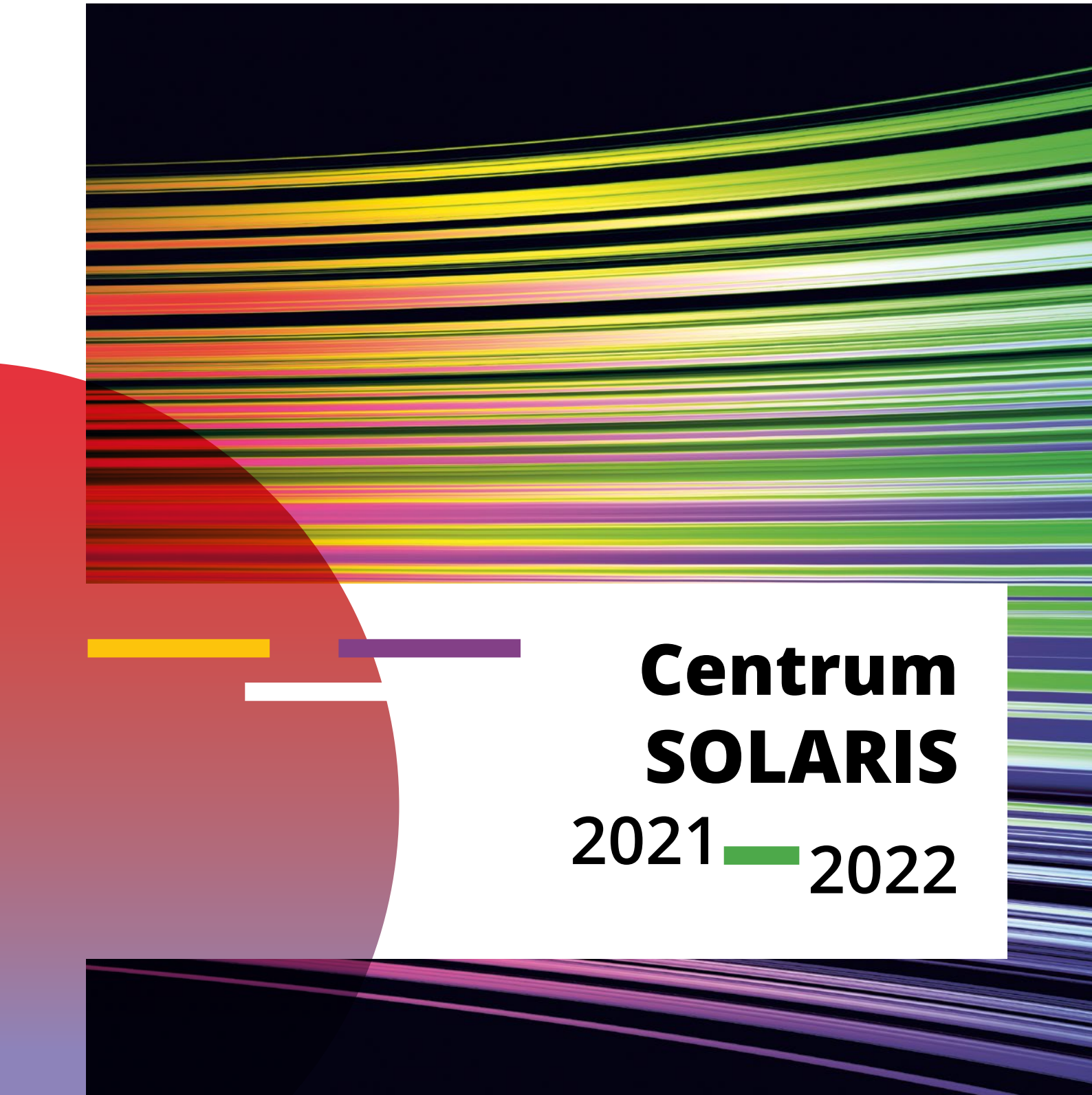




SOLARIS
NARODOWE CENTRUM
PROMIENIOWANIA
SYNCHROTRONOWEGO



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



**Centrum
SOLARIS
2021 — 2022**

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:

Mirosław Burzyński, Piotr Ciochoń, Agnieszka Cudek, Grzegorz Gazdowicz, Alicja Górkiewicz, Paulina Indyka, Nadia Jamrozik, Paweł Korecki, Karolina Kosowska, Joanna Kowalik, Maciej Kozak, Henning Lichtenberg, Anna Mandziak, Alexey Maximