Consortium) is a consortium of specialised laboratories and research facilities from Central Europe and Italy. At these free of charge facilities, research is conducted on various materials using photons, electrons, neutrons and ions. Calls for applications take place twice a year. Poland delegated SOLARIS to the consortium and, by doing so, on 1 March 2016 the country became a full member of CERIC-ERIC, together with Austria, Croatia, The Czech Republic, Hungary, Italy, Romania, Serbia, and Slovenia. Each country provides one of its research facilities through a single open access point. A peer review evaluation system guarantees access to nearly 50 multi-probe techniques based on the use of electrons, ions, neutrons, and photons. A meeting of the evaluation committee took place in November 2024 and confirmed the excellent evaluation result of the Polish Partner Facility.

www.ceric-eric.eu



WAYFORLIGHT.EU to europejska platforma internetowa powstała, aby zapewnić wspólny punkt dostępu do informacji o europejskich synchrotronach i laserach na swobodnych elektronach. Wayforlight.eu zawiera szczegółowe profile i informacje techniczne o europejskich laboratoriach badawczych i ich infrastrukturze. Informacje ujęte są w ustandaryzowanych arkuszach danych dotyczących poszczególnych urządzeń oraz danych linii badawczych. Ponadto można znaleźć w niej sekcję poświęconą branży przemysłowej oraz interaktywne forum użytkowników. Oddzielna sekcja zawiera przegląd nadchodzących możliwości szkoleniowych w europejskich źródłach światła oraz terminy najbliższych naborów wniosków o czas badawczy.

www.wayforlight.eu

WAYFORLIGHT.EU is a European web platform that was created to offer aggregated information about the European synchrotrons and free electron lasers. The web platform includes detailed profiles and technical information about European facilities and their infrastructure. The facilities and beamlines details are available as standardised datasheets. Furthermore, there is an industry-dedicated section and an interactive user forum. A separate section offers an overview of the upcoming training possibilities at the European light sources and dates of the forthcoming calls for applications.

www.wayforlight.eu



TANGO CONTROLS to konsorcjum zrzeszające dziesięć jednostek badawczych z całego świata, dbających o rozwój systemu sterowania noszącego tę samą nazwę. System Tango Controls jest wolnym oprogramowaniem, wydanym na warunkach licencji GPL i LGPL. Został stworzony w 1999 roku przez specjalistów z synchrotronu ESRF z myślą o sterowaniu akceleratorami i eksperymentami naukowymi. Obecnie znajduje zastosowania również w innych obszarach, w tym w przemyśle.

www.tango-controls.org

TANGO CONTROLS, a consortium bringing together ten research facilities around the world, deals with developing a control system of the same name. The system is an open-source software published under the GPL and LGPL licenses. It was created in 1999 by specialists from the ESRF synchrotron to control accelerators and scientific experiments. Today, the system is also used in other fields, including industry.

www.tango-controls.org



LIGHTSOURCES.ORG to konsorcjum i globalna platforma internetowa powstała dzięki współpracy specjalistów do spraw komunikacji z wielu ośrodków dysponujących źródłami światła. Skupia 24 synchrotrony oraz 8 jednostek z laserami na swobodnych elektrodach, z trzech stref geograficznych: Europy i Bliskiego Wschodu, obu Ameryk oraz Azji i Australii. Lightsources.org jest wynikiem współpracy między szefami działów komunikacji z 26 organizacji na całym świecie. Konsorcjum stworzyło portal internetowy, gdzie publikowane są aktualności jednostek partnerskich, informacje o prowadzonych w nich badaniach, ogłoszenia o naborach wniosków o dostęp do aparatury badawczej, konferencjach, seminariach i warsztatach oraz ogłoszenia o wolnych stanowiskach dla inżynierów i naukowców. W ciągu ostatnich dwóch lat konsorcjum pomogło w upowszechnianiu niezliczonej ilości wyników badań prowadzonych w SOLARIS oraz szeregu projektów i międzynarodowych przedsięwzięć.

www.lightsources.org

LIGHTSOURCES.ORG is a consortium and a global web platform. A result of the collaboration between communication specialists from light source facilities around the world, this platform groups 24 synchrotrons and 8 FEL facilities representing 26 organisations from three geographic zones: Europe/ the Middle East, the Americas, and Asia/ Australia. The Lightsources.org is the result of collaboration between heads of communication teams from light source facilities around the world. The consortium created the website, where news and current events regarding partner facilities are published, together with information on the research being conducted, notifications of calls for applications for access to research equipment, announcements of conferences, seminars and workshops, as well as notifications of positions open for engineers and scientists. Over the past two years, the consortium has helped disseminate countless research results from SOLARIS and a number of projects and international ventures.

www.lightsources.org



ARIEs (The Analytical Research Infrastructures of Europe) to strategiczna grupa obejmująca 7 europejskich stowarzyszeń i konsorcjów stanowiących połączenie największych instytucji będących źródłami fotonów, takich jak synchrotrony, systemy laserowe i lasery na swobodnych elektronach, źródła neutronów, jonów i innych cząstek elementarnych, a także infrastruktury dedykowane zaawansowanej mikroskopii elektronicznej i silnym polom magnetycznym. Są to centra doskonałości naukowej i technologicznej, dostarczające usługi, dane i know-how rosnącej i zróżnicowanej społeczności użytkowników, składającej się z ponad 40 000 naukowców ze środowiska akademickiego i przemysłowego, reprezentujących wiele dziedzin nauki. Centrum SOLARIS uczestniczy w pracach konsorcjum jako członek grupy LEAPS.

www.arie-eu.org

ARIEs (The Analytical Research Infrastructures of Europe) is a strategic group consisting of 7 consortia that utilise powerful photon sources, such as synchrotrons, laser systems and free-electron lasers, sources of neutrons, ions, and other particle beams and facilities dedicated to the advanced electron-microscopy and high magnetic fields. They are centres of scientific and technological excellence, delivering services, data and know-how to a growing and diverse user community of more than 40,000 researchers in academia and industry across a range of fields of science. The SOLARIS Centre is involved in the consortium projects as a member of the LEAPS group.

www.arie-eu.org



Zdjęcie 1. Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS.

Photo 1. SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre.

fot./photo: Aleksander Koczur

Projekty międzynarodowe

*mgr Agnieszka Cudek,
mgr inż. Piotr Piwowarczyk,
dr Adriana Wawrzyniak,
mgr Krzysztof Zieliński,
dr Magdalena Żychowska*

W latach 2023–2024 Narodowe Centrum SOLARIS prowadziło szereg projektów o charakterze międzynarodowym. W katalogu celów realizowanych w tych przedsięwzięciach znalazły się m.in. wsparcie młodych naukowców z Europy i Afryki, integracja europejskich społeczności użytkowników jednostek fotonowych i neutronowych, zawiązanie partnerstw z przedstawicielami przemysłu oraz zwiększenie potencjału SOLARIS w aspekcie badań stosowanych. Jednym ze sztandarowych projektów, który rozpoczął się w 2024 jest NEPHEWS, (NEutrons and PHotons Elevating Worldwide Science). Jego liderem jest Centrum SOLARIS, a główny cel projektu to zapewnienie naukowcom dostępu do światowej klasy europejskich infrastruktur badawczych.

International projects

*Agnieszka Cudek, MSc,
Piotr Piwowarczyk, MSc (Eng),
Adriana Wawrzyniak, PhD
Krzysztof Zieliński, MSc,
Magdalena Żychowska, PhD*

Between 2023 and 2024, the SOLARIS Centre ran a number of projects of an international nature. The catalogue of objectives pursued in these projects included the support of young scientists from Europe and Africa, the integration of the European user communities from photon and neutron units, the establishment of partnerships with industry, and the enhancement of SOLARIS' capacity in terms of applied research. One of the flagship projects, which started in 2024, is NEPHEWS, (NEutrons and PHotons Elevating Worldwide Science). The SOLARIS Centre is its leader, and the main objective of the project is to provide scientists with access to world-class European research infrastructures.



nephews

Neutrons and Photons
Elevating Worldwide Science

NEPHEWS (NEutrons and PHotons Elevating Worldwide Science) to projekt programu Horyzont Europa, koordynowany przez SOLARIS, którego działania zapewnią naukowcom dostęp do światowej klasy europejskich infrastruktur badawczych (RI).

NEPHEWS dzięki integracji organizacji reprezentujących środowiska użytkowników źródeł fotonowych (European Synchrotron and Free Electron Laser User Organisation) oraz neutronowych (European Neutron

NEPHEWS (NEutrons and PHotons Elevating Worldwide Science) is a Horizon Europe project, led by SOLARIS, that aims to provide scientists with access to leading European research infrastructures (RI).

NEPHEWS brings together two key European user organisations – ESUO (the European Synchrotron and Free Electron Laser User Organisation) and ENSA (the European Neutron Scattering Association) – alongside the major consortia LEAPS (the League of

Scattering Association) oraz fotonowych (League of European Accelerator-based Photon Sources) i neutronowych (League of advanced European Neutron Sources) jednostek badawczych. Partnerstwo promuje współpracę pomiędzy neutronowymi i fotonowymi infrastrukturami, kładąc nacisk na ścisłą współpracę z użytkownikami tych źródeł (User-to-User approach) stawiając ESUO i ENSA w roli promotora rozwoju projektu.

Oferta projektu:

- Doświadczeni użytkownicy: 38 290 godzin czasu badawczego na realizację autorskich eksperymentów (TNA Programme);
- Niedoświadczeni użytkownicy: dołączanie nowych użytkowników do doświadczonych grup badawczych by wspólnie realizować pomiary (Twinning Programme);
- Młodzi naukowcy: tygodniowe staże w partnerskich RIś celem pozyskania wiedzy naukowo-badawczej (ESR Programme);
- Szkolenia z zakresu możliwości realizacji badań na instalacjach synchrotronowych, neutronowych i laserach na wolnych elektronach oraz procedur dostępu do RIś, w tym wytycznych przygotowania wniosku o czas badawczy;
- Naukowcy z Afryki wezmą udział w szkoleniach oraz będą uczestniczyć w szkole HERCULES.

Projekt zakłada nawiązanie współpracy z ministertwami oraz krajowymi agencjami finansującymi działalność naukową z krajów rozwijających się, co zwiększy świadomość wagi finansowania badań i wzrost współpracy ze środowiskami użytkowników.

European Accelerator-based Photon Sources) and LENS (the League of Advanced European Neutron Sources). This partnership promotes collaboration between neutron and photon facilities and emphasises a User-to-User approach, with ESUO and ENSA steering project development.

Project offers:

- Experienced Users: 38,290 hours of beamtime on project-provided beamlines (TNA Programme);
- Inexperienced Users: Opportunities to collaborate on measurements with experienced groups (Twinning Programme);
- Young Scientists: Internships at large-scale research centres for scientific and research training (ESR Programme);
- Training Courses: Covering topics such as synchrotron and neutron facility research, and access procedures including guidelines for preparing an application for the beamtime;
- Training for African Scientists: Specialised training and participation in the HERCULES school to deepen expertise.

NEPHEWS also aims to work with ministries and funding agencies in developing countries to highlight the importance of research funding and encourage cooperation within user communities.



Co-funded by
the European Union

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Research Executive Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



RIANA (Research Infrastructure Access in Nanoscience & nanotechnology) to projekt programu Horyzont Europa, wspierający badania w dziedzinie nanonauki oparte na ciekawości tzw. curiosity-driven research o długotrwałych efektach oraz badania w dziedzinie nanotechnologii oparte na wyzwaniach tzw. challenge driven projects z ukierunkowanymi pytaniami badawczymi o krótko- i średniookresowych efektach.

Koordinowany przez DESY projekt zrzesza 7 największych europejskich sieci badawczych tworzonych przez światowej klasy infrastruktury badawcze (RI), co daje możliwość dostępu do zaawansowanych technik badawczych w zakresie nanofabrykacji, przetwarzania/syntezy, charakteryzacji, analizy i symulacji.

RIANA, poprzez tzw. single-entry point oferuje kompleksowy dostęp do 69 RI (56 partnerów, w tym SOLARIS) wraz ze wsparciem w zakresie aplikowania o czas badawczy.

Projekt oferuje:

- Program TNA: 35 748 godzin czasu badawczego na najbardziej zaawansowanych RIs dla użytkowników akademickich (1200 godzin w SOLARIS).
- Serwis naukowy udzielany kompleksowo przez 21 młodszych naukowców (w tym jednego z SOLARIS) wspierający użytkowników podczas realizacji eksperymentów. Wsparcie obejmuje pomoc w wyborze technik oraz w przeprowadzeniu eksperymentów, analizę danych oraz pomoc podczas przygotowywania raportów i publikacji.
- Serwis wspierający rozwój technologii, dedykowany małym, średnim przedsiębiorstwom, obejmujący dostęp do RIs wraz z opracowaniem metodologii i zakresu prowadzonych usług badawczych.

RIANA (the Research Infrastructure Access in Nanoscience & Nanotechnology) is a Horizon Europe project advancing research in nanoscience that supports curiosity-driven research with open scientific questions for long-term impact and research in nanotechnology that supports challenge-driven research with targeted scientific questions for short- and mid-term impact. Coordinated by DESY, RIANA unites seven leading European networks of research infrastructures (RIs) providing advanced capabilities in nanofabrication, processing/synthesis, characterisation, analysis and simulation.

RIANA, through a single-entry point, provides streamlined access to 69 RIs (including 56 partners such as SOLARIS) with comprehensive support in applying for the beamtime.

Project offers:

- TNA Programme: 35,748 hours of access to advanced RIs for academic Users (SOLARIS contributing 1,200 hours of the beamtime).
- Science Service: Comprehensive user support from 21 junior scientists (including one at SOLARIS) in conducting the experiments. Services include: selecting optimal techniques, experiment operations, data analysis and report and publication assistance.
- Innovation Service: Tailored to industry needs, especially SMEs. This service provides access to RIs together with comprehensive support in the development of the methodology and scope of the research services performed.

Podjęte w projekcie działania mają na celu rozwój technologii, osiąganie wyższych zakresów gotowości technologicznej oraz wsparcie przemysłu w dostępie do RIs i prowadzeniu badań.

RIANA ultimately seeks to mature technologies, raise Technology Readiness Levels (TRL), and support the industry by making cutting-edge infrastructure accessible to diverse research needs.



Funded by
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Research Executive Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



Sylinda (Synchrotron Light Industry Applications) to projekt finansowany w ramach programu Horyzont 2020 finansowanego przez Komisję Europejską, który koordynowany był przez Centrum SOLARIS od 2021 do połowy 2024 roku. Głównym założeniem Sylindy było wzmocnienie naukowego potencjału Centrum co w znaczący sposób wpłynęło na rozwój SOLARIS. Za największe osiągnięcia można uznać poszerzenie możliwości pomiarowych w technice XAS, utworzenie struktur odpowiedzialnych za współpracę z przemysłem oraz realizację programu szkoleniowego dla młodych naukowców, by umożliwić im właściwe zarządzanie własnymi projektami, zwłaszcza w kontekście potrzeb przemysłu.

Sylinda (Synchrotron Light Industry Applications) is a project funded by the European Commission under Horizon 2020 and coordinated by SOLARIS from 2021 to mid-2024. The main objective of the project was to boost the research and development capabilities of SOLARIS. The strengthening of SOLARIS' capabilities for X-ray absorption experiments, establishment of industry cooperation structures, and the implementation of a training programme for young scientists to strengthen their capacity in science management with specific focus on understanding and adequately responding to the needs of research partners from industry can be considered as the main achievements during the project implementation.



Funded by
the European Union

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 952148".



BEATS (BEAmline for Tomography at SESAME) to projekt, którego celem jest zaprojektowanie, zakup, budowa i uruchomienie tomograficznej linii badawczej w zakresie twardego promieniowania X na synchrotronie SESAME w Jordanii. Inicjatywa jest finansowana z unijnego programu badań i innowacji Horyzont 2020, a jej koordynatorem jest ESRF. Europejski grant miał wartość 6 mln EUR i trwał od początku 2019 roku do połowy 2023 roku. BEATS angażował wiodące ośrodki badawcze na Bliskim Wschodzie oraz europejskie ośrodki promieniowania synchrotronowego. Linia tomograficzna w SESAME ma służyć użytkownikom w regionie, w szczególności społeczności zajmującej się dziedzictwem kulturowym i archeologią, a także charakterystyką mikrostruktury próbek geologicznych.

BEATS (BEAmline for Tomography at SESAME) objective is to design, purchase, construct and commission a beamline for the hard X-ray full-field tomography at the SESAME synchrotron in Jordan. The initiative is funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and is coordinated by ESRF. The European grant, worth € 6 M, covered the period from the beginning of 2019 to mid-2023. BEATS comprises of leading research facilities in the Middle East and European synchrotron radiation. The SESAME beamline for tomography is aimed at serving user communities in the field of cultural heritage, archaeology and microstructure of the geological samples.



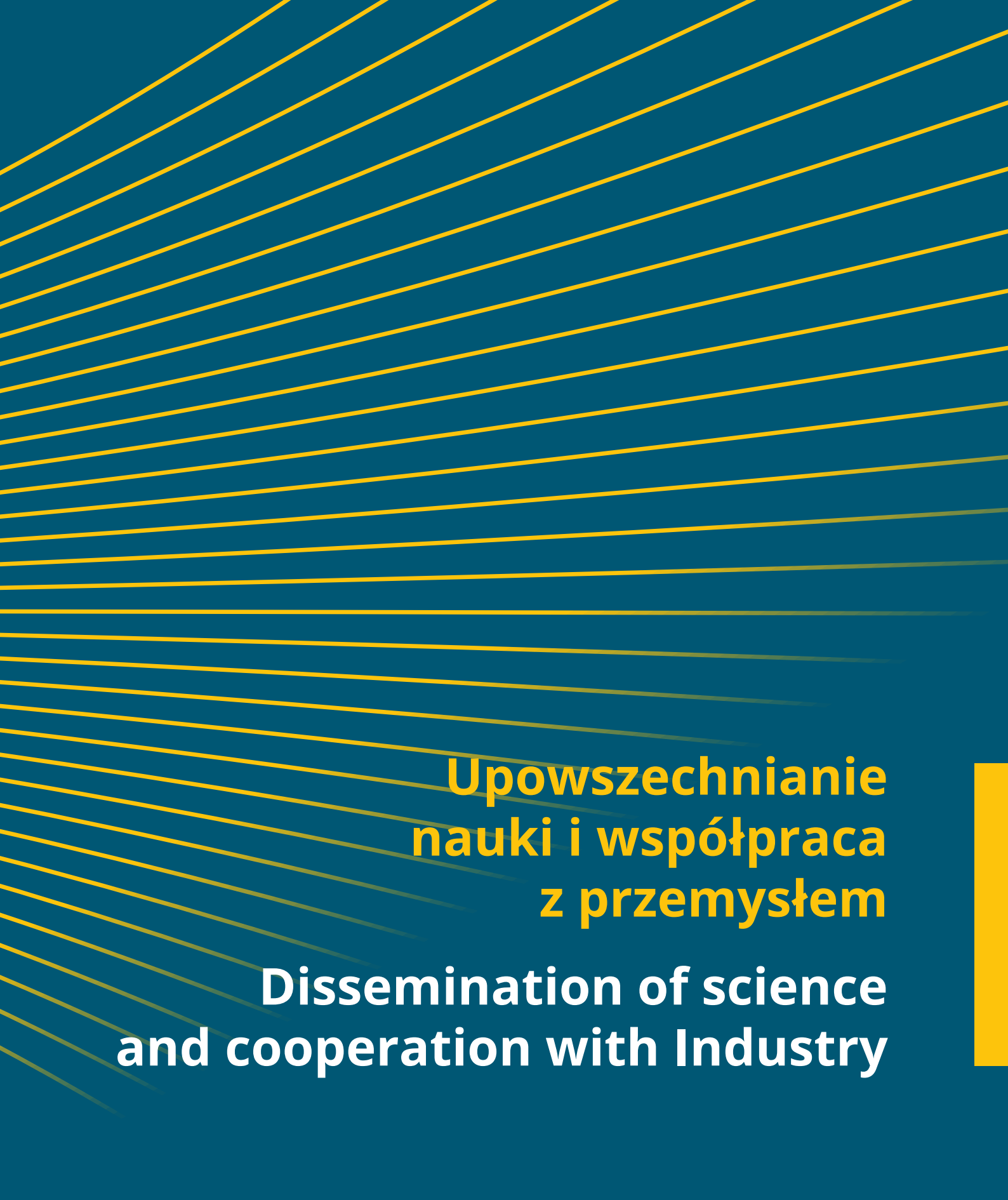
LEAPS-INNOV to projekt pilotażowy skupiający się na inicjatywach ukierunkowanych na długoterminowe partnerstwa między przemysłem a europejskimi źródłami światła. LEAPS-INNOV dąży do wdrożenia Mapy Drogowej LEAPS oraz wzmacniania partnerstwa z przemysłem poprzez otwartą innowację. Serce LEAPS-INNOV stanowi sześć technologicznych pakietów roboczych, opartych na ich potencjale do współtworzenia innowacji i zdolności do wzmocnienia europejskiego przywództwa zarówno w ośrodkach LEAPS, jak i w przemyśle. Projekt został sfinansowany ze środków UE w ramach funduszy H2020-INFRA-INNOV-2020-2 i rozpoczął się 1 kwietnia 2021 roku, a jego wartość to 10 MEUR.

The **LEAPS-INNOV** pilot project focuses on the implementation of new strategies and activities for long-term partnerships between the industry and the European light sources. LEAPS-INNOV aims at kick-starting the implementation of the LEAPS Technology Roadmap, and at fostering a partnership with the industry through open innovation. Six technology work packages (WP) form the heart of LEAPS-INNOV, based on their potential for co-innovation and their ability to enhance European leadership of both, LEAPS facilities and industry. The EUR 10 M project was financed by EU under the H2020-INFRA-INNOV-2020-2 funds and was launched on 1 April 2021.

5

CZĘŚĆ
PART





**Upowszechnianie
nauki i współpraca
z przemysłem**

**Dissemination of science
and cooperation with Industry**

Upowszechnianie nauki

mgr Agnieszka Cudek

Ostatnie dwa lata to czas, w którym ośrodek nieprzerwanie realizował liczne inicjatywy mające na celu popularyzację badań synchrotronowych, kriomikroskopowych oraz szeroko pojętych nauk ścisłych. Działania te obejmowały organizację wydarzeń naukowych i popularnonaukowych, wizyty studyjne, rozbudowę oferty oprowadzania po Centrum, intensyfikację współpracy z mediami i prowadzenie kampanii w nowych mediach. Istotnym krokiem w kierunku dalszego rozwoju było otrzymanie pod koniec 2024 roku grantu z Ministerstwa Nauki w ramach programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki II”.

Rekordowa liczba odwiedzających i „Ścieżka Wiedzy SOLARIS”

W 2023 roku Centrum SOLARIS odwiedziło 2400 osób, co stanowiło ponad 30% wzrost w porównaniu do roku

Dissemination of science

Agnieszka Cudek, MSc

The last two years have seen the centre continuously pursue numerous initiatives to popularise synchrotron research, cryo-electron microscopy, and widely understood exact sciences in general. These activities included the organisation of scientific and popular science events, study visits, expansion of the Centre's guided tour offer, intensified cooperation with the media, and launched new media campaigns. An important step towards the Centre's further development was the grant received from the Ministry of Science under the 'Social Responsibility of Science II' programme at the end of 2024.

Record numbers of visitors and the 'SOLARIS Knowledge Path'

In 2023, the SOLARIS Centre received 2,400 visitors, an increase of more than 30% over the previous year.



Zdjęcie 1. Wizyta Konsula Francji w SOLARIS. Delegacja doceniła zarówno potencjał badawczy ośrodka, jak działalność popularnonaukową.

Photo 1. Visit of the French Consul at SOLARIS. The delegation appreciated both the centre's research potential and popular science activities.

fot./photo: Joanna Kowalik

ROK / YEAR	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Liczba osób zwiedzających / Number of visitors	1752	309	33	1766	2400	5737
Liczba wydarzeń naukowych i popularnonaukowych / Number of outreach events	7	4	7	15	16	36
Liczba obserwujących w mediach społecznościowych / Number of social media followers	Brak ewidencji/ No records	Brak ewidencji/ No records	1947	3035	4251	5517
Liczba komunikatów prasowych w mediach / Number of press appearances	18	6	13	45	51	54
Liczba opublikowanych highlights / Number of published highlights	Brak ewidencji/ No records	Brak ewidencji/ No records	6	8	32	25

Tabela 1. Tabela ukazująca wskaźniki zaangażowania SOLARIS w działalność z zakresu upowszechniania nauki.

Table 1. Table showing indicators of SOLARIS involvement in science dissemination activities.

poprzedniego. 2024 przyniósł rekordową frekwencję na poziomie 5737 odwiedzających. Duży wpływ na zainteresowanie miało wprowadzenie systemu audio-przewodników, które ułatwiły zrozumienie skomplikowanych procesów zachodzących w synchrotronie. Scenariusz oprowadzania nazwany „Ścieżką Wiedzy”, został dostosowany do różnych grup odbiorców, w tym młodzieży oraz osób niezwiązanych z nauką, umożliwiając zapoznanie się z działaniem kriomikroskopów, linii badawczych i zastosowaniem promieniowania synchrotronowego w nauce i przemyśle.

W 2024 roku rozbudowano treści audioprzewodników o interaktywne elementy wizualne. „Ścieżka Wiedzy” została uzupełniona o ekspozycję elementów sprzętu próżniowego i próbek, makietę synchrotronu i ekrany w technologii haptycznej przedstawiające pracownie akceleratorowe. Powstała także dwujęzyczna książeczka popularnonaukowa pn. „Zajrzyj do świata nauki z Centrum SOLARIS”, opisująca w prostych słowach działanie ośrodka. Powstawanie „Ścieżki Wiedzy”

2024 brought a record attendance of 5,737 visitors. The introduction of an audio guide system, which facilitates understanding of the complex processes taking place at the synchrotron, significantly contributed to this increase in the interest. The guided tour scenario, called the ‘Knowledge Path’, was tailored to different audiences, including young people and non-scientists, providing insight into the operation of cryo-electron microscopes, beamlines and the use of synchrotron radiation in science and industry.

In 2024, the content of the audio guides was expanded to include interactive visual elements. ‘The Knowledge Path’ was complemented by a display of vacuum equipment components and samples, a synchrotron mock-up, and haptic displays presenting the accelerator laboratories. A bilingual popular science booklet entitled ‘Take a peek into the world of science with the SOLARIS Centre’ was also produced, describing the Centre’s operations in simple terms. The creation of the Knowledge Path

było konsultowane z przedstawicielami środowiska oświaty, którzy nadawali kierunek rozwojowi przedsięwzięcia.

Wydarzenia naukowe i popularnonaukowe

W latach 2023–2024 SOLARIS zorganizował łącznie 52 wydarzenia naukowe i popularnonaukowe, co stanowi niemal czterokrotny wzrost w stosunku do 2021 roku. W ostatnich dwóch latach odbyły się między innymi warsztaty „Light for Ukraine”, które zgromadziły ponad 200 naukowców z Europy i Ukrainy, a także międzynarodowe sympozjum Sylinda, poświęcone wykorzystaniu promieniowania synchrotronowego w przemyśle. Szczególną uwagę zwróciły warsztaty dla młodych badaczy w ramach Crosscarpatian Synchrotron School – uczestnicy mieli okazję nie tylko zdobyć wiedzę teoretyczną, ale również w praktyce

was consulted with representatives of the education community, who shaped the direction for the project development.

Scientific and popular science events

In 2023–2024, SOLARIS organised a total of 52 scientific and popular science events, almost a fourfold increase when compared to 2021. The past two years included the ‘Light for Ukraine’ workshop, which brought together more than 200 scientists from Europe and Ukraine, as well as the Sylinda international symposium on the use of synchrotron radiation in industry. The workshop for young researchers within the Crosscarpatian Synchrotron School attracted particular attention. Its participants had the opportunity not only to gain theoretical knowledge, but also to carry out experiments on the beamlines in practice.



Zdjęcie 2. Zdjęcie grupowe uczestników spotkania plenarnego LEAPS INNOV.

Photo 2. A group photo of participants of the LEAPS INNOV plenary meeting.

fot./photo: Michał Fałowski

przeprowadzać eksperymenty na liniach badawczych. Centrum SOLARIS znacząco wzmocniło swoją pozycję na arenie międzynarodowej, organizując w 2024 roku cykliczne spotkanie LEAPS-INNOV. Wydarzenie przyciągnęło naukowców z 23 krajów, co podkreśliło znaczenie SOLARIS jako wiodącego ośrodka synchrotronowego w Europie Środkowo-Wschodniej.

Lokalnie Centrum angażowało się w wydarzenia popularnonaukowe takie jak Noc Naukowców, Copernicus Festival czy Festiwal Nauki i Sztuki, które odbyły się w Krakowie. Podczas tych wydarzeń zwiedzający mogli uczestniczyć w pokazach naukowych, warsztatach oraz zwiedzaniu hali synchrotronu.

Na szczeblu krajowym SOLARIS zacieśniło współpracę z Małopolskim Centrum Nauki Cogiteon oraz innymi polskimi centrami nauki, takimi jak Centrum Nauki „Experyment” w Gdyni oraz „Młynem Wiedzy” w Toruniu. W marcu 2024 roku odbyło się spotkanie przedstawicieli siedmiu wiodących polskich centrów nauki w SOLARIS, podczas którego omawiano strategię komunikacji naukowej oraz możliwości wspólnych projektów. Jego wynikiem było rozpoczęcie procesu akcesyjnego do Stowarzyszenia Społeczeństwo i Nauka SPIN, którego zakończenie planowane jest na pierwszy kwartał 2025 roku.

Media i komunikacja

Dynamiczny rozwój obecności SOLARIS w mediach społecznościowych zaowocował wzrostem liczby obserwujących do 5517 na koniec 2024 roku. Centrum prowadziło aktywne profile na Facebooku, Instagramie, LinkedInie, You Tube oraz Twitterze, publikując treści w formie filmów edukacyjnych, relacji na żywo i cyklicznych artykułów popularnonaukowych.

Na szczególną uwagę zasługuje wprowadzenie nowej praktyki publikacji w systemie cyklicznym (co 2–3 tygodnie) streszczeń z najważniejszych badań prowadzonych w Centrum, tzw. highlights. Wynikiem tych działań było opublikowanie łącznie 57 artykułów opisujących wyniki badań prowadzonych z użyciem promieniowania synchrotronowego i kriomikroskopii.

The SOLARIS Centre has significantly consolidated its position internationally by organising the regular LEAPS-INNOV meetings in 2024. The event attracted scientists from 23 countries, highlighting the importance of SOLARIS as the leading synchrotron centre in Central and Eastern Europe.

Locally, the Centre was involved in a number of popular science events, such as the Researchers' Night, the Copernicus Festival or the Science and Arts Festival, all held in Krakow. During these events, visitors had the opportunity to attend scientific demonstrations, workshops, and tours of the synchrotron hall.

At the national level, SOLARIS has strengthened its cooperation with the Małopolska Cogiteon Science Centre and other Polish science centres, such as the 'Experyment' Science Centre in Gdynia and the 'Knowledge Mill' in Toruń. In March 2024, a meeting of representatives from seven leading Polish science centres was held at SOLARIS, to discuss science communication strategies and joint project opportunities. Its outcome was the initiation of an accession process to join the SPIN Society and Science Association, which is expected to be completed in the first quarter of 2025.

Media and communication

The robust development of SOLARIS' social media presence resulted in an increase in the number of followers to 5,517 by the end of 2024. The centre maintained active profiles on Facebook, Instagram, LinkedIn, YouTube, and Twitter, publishing content in the form of educational videos, live reports and regular popular science articles.

The introduction of a new practice of cyclic publishing (every 2–3 weeks) of abstracts from the most important research conducted at the Centre, the so-called highlights, is particularly noteworthy. It resulted in the publication of a total of 57 articles describing the results of research conducted using synchrotron radiation and cryo-electron microscopy.



Zdjęcie 3. Premiera opery pt. „Solaris” w hali eksperymentalnej synchrotronu.

Photo 3. The premiere of the 'Solaris' opera in the synchrotron experimental hall.

fot./photo: Joanna Kowalik

W ramach działań medialnych SOLARIS pojawiło się również w tradycyjnych mediach, takich jak Polskie Radio, Onet.pl i Polsat News, gdzie liczba publikacji wzrosła do 54 w 2024 roku. W tym samym roku Kanał Copernicus nagrał serię podcastów z udziałem gości z SOLARIS, upowszechniając historię powstania ośrodka, zasady działania akceleratorów i przykłady wyników badań. Częstymi gośćmi w Centrum byli znani popularyzatorzy nauki, np. Karolina Głowacka prowadząca „Radio Naukowe”, Katarzyna Siuzdak z Science Mission, Natalia Schmidt-Polończyk – Doktorka Tutorka oraz Tomasz Rożek z „Nauka. To Lubię”.

Wyjątkowym osiągnięciem było wykorzystanie przestrzeni synchrotronu do organizacji opery „Solaris” w lutym 2024 roku. Wydarzenie, zrealizowane w ramach festiwalu Opera Rara, przyciągnęło szeroką publiczność, w tym osoby niezwiązane z nauką. Występ oparty na powieści Stanisława Lema łączył śpiew operowy wspomagany sztuczną inteligencją, grę świateł oraz dźwięków z futurystycznym wnętrzem hali eksperymentalnej, co stworzyło niepowtarzalne doświadczenie artystyczno-naukowe. Wydarzenie było symbolem interdyscyplinarności SOLARIS, łącząc naukę, sztukę i technologię.

As part of its media activities, SOLARIS also appeared in traditional media such as Polskie Radio, Onet.pl and Polsat News, where the number of its publications rose to 54 in 2024. In the same year, the Copernicus Channel recorded a series of podcasts with guests from SOLARIS, disseminating the history of the Centre establishment, the principles of the accelerator operation, and examples of research results. Frequent guests at the Centre included well-known science popularisers, e.g. Karolina Głowacka from 'Radio Naukowe', Katarzyna Siuzdak from Science Mission, Natalia Schmidt-Polończyk – 'Doktorka Tutorka', and Tomasz Rożek from 'Nauka. To lubię'.

A unique achievement was the use of the synchrotron facilities to host the opera 'Solaris' in February 2024. The event, held as part of the Opera Rara festival, attracted a wide audience, including non-scientists. The performance, based on Stanisław Lem's novel of the same title, combined opera singing supported by artificial intelligence and the spectacle of light and sound with the futuristic interior of the experimental hall, creating a unique artistic and scientific experience. The event was emblematic of SOLARIS' interdisciplinarity, combining science, art, and technology.

Społeczna Odpowiedzialność Nauki – Projekt „Akademia Skilla”

W grudniu 2024 roku SOLARIS otrzymało grant z programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki II”, co otworzyło nowe perspektywy dla działań edukacyjnych i komunikacyjnych. Celem projektu pn. „Akademia Skilla” jest przybliżenie zaawansowanej infrastruktury synchrotronowej poprzez organizację bezpłatnych warsztatów bazujących na technice Game Based Learning (GBL) oraz interaktywne oprowadzanie po Centrum dla uczniów i nauczycieli z całej Polski. Projekt zakłada rozwijanie krytycznego myślenia, ukazywanie praktycznego wpływu badań na codzienne życie oraz budowanie świadomości roli nauki w rozwoju społeczeństwa.

Lata 2023–2024 były okresem dynamicznego rozwoju działalności z zakresu komunikacji naukowej. Osiągnięto rekordową liczbę odwiedzających, rozbudowano infrastrukturę edukacyjną oraz zorganizowano liczne wydarzenia naukowe i popularnonaukowe, a otrzymanie pierwszego w historii SOLARIS grantu na popularyzację nauki stało się dowodem uznania dla tej przestrzeni aktywności ośrodka. Dzięki realizacji takich projektów SOLARIS nie tylko promuje badania naukowe, ale również inspiruje kolejne pokolenia naukowców, przyczyniając się do budowy społeczeństwa opartego na wiedzy.

Zdjęcie 4. Urządzenie audioprzewodnika na „Ścieżce Wiedzy SOLARIS”.

Photo 4. An audio guide device for the ‘SOLARIS Knowledge Path’.

fot./photo: Joanna Kowalik

Social Responsibility of Science – ‘Skill Academy’ project

In December 2024, SOLARIS received a grant from the ‘Social Responsibility of Science II’ programme, and this opened up new perspectives for education and communication activities. The aim of the ‘Skill Academy’ project is to bring advanced synchrotron infrastructure closer to the public by organising free workshops using the Game Based Learning (GBL) technique and interactive guided tours of the Centre for students and teachers from all over Poland. The project aims at developing critical thinking, demonstrating the practical impact of research on everyday life, and building awareness of the role of science in the development of society.

2023 and 2024 were a period of rapid growth in the area of science communication activities. Record numbers of visitors were reached, the educational infrastructure was expanded, and numerous scientific and popular science events were organised. Furthermore, the receipt of its first ever grant awarded to SOLARIS for the popularisation of science was a proof of recognition for this area of the Centre’s activities. Through the implementation of such projects, SOLARIS not only promotes research, but also inspires the next generation of scientists, contributing to building a knowledge-based society.



Współpraca z przemysłem

dr Mikołaj Gołuński

Centrum SOLARIS, tak jak i inne synchrotrony, pełni kluczową rolę we wspieraniu innowacyjności łącząc najnowocześniejszą naukę z przemysłem. Dzięki takiej współpracy synchrotrony są nie tylko miejscem, gdzie dokonuje się nowych odkryć naukowych, ale też wpływają na szeroko rozumiany wzrost gospodarczy i rozwój społeczny. SOLARIS daje przykład jak zaawansowane badania mogą być kołem zamachowym dla rozwoju prywatnych przedsiębiorstw, wspierając je w działaniach badawczo-rozwojowych (B+R).

Za tymi stwierdzeniami stoją twarde dane. W latach 2023 i 2024 nasi partnerzy przemysłowi przeprowadzili w SOLARIS ponad 80 projektów pomiarowych o wartości ponad 500 000 PLN. Jest to ponad dwukrotnie więcej niż w poprzednich dwóch latach. Wyjątkowym powodzeniem cieszyła się kriomikroskopia, którą szczególnie chętnie wykorzystują firmy i jednostki badawcze specjalizujące się w farmakologii.

Centrum nieustająco rozszerza swoją ofertę technologiczną dając firmom dostęp do szerokiego wachlarza narzędzi badawczych. Zarówno wszystkie linie badawcze jak i kriomikroskop elektronowy Glacios są dostępne do prowadzenia na nich badań przemysłowych. Dodatkowo umożliwiamy przeprowadzenie precyzyjnych pomiarów metrologicznych.

Jednym z przykładów prowadzonych w ostatnich latach badań przemysłowych są testy oddziaływania produktów ochronnych na włosy. Dzięki pomiarom na liniach ASTRA oraz CIRI firma mogła ocenić skuteczność nowej formuły kosmetyku oraz zdobyć informacje o powodach, dla których włosy po zastosowaniu kosmetyku lepiej znoszą wystawienie na wysokie temperatury.

Cooperation with Industry

Mikołaj Gołuński, PhD

Synchrotrons like the SOLARIS Centre play a critical role in driving innovation by bridging the gap between cutting-edge science and industrial needs. By fostering such partnerships, synchrotrons not only advance scientific discovery but also contribute to economic growth and societal progress.

The SOLARIS Centre has been actively building its reputation as a hub for innovation, showcasing how its advanced research capabilities can fuel the growth of private companies. By opening its doors to industrial collaboration, SOLARIS has created opportunities for businesses to enhance their research and development (R&D) efforts using state of the art facilities.

The numbers speak for themselves: between 2023 and 2024, SOLARIS completed over 80 research projects for industrial partners, generating revenue exceeding PLN 500,000 – double the figure from the previous two years. Cryo-EM was a significant contributor to this growth, and proved to be particularly valuable for companies and research institutions specializing in pharmacology.

The Centre's technological offerings continue to expand, ensuring that companies have access to a diverse range of research tools. All research beamlines and the Glacios electron cryomicroscope are fully available for industrial research. Additionally, precise metrological measurements can be conducted, broadening the scope of possible collaborations.

One of the examples of the industrial research conducted at SOLARIS are the tests of a cosmetic product for hair. Using measurements made on the ASTRA and CIRI beamlines, the company could

Zdjęcie 1. Konferencja Nanotextology 2024.

Photo 1. Nanotextology 2024 Conference.

fot./photo: Agnieszka Cudek



Poza oferowaniem dostępu do aparatury, SOLARIS aktywnie poszukuje partnerów biznesowych prezentując swoje możliwości na prestiżowych wydarzeniach na całym świecie. Wśród najważniejszych należy wymienić konferencję Nanotextology w Grecji, Big Science Business Forum we Włoszech oraz krajowe wydarzenia takie jak InterNanoPoland w Katowicach. Pokłosiem tych działań były wizyty u nas przedstawicieli większych podmiotów, takich jak Roche albo Siemens Energy, pozwalające bezpośrednio pokazać Centrum SOLARIS oraz jego potencjał.

Biuro ds. współpracy z przemysłem SOLARIS współpracuje blisko ze swoimi odpowiednikami z innych państw Europy dzięki takim inicjatywom jak LEAPS oraz projektom Sylinda oraz LEAPS-INNOV. Pozwalają nam one podzielić się wiedzą dotyczącą wspierania innowacyjności oraz wzmacniają więzi pomiędzy Europejskimi jednostkami badawczymi a przemysłem.

Dzięki łączeniu zaawansowanej nauki z zastosowaniami przemysłowymi SOLARIS jest w czołówce jednostek wchodzących w nowy wiek innowacji. Poprzez zaangażowanie we wzmacnianie współpracy na wielu poziomach, Centrum SOLARIS wspiera rozwój zarówno nauki jak i przemysłu umożliwiając dokonywanie odkryć, które są przydatne zarówno dla biznesu jak i dla społeczeństwa.

evaluate the effectiveness of their product and find the reason for the hair's increased resilience to the heat.

Apart from providing access to equipment, SOLARIS actively connects with industry by presenting its capabilities at prestigious events worldwide. Highlights include the Nanotextology conference in Greece, the Big Science Business Forum in Italy, and local events like InterNanoPoland in Katowice. These initiatives attracted esteemed partners such as Roche and Siemens Energy, who have visited SOLARIS to explore its potential first hand.

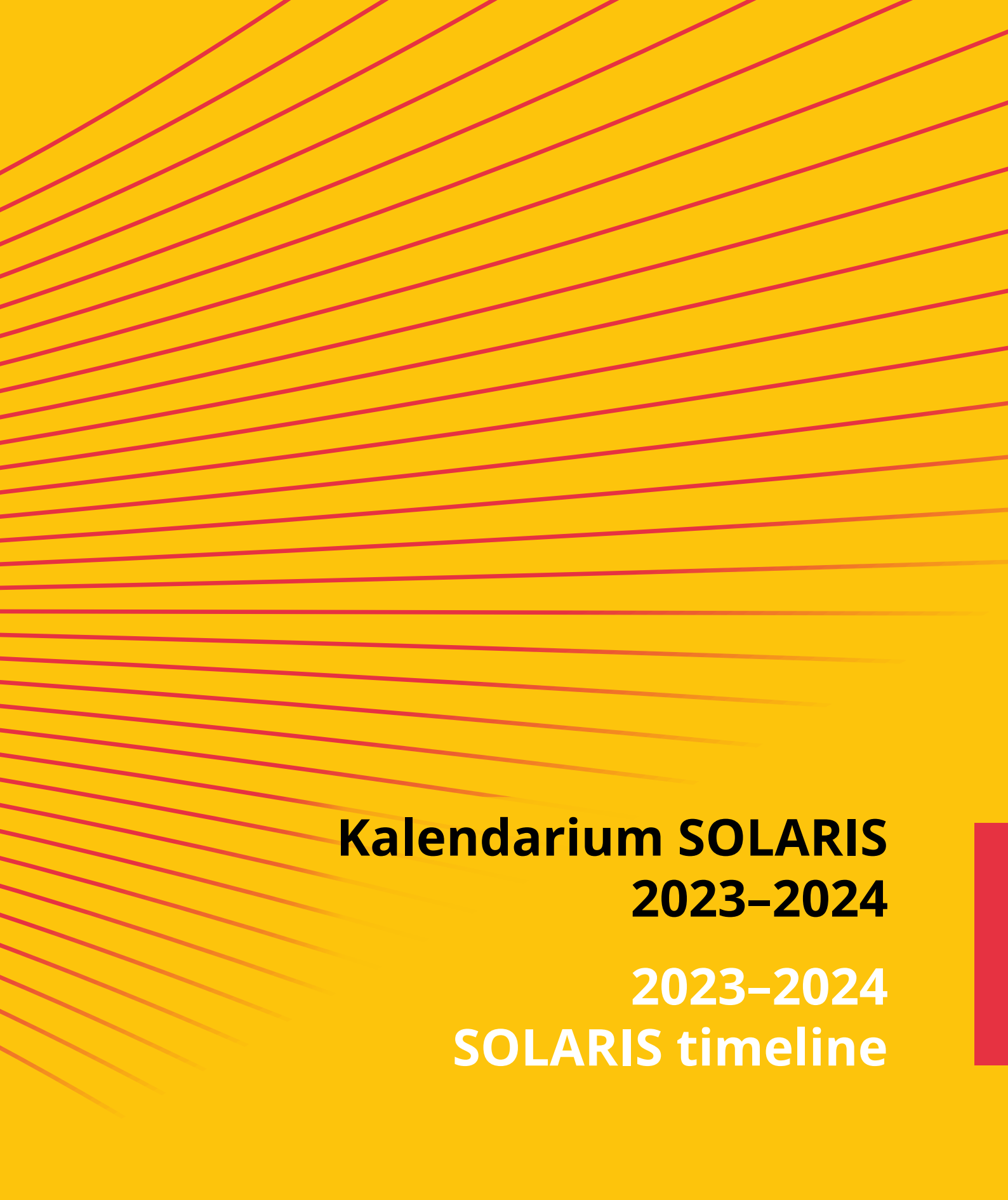
Collaboration does not stop at Polish borders. The SOLARIS Industry Liaison Office works closely with its international counterparts through initiatives like LEAPS and projects like Sylinda and LEAPS-INNOV. These programmes enable knowledge sharing, foster innovation, and strengthen ties between European research facilities and industry.

By combining advanced science with industrial applications, SOLARIS is driving forward a new era of innovation. Its commitment to fostering collaboration ensures that science and industry thrive, unlocking solutions that benefit businesses and society alike.

6

CZĘŚĆ PART





Kalendarium SOLARIS 2023–2024

**2023–2024
SOLARIS timeline**



Kalendarium SOLARIS 2023–2024

2023–2024 SOLARIS timeline

mgr inż. Joanna Kowalik, mgr Agnieszka Cudek
Joanna Kowalik, MSc (Eng), Agnieszka Cudek, MSc

KALENDARIUM 2023

TIMELINE 2023

Styczeń 2023

January 2023



Prof. Marek Stankiewicz, dr Adriana Wawrzyniak oraz Karolina Głowacka podczas nagrywania podcastu dla Radia Naukowego. Professor Marek Stankiewicz, Adriana Wawrzyniak, PhD, and Karolina Głowacka during the recording of a podcast for Radio Science.
 fot./photo: Agnieszka Cudek

Radio Naukowe – podcast Karoliny Głowackiej „O nauce z naukowcami”

W nagraniu podcastu udział wzięli prof. Marek Stankiewicz i dr Adriana Wawrzyniak, którzy opowiadali o roli synchrotronu SOLARIS w polskiej nauce, podkreślając jego znaczenie w badaniach naukowych i wspieraniu środowiska akademickiego.

Science Radio – Karolina Głowacka’s podcast ‘On science with scientists’

The podcast recording featured Professor Marek Stankiewicz and Adriana Wawrzyniak, PhD, who talked about the role of the SOLARIS synchrotron in Polish science, highlighting its importance for scientific research and supporting the academic community.

Luty 2023

February 2023

Light for Ukraine – warsztaty synchrotronowe w SOLARIS

Centrum SOLARIS wspólnie z LEAPS i The National Academy of Sciences of Ukraine zorganizowali dwudniowe warsztaty online, dedykowane ukraińskim naukowcom wykorzystującym w swoich badaniach synchrotronu oraz lasery na swobodnych elektronach. W warsztatach udział wzięło blisko 250 osób.

Light for Ukraine – A synchrotron workshop at SOLARIS

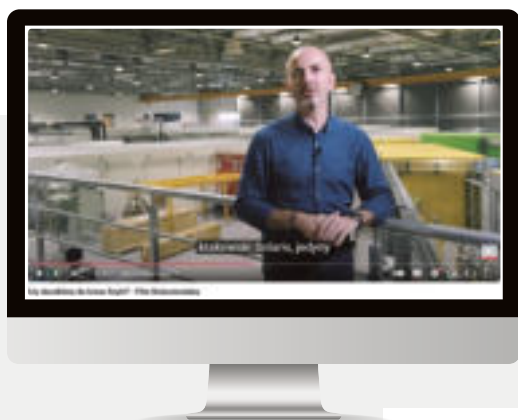
The SOLARIS Centre, together with LEAPS and The National Academy of Sciences of Ukraine, organised a two-day online workshop dedicated to Ukrainian scientists using synchrotrons and free-electron lasers in their research. Nearly 250 people attended the workshop.

Light for
Ukraine

synchrotron workshop
at SOLARIS

23-24th February 2023
online

Logotyp warsztatów „Light for Ukraine”.
 The logotype of the ‘Light for Ukraine’ workshop.



Kadr z filmu pt. „Czy doszliśmy do kresu fizyki?” z kanału YouTube „Nauka. To lubię”.

A frame from the film ‘Czy doszliśmy do kresu fizyki?’ (‘Have we reached the end of physics?’) from ‘Nauka. To lubię.’ YouTube channel.

Marzec 2023

March 2023

Tomasz Rożek i „Nauka. To lubię” – nagrania do filmu dokumentalnego

NCPS SOLARIS gościło ekipę Fundacji „Nauka. To lubię”, gdzie znany popularyzator nauki dr Tomasz Rożek rozmawiał z dr. hab. Jakubem Szlachetko, prof. UJ m.in. o prowadzonych w SOLARIS badaniach naukowych. Premiera filmu odbyła się w grudniu 2024, podczas 7. Śląskiego Festiwalu Nauki.

Tomasz Rożek and ‘Nauka. To lubię’ – recordings for a documentary film

SOLARIS NSRC hosted a team from the Foundation ‘Nauka. To lubię’ (‘Science. That’s what I like’). During this visit, Tomasz Rożek, PhD, the well-known science populariser, talked to JU Professor, Jakub Szlachetko, PhD about the scientific research carried out at SOLARIS, among other things. The film premiered in December 2024, during the 7th Silesian Science Festival.

Kwiecień 2023

April 2023

Jedenasty nabór wniosków

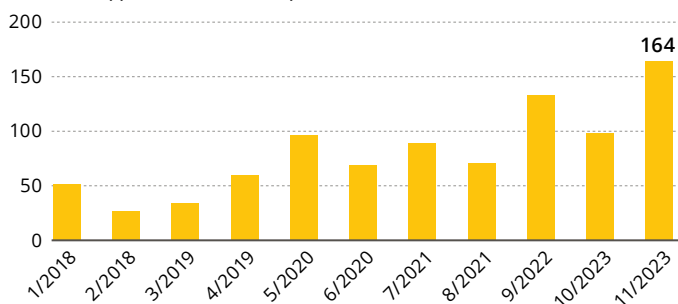
W jedenastym naborze wniosków o czas badawczy na infrastrukturze SOLARIS wpłynęło 164 aplikacje, co ustanowiło rekord liczby zainteresowanych pomiarami. W 11. naborze wniosków po raz pierwszy udostępniono linie POLYX i CIRI w trybie Expert Commissioning Access, korzystając z „szybkiego dostępu”.

Eleventh call for applications

In the eleventh call for applications for research time on the SOLARIS infrastructure, 164 applications were received, setting a record for the number of people interested in the measurements. In the 11th call for proposals for the first time included POLYX and CIRI under the Expert Commissioning Access mode, using ‘rapid access’.

HISTORIA NABORÓW WNIOSEKÓW / HISTORY OF CALLS FOR APPLICATIONS

Ilość złożonych wniosków w poszczególnych naborach (1–11) w latach 2018 do 2023 / Number of applications submitted per call (1–11) from 2018 to 2023



Grafika przedstawiająca porównanie naborów wniosków.
Graphic showing comparison of calls for applications.



Grafika promująca
Copernicus Festival 2023.
Graphic promoting
Copernicus Festival 2023.

Maj 2023

May 2023

Copernicus Festiwal

W ramach Festiwalu NCPs SOLARIS odwiedziło ponad 100 osób, które dzięki oprowadzaniu miały okazję zobaczyć największą infrastrukturę badawczą w kraju. Dodatkowo, w Centrum został nagrany materiał informacyjny, który wyemitowano na antenach dwóch kanałów telewizji.

Copernicus Festival

More than 100 people visited SOLARIS NSRC during the Festival and, through guided tours, had the opportunity to see the largest research infrastructure in our country. In addition, news footage was recorded at the Centre and broadcast on two television channels.



Czerwiec 2023

June 2023

Zdjęcie grupowe
uczestników Sylinda
Industry Workshop 2023.

A group photo of
participants of the Sylinda
Industry Workshop 2023.

fot./photo: Joanna Kowalik

SYLINDA Industry Workshop

Wydarzenie poświęcone przemysłowym zastosowaniom promieniowania synchrotronowego, umożliwiło omówienie współpracy badawczo-rozwojowej z dużymi infrastrukturami badawczymi. Warsztaty odbyły się w ramach międzynarodowego projektu pn. Sylinda.

SYLINDA Industry Workshop

The event, dedicated to industrial applications of synchrotron radiation, provided an opportunity to discuss R&D collaboration with large research infrastructures. The workshop was held as part of the international project called Sylinda.

Czerwiec 2023

June 2023

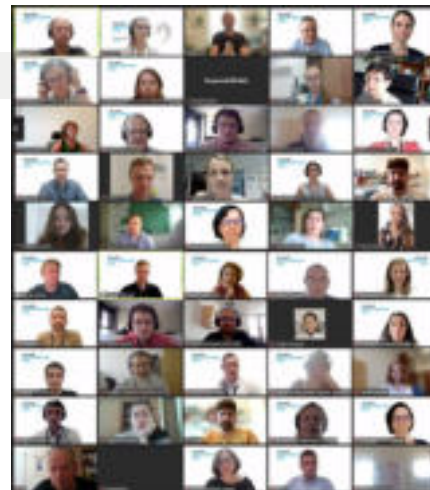
SOLARIS Update Meeting

Program konferencji obejmował szereg wykładów przeglądowych, podsumowujących aktualny stan osiągnięć naukowych, technologicznych oraz prezentujących trendy rozwojowe z zakresu badań wykorzystujących synchrotron oraz kriomikroskopię SOLARIS.

Gościem specjalnym konferencji był znany popularyzator nauki, Tomasz Rożek, który przedstawił wykład na temat Sztucznej Inteligencji (AI) w nauce.

SOLARIS Update Meeting

The conference programme included a series of review lectures summarising the current state of scientific and technological developments, and presenting development trends in research using SOLARIS synchrotron and cryo-electron microscopy. Tomasz Rożek, a well-known science populariser, was a special guest at the conference, and presented a lecture on Artificial Intelligence (AI) in science.



Zdjęcie uczestników konferencji online SOLARIS Update Meeting. A photo of participants of the online SOLARIS Update Meeting.

Lipiec 2023

July 2023

Współpraca pomiędzy UAM i UJ

Ministerstwo Edukacji i Nauki przyznało finansowanie na budowę nowej linii badawczej SMAUG do małokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego w SOLARIS, dzięki współpracy Uniwersytetu Jagiellońskiego i Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. Rektorzy obu uczelni spotkali się 13 lipca w SOLARIS, by omówić plany rozwoju eksperymentalnych technik badawczych i współpracę między ośrodkami.

Cooperation between UAM and JU

The Ministry of Education and Science granted funding for the construction of the new small-angle X-ray scattering beamline SMAUG at SOLARIS, a collaboration project between the Jagiellonian University and the Adam Mickiewicz University. The rectors of those two universities met at SOLARIS on 13 July to discuss plans for development of experimental research techniques and cooperation between the centres.



Zdjęcie grupowe gości z UAM i UJ i przedstawicieli NCPS SOLARIS. A group photo of visitors from UAM and JU with SOLARIS NSRC representatives.
fot./photo: Adam Koprowski

Sierpień 2023

August 2023

Trzeci numer Magazynu Informacyjnego SOLARIS

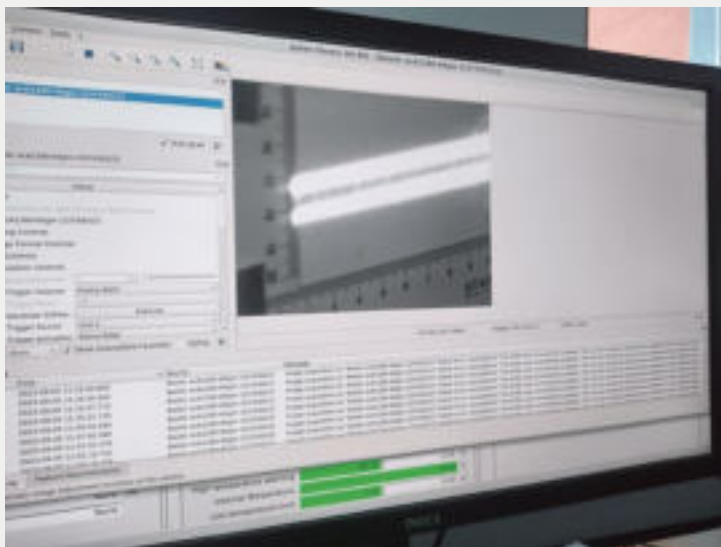
Wydanie poświęcone było opisowi szeregu wydarzeń, które w ostatnich miesiącach odbyły się w SOLARIS. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują uzyskane finansowania na nową linię badawczą SAXS (SMAUG) oraz warsztaty adresowane do przedstawicieli środowisk przemysłowych pn. „Sylopedia Industry workshop”.

The third issue of the SOLARIS Information Magazine

The issue was dedicated to a series of events that took place at SOLARIS in preceding months. The funding obtained for the new SAXS beamline (SMAUG) and the ‘Sylopedia Industry workshop’ intended for the industrial community were of particular importance among them.



Okładka magazynu SOLARIS NEWS.
SOLARIS NEWS magazine cover.



Zaobserwowane pierwsze światło na linii CIRC.

The first light observed on the CIRC beamline.

fot./photo: Tomasz Wróbel

Pierwsze światło na linii badawczej CIRC

We wrześniu miało miejsce przełomowe wydarzenie na linii CIRC. Naukowcy po raz pierwszy mogli zaobserwować światło poza komorą dipolową, która została zainstalowana w lipcu 2023 roku.

First light on the CIRC beamline

In September, a landmark event occurred on the CIRC beamline. For the first time, the scientists were able to observe light outside the dipole chamber installed in July 2023.

Wrzesień 2023

September 2023



Warsztaty prowadzone przez pracowników grupy RF podczas MNN 2023.

A workshop given by RF Group staff during MRN 2023.

fot./photo: Joanna Kowalik

Wrzesień 2023

September 2023

Małopolska Noc Naukowców 2023

Największe wydarzenie popularyzujące naukę w woj. małopolskim przyciągnęło do SOLARIS rekordową liczbę osób – zrealizowanych zostało ponad 1200 pojedynczych aktywności. Motywem przewodnim była „Kraina Światła”, a odwiedzający mieli okazję m.in. wziąć udział w eksperymentach przygotowanych przez pracowników sekcji RF oraz pokazach światła, które zrealizowało Centrum Nauki „Pasaż Odkryć” z Tarnowa.

Małopolska Researchers' Night 2023

The largest event popularising science in the Małopolska region attracted a record number of people to SOLARIS – more than 1,200 individual activities were carried out. Their theme was ‘Land of Light’, and visitors could, for example, participate in experiments prepared by the staff of the RF section and light shows presented by the Centre of Science ‘Pasaż Odkryć’ from Tarnów.

Październik 2023

October 2023

Podsumowanie dwunastego naboru wniosków o czas badawczy

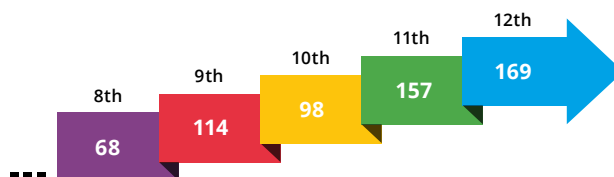
2 października 2023 roku zakończył się dwunasty nabór wniosków o czas badawczy w Centrum SOLARIS. Międzynarodowa Komisja Oceniająca miała okazję po raz kolejny przeanalizować rekordową liczbę wniosków, których spłynęło 169.

A summary of the twelfth call for applications for research time

On 2 October 2023, the twelfth call for proposals for beamtime at the SOLARIS Centre ended. The International Evaluation Committee once again had the opportunity to examine a record number of applications, as 169 of them were received.

112th. call for proposals at SOLARIS Centre

Number of proposals – included DUO and CERIC systems



Grafika przedstawiająca porównanie naborów wniosków.
Graphic showing comparison of calls for applications.

Listopad 2023

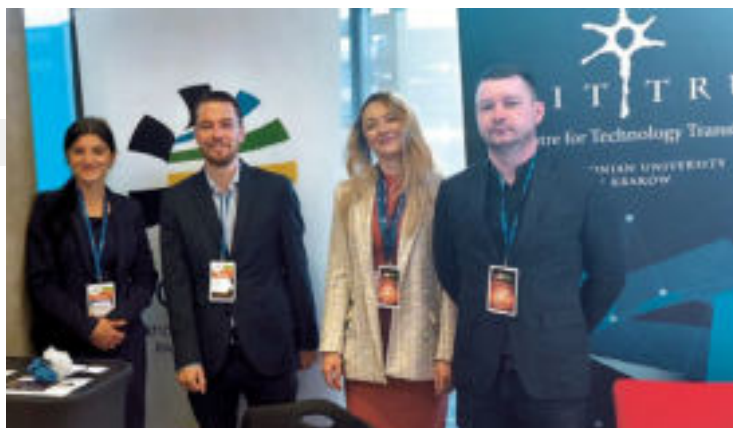
November 2023

SOLARIS na konferencji Life Science Open Space

W Krakowskim Parku Technologicznym odbyło się coroczne Forum Innowacji LSOS. Konferencja była zorganizowana przez Klaster LifeScience Krakow, Sano – Centre for Computational Medicine oraz Krakowski Park Technologiczny.

SOLARIS at the Life Science Open Space Conference

The annual LSOS Innovation Forum was held at the Krakow Technology Park. The conference was organised by the LifeScience Cluster Krakow, the Sano – Centre for Computational Medicine, and the Krakow Technology Park.



Przedstawiciele NCPS SOLARIS na stoisku podczas konferencji LSOS 2023. SOLARIS NSRC representatives at their stand during the LSOS 2023 conference.
fot./photo: Agnieszka Cudek

Grudzień 2023

December 2023

Dr hab. Jakub Szlachetko, prof. UJ na tle jednej z linii badawczej.
JU Professor Jakub Szlachetko, PhD, with one of the beamline in the background.

fot./photo: Joanna Kowalik

**Dyrektor SOLARIS wybrany do zarządu i przewodnictwa w LEAPS**

Podczas posiedzenia Walnego Zgromadzenia konsorcjum LEAPS (The League of European Accelerator based-Photon Sources), które odbyło się 19 grudnia 2023 roku, przegłosowano kandydaturę dra hab. Jakuba Szlachetko, prof. UJ, Dyrektora Centrum SOLARIS, powołującą do zarządu na trzy lata oraz do pełnienia funkcji przewodniczącego w roku 2025.

The Director of SOLARIS elected to LEAPS board and chairmanship

During the General Assembly Meeting of the LEAPS consortium (The League of European Accelerator-based-Photon Sources) held on 19 December 2023, the candidacy of JU Professor Jakub Szlachetko, PhD, the Director of the SOLARIS Centre, was voted on, and he appointed to the Board of Directors for three years and as the Chairman in 2025.



Grudzień 2023

December 2023

7. edycja Śląskiego Festiwalu Nauki w Katowicach z udziałem SOLARIS

Centrum SOLARIS uczestniczyło w 7. edycji Śląskiego Festiwalu Nauki, który odbył się w Międzynarodowym Centrum Kongresowym w Katowicach. W wydarzeniu wzięło udział blisko 70 000 osób. Odwiedzający stoisko mogli dowiedzieć się czym jest synchrotron i plazma. Na Scenie Przemysłów Przyszłości dr inż. Edyta Beyer przedstawiła swój wykład pt. „Jak metrologia nie pozwoliła nam schudnąć?”. Dodatkowo podczas Festiwalu odbyła się premiera filmu Tomasza Rożka z „Nauka. To lubię” o odkryciu bozonu Higgsa w CERN, w którym wystąpił również nasz synchrotron.

SOLARIS participates in the 7th Silesian Science Festival in Katowice

The SOLARIS Centre participated in the 7th edition of the Silesian Science Festival, held at the International Congress Centre in Katowice. Nearly 70,000 people attended this event. Visitors to the stand could find out what a synchrotron and plasma are. On the Future Industries Stage, Edyta Beyer, PhD presented her lecture 'How metrology has prevented us from losing weight?'. Additionally, the Festival featured the premiere of the film by Tomasz Rożek from 'Nauka. To Lubie' about the discovery of the Higgs boson at CERN, which also featured our synchrotron.

Stoisko SOLARIS z komorą plazmową podczas 7. Śląskiego Festiwalu Nauki. The SOLARIS stand with the plasma chamber during the 7th Silesian Science Festival. fot./photo: Joanna Kowalik

KALENDARIUM 2024

TIMELINE 2024

Styczeń 2024

January 2024

Czwarty numer Magazynu Informacyjnego SOLARIS NEWS

W czwartym numerze Magazynu przedstawiano m.in. możliwości nowej linii badawczej POLYX, a także udział Centrum w corocznym Forum Innowacji Life Science Open Space.

Fourth issue of the SOLARIS News Magazine NEWS

The fourth issue of the Magazine presented the capabilities of the new POLYX beamline, as well as the Centre's participation in the annual Life Science Open Space Innovation Forum, among other subjects.



Okładka magazynu SOLARIS NEWS.
SOLARIS NEWS magazine cover.



Konferencja online – „Light for Ukraine”.
Online conference – ‘Light for Ukraine’.

Styczeń 2024

January 2024

Light for Ukraine – konferencja nastawiona na infrastrukturę badawczą

Kolejne spotkanie pn. „Light for Ukraine – synchrotron workshop at SOLARIS towards Nano and micro X-ray spectroscopy applications” odbyło się 23 stycznia 2024 roku i skupiło w jednym czasie blisko 150 najważniejszych naukowców reprezentujących europejskie i ukraińskie środowiska naukowe korzystające z technologii III i IV generacji źródeł światła.

Light for Ukraine – a conference focused on research infrastructure

Another meeting entitled ‘Light for Ukraine – synchrotron workshop at SOLARIS towards Nano and micro X-ray spectroscopy applications’, took place on 23 January 2024 and brought together at one time nearly 150 of the most eminent scientists representing the European and Ukrainian scientific communities using 3rd and 4th generation light source technologies.

Luty 2024

February 2024

Opera Solaris

W dniach 1–4 lutego hala eksperymentalna Centrum SOLARIS zmieniła się w stację kosmiczną za sprawą opery „Solaris” inspirowanej powieścią Stanisława Lema. Spektakl w reżyserii Waldemara Raźniaka, łączący śpiew operowy ze znakomitą grą aktorską, zainaugurował festiwal Opera Rara 2024, pozostawiając niezapomniane wrażenia. Wydarzenie było koprodukcją festiwalu Opera Rara, Narodowego Starego Teatru im. H. Modrzejewskiej, Hashtag Ensemble i Warszawskiego Towarzystwa Scenicznego.

‘Solaris’ opera

On 1–4 February, the experimental hall of the SOLARIS Centre was transformed into a space station, for performance of ‘Solaris’, an opera inspired by Stanislaw Lem’s novel of the same title. The production, directed by Waldemar Raźniak and combining opera singing with superb acting, opened the Opera Rara 2024 festival, leaving an unforgettable impression. The event was a co-production of the Opera Rara Festival, the H. Modrzejewska National Old Theatre, the Hashtag Ensemble, and the Warsaw Stage Society.



Spektakl „Solaris” w hali eksperymentalnej NCPS SOLRIS.

A performance of ‘Solaris’ at the SOLARIS NSRC experimental hall.

fot./photo: Filip Adamus



Luty 2024

February 2024

Zdjęcie grupowe partnerów projektu NEPHEWS.

A group photo of the NEPHEWS project partners.

fot./photo: Joanna Kowalik

Inauguracja projektu NEPHEWS

Głównym celem projektu NEPHEWS – Neutrons and Photons Elevating Worldwide Science jest zapewnienie naukowcom z całego świata dostępu do 21 największych infrastruktur badawczych w Europie. W lutym odbyło się pierwsze spotkanie partnerów projektu.

Launch of the NEPHEWS project

The main objective of the NEPHEWS, Neutrons and Photons Elevating Worldwide Science project, is to provide researchers from around the world with access to 21 of the largest research infrastructures in Europe. In February, the first meeting of the project partners took place.



Marzec 2024

March 2024

Otwarcie linii badawczej POLYX

1 marca 2024 odbyło się oficjalne otwarcie linii badawczej POLYX. W uroczystości uczestniczyło wielu znakomitych gości wraz z zespołem zaangażowanym w powstanie linii. Infrastruktura powstała dzięki ścisłej współpracy naukowców z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

POLYX beamline is opened

On 1 March 2024, the official opening of the POLYX beamline took place. The ceremony was attended by many distinguished guests along with the team involved in the creation of the beamline. The infrastructure was developed through close collaboration between scientists from Jagiellonian University, the AGH University of Science and Technology, and the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences.

Przecięcie wstęgi otwierające linię badawczą POLYX.

Na zdjęciu od prawej: prof. Bogdan Fornal, prof. Zbigniew Postawa, prof. Piotr Kuśtrowski, prof. Tomasz Ślęzak, prof. Marek Stankiewicz. The ribbon cutting at the opening of the POLYX beamline.

Pictured from right to left: Professor Bogdan Fornal, Professor Zbigniew Postawa, Professor Piotr Kuśtrowski, Professor Tomasz Ślęzak, and Professor Marek Stankiewicz.

fot./photo: Joanna Kowalik

Marzec 2024

March 2024



Międzynarodowe Sympozjum Sylinda

7–8 marca 2024 roku za sprawą wybitnych specjalistów Centrum SOLARIS zamieniło się w stolicę światowej spektroskopii absorpcyjnej promieniowania rentgenowskiego (XAS). Wydarzenie odbyło się w trybie hybrydowym i zgromadziło około 300 uczestników.

Sylinda International Symposium

On 7–8 March 2024, the presence of outstanding specialists turned the SOLARIS Centre into the capital of the world's X-ray absorption spectroscopy (XAS). The event was held in hybrid mode and brought together around 300 participants.

Zdjęcie grupowe uczestników sympozjum Sylinda.

A group photo of Sylinda symposium participants.

fot./photo: Joanna Kowalik

Kwiecień 2024

April 2024

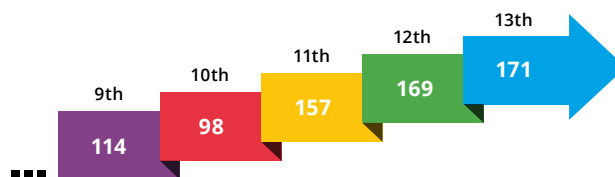
Podsumowanie trzynastego naboru wniosków o czas badawczy

3 kwietnia zakończył się trzynasty nabór wniosków o czas badawczy w Centrum SOLARIS. Po raz kolejny do Centrum wpłynęła rekordowa liczba wniosków. Zespoły naukowe z całego świata złożyły 171 aplikacji.

A summary of the thirteenth call for applications for research time

On 3 April, the thirteenth call for proposals at the SOLARIS Centre ended. Once again, the Centre received a record number of applications. Research teams from around the world submitted 171 applications.

13th. call for proposals at SOLARIS Centre



Grafika przedstawiająca porównanie naborów wniosków.
Graphic showing comparison of calls for proposals.



Kwiecień 2024

Uczestnicy LEAPS-INNOV annual meeting.
Participants of the LEAPS-INNOV annual meeting.

fot./photo: Michał Fałowski

April 2024

LEAPS-INNOV w SOLARIS

Centrum SOLARIS było organizatorem corocznego spotkania LEAPS-INNOV, które odbyło się w dniach 8–10 kwietnia 2024 roku. Konferencja w formie hybrydowej gościła łącznie 120 uczestników.

LEAPS-INNOV at SOLARIS

The SOLARIS Centre was the organiser of the annual LEAPS-INNOV meeting, which took place on 8–10 April 2024. A total of 120 participants attended the conference held in hybrid mode.

Kwiecień 2024

April 2024

Infrared Nanoscopy Workshop

Naukowcy z linii badawczej CIRI z Centrum SOLARIS wraz z Attocube system AG oraz firmą COMEF byli organizatorami konferencji Infrared Nanoscopy Workshop on Biological and Polymer Nanomaterials, która odbywa się w dniach 24–26 kwietnia 2024 roku. Stacjonarne wydarzenie zgromadziło ponad 100 uczestników.

Infrared Nanoscopy Workshop

Scientists from the CIRI beamline at the SOLARIS Centre, together with Attocube system AG and COMEF, organised the Infrared Nanoscopy Workshop on Biological and Polymer Nanomaterials, which took place on 24–26 April 2024. The stationary event brought together more than 100 participants.



Wykład w sali audytoryjnej JCI.

A lecture in the JCI auditorium.

fot./photo: dr inż. Karolina Kosowska

Maj 2024

May 2024

Festiwal Nauki i Sztuki w Krakowie

Festiwal Nauki i Sztuki po pięciu latach nieobecności wrócił do kalendarza krakowskich wydarzeń popularyzujących naukę. Między 16 a 18 maja kampusy krakowskich uczelni otworzyły się dla wszystkich głodnych wiedzy. Zespół SOLARIS był obecny w miasteczku festiwalowym na Wydziale Chemii UJ.

The Festival of Science and Arts in Krakow

After a break of five years, the Festival of Science and Arts returned to the calendar of Krakow science popularisation events. Between 16 and 18 May, the campuses of Krakow's universities opened their doors to all those hungry for knowledge. The SOLARIS team was present in the festival town at the Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University.



Stoisko SOLARIS podczas Festiwalu na Wydziale Chemii UJ.
The SOLARIS stand during the Festival at the Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University.

fot./photo: Joanna Kowalik

Czerwiec 2024

June 2024



Zdjęcie grupowe uczestników CSS24.

A group photo of CSS24 participants.

fot./photo: Joanna Kowalik

Pierwsza edycja Crosscarpatian Synchrotron School

W dniach 10–14 czerwca w Centrum SOLARIS odbyła się pierwsza edycja Crosscarpatian Synchrotron School, skierowana do studentów, doktorantów i starszych naukowców, mających niewielkie doświadczenie w dziedzinie badań z użyciem promieniowania synchrotronowego. Program szkoły obejmował teoretyczne wprowadzenie do zastosowań badań synchrotronowych, jak i praktyczne warsztaty na liniach eksperymentalnych.

The first edition of the Crosscarpatian Synchrotron School

From 10 to 14 June, the SOLARIS Centre hosted the first edition of the Crosscarpatian Synchrotron School, intended for students, postgraduates and senior scientists with little experience in synchrotron radiation research. The school's programme included a theoretical introduction to the applications of synchrotron research, as well as practical workshops on the beamlines.



Lipiec 2024

July 2024

Na zdjęciu od lewej:
dr hab. Jakub Szlachetko,
prof. UJ, Dyrektor NCPS SOLARIS,
Prof. dr hab. inż. Maria Mrówczyńska,
Podsekretarz Stanu MNiSW, dr Adriana
Wawrzyniak, Zastępca Dyrektora
ds. Akceleratorów w NCPS SOLARIS.

Pictured from left to right:
Jakub Szlachetko, PhD, Professor of
the Jagiellonian University and Director
of SOLARIS NSRC, Professor Maria
Mrówczyńska, PhD (Eng), Undersecretary
of State at the Ministry of Science and
Higher Education, Adriana Wawrzyniak,
PhD, Deputy Director for Accelerators
at SOLARIS NSRC.

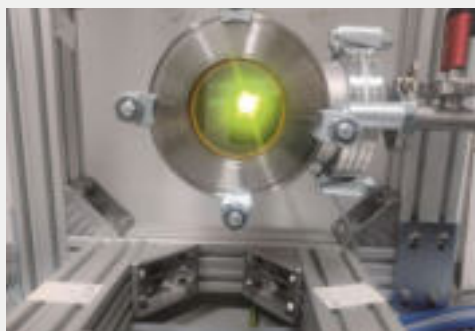
fot./photo: Joanna Kowalik

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w SOLARIS

Prof. dr hab. inż. Maria Mrówczyńska, Podsekretarz Stanu MNiSW odwiedziła Kraków, gdzie 4 lipca podczas szeregu rozmów spotkała się z Rektorem UJ oraz kierownictwem Centrum SOLARIS. Wizyta miała na celu omówienie kluczowych kwestii związanych z rozwojem nauki i szkolnictwa wyższego w Polsce, a także zapoznanie się z działalnością jedynej infrastruktury synchrotronowej w kraju.

Ministry of Science and Higher Education at SOLARIS

Professor Maria Mrówczyńska, PhD (Eng), Undersecretary of State at the Ministry of Science and Higher Education, visited Krakow, where she met with the Rector of the Jagiellonian University and the management of the SOLARIS Centre during a series of talks on 4 July. The aim of the visit was to discuss key issues related to the development of science and higher education in Poland, as well as learning about the activities of the only synchrotron infrastructure in the country.



Zdjęcie światła na stacji końcowej linii CIRC.
A photo of the light at the CIRC beamline end-station.

fot./photo: Tomasz Wróbel

Sierpień 2024

August 2024

Zakończenie budowy linii CIRC

27 sierpnia 2024 roku zespół CIRC ogłosił zamknięcie etapu konstruowania linii badawczej. Kolejnym etapem jest oddanie linii do użytkowania.

Construction of the CIRC beamlines is completed

On 27 August 2024, the CIRC team announced the completion of the construction phase for this beamline. The next stage covers the beamline commissioning.



Wrzesień 2024

September 2024

Konferencja Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users

SOLARIS po raz trzeci w swej historii gościło swoich użytkowników. 13 września zakończyła się trzydniowa konferencja „Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users”. Konferencja była wyjątkowym spotkaniem łączącym naukowców korzystających z technik dostępnych w SOLARIS z członkami Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego.

Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users

For the third time in the Centre's history, SOLARIS hosted the users of its facilities. The three day 'Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users' ended on 13 September. The conference was a unique meeting bringing together scientists using techniques available at SOLARIS with members of the Polish Synchrotron Radiation Society.

Zdjęcie grupowe uczestników konferencji „Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users”.

A group photo of participants of the 'Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users'.

fot./photo: Joanna Kowalik

Wrzesień 2024

September 2024

Noc Naukowców nie tylko w Małopolsce

W tym roku działając wspólnie z lokalnymi, regionalnymi i krajowymi partnerami z Krakowa, Kielc i Torunia zaprezentowaliśmy osiągnięcia badawcze SOLARIS przeszło 1700 osobom.

Researchers' Night in Małopolska and beyond

This year, working together with local, regional and national partners from Krakow, Kielce and Toruń, we presented SOLARIS' research achievements to more than 1,700 people.



Wykład dr inż. Katarzyny Siuzdak, prof. IMP PAN, (znanej jako @science_mission) podczas Małopolskiej Nocy Naukowców 2024 w SOLARIS.

Dr. Katarzyna Siuzdak lecture at the Małopolska Researchers Night 2024 at SOLARIS.

fot./photo: Joanna Kowalik

Październik 2024

October 2024

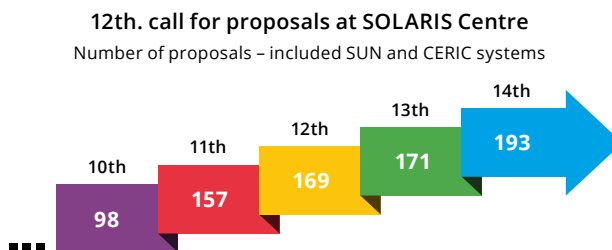
Podsumowanie czternastego naboru wniosków o czas badawczy

W czternastym naborze wniosków o czas badawczy na infrastrukturze SOLARIS wpłynęły 193 aplikacje, co ponownie wskazuje na zachowanie niesłabnącej tendencji wzrostowej zainteresowaniem pomiarami na infrastrukturze Centrum.

Summary of the fourteenth call for proposals

193 applications were received in the fourteenth call for proposals on the SOLARIS infrastructure, and this again shows a continuing upward trend in interest in measurements with the Centre's infrastructure.

Grafika przedstawiająca porównanie naborów wniosków.
Graphic showing comparison of calls for proposals.



Październik 2024

October 2024

Pierwsza edycja Cryo-EM School

W dniach 24–25 października 2024 roku w Centrum SOLARIS odbyła się pierwsza edycja Cryo-EM School – warsztatów łączących teorię z praktyką w zakresie opracowywania wyników pomiarów otrzymanych za pomocą kriomikroskopii elektronowej. Wydarzenie skierowane początkujących użytkowników umożliwiło pozyskanie wiedzy na temat obrazowania elektronami oraz analizy uzyskanych wyników pomiarów metodą Single Particle Analysis.

First edition of Cryo-EM School

On 24–25 October 2024, the SOLARIS Centre hosted the first edition of the Cryo-EM School, a workshop combining theory and practice in the development of measurements obtained by cryo-electron microscopy. The event, dedicated to beginner users, provided an opportunity to gain knowledge of electron imaging and an analysis of obtained results using the Single Particle Analysis.

Zdjęcie grupowe uczestników Cryo-EM School.
A group photo of Cryo-EM School participants.
fot./photo: Dagmara Chylewska-Olech



Uczestnicy Szkoły Biologii Strukturalnej.
Participants of the School of Structural Biology.
fot./photo: Joanna Kowalik

Listopad 2024

November 2024

Szkoła Biologii Strukturalnej w SOLARIS

Narodowe Centrum gościło uczestników Structural Biology School, wydarzenia poświęconego nowoczesnym metodom badawczym. Kluczowym elementem programu były warsztaty z kriomikroskopii elektronowej, prowadzone przez Zespół SOLARIS.

School of Structural Biology at SOLARIS

The National Centre hosted participants of the Structural Biology School, an event dedicated to modern research methods. A key element on the agenda was a workshop on cryo-electron microscopy, taught by the SOLARIS Team.

Grudzień 2024

December 2024

SOLARIS ponownie na Śląskim Festiwalu Nauki

W dniach 7–9 grudnia w Międzynarodowym Centrum Kongresowym w Katowicach odbył się 8. Śląski Festiwal Nauki. W tym roku w wydarzeniu wzięło udział wiele renomowanych instytucji, a wśród nich Narodowe Centrum SOLARIS, które na swoim stanowisku prezentowało zastosowanie plazmy w badaniach synchrotronowych i kriomikroskopii. Festiwal w ciągu trzech dni przyciągnął ponad 75 tysięcy odwiedzających.

SOLARIS is present again at the Silesian Science Festival

The 8th Silesian Science Festival took place on 7–9 December at the International Congress Centre in Katowice. In the discussed year, a number of renowned institutions participated in the event, including the SOLARIS National Centre, which presented on its stand the use of plasma in synchrotron research and cryo-electron microscopy. The festival attracted more than 75,000 visitors over the three days.



Stanowisko SOLARIS na 8. Śląskim Festiwalu Nauki w Katowicach.
The SOLARIS stand at the 8th Silesian Science Festival in Katowice.
fot./photo: Joanna Kowalik



Przedsięwzięcie Ministra Edukacji i Nauki pn. „Wsparcie prowadzenia badań naukowych i prac rozwojowych z wykorzystaniem infrastruktury badawczej Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS”
Wartość finansowania: 199 998 723,10 zł





SOLARIS
NARODOWE CENTRUM
PROMIENIOWANIA
SYNCHROTRONOWEGO

**Narodowe Centrum
Promieniowania Synchrotronowego
SOLARIS**

Uniwersytet Jagielloński

ul. Czerwone Maki 98

30-392 Kraków

tel. +48 12 664 40 00

e-mail: synchrotron@uj.edu.pl

synchrotron.uj.edu.pl



@synchrotron.solaris.badania



@Centrum SOLARIS



@synchrotronsolaris



@SynchrotronSolaris



@SOLARIS_science



ISBN 978-83-967410-5-9



9 788396 741059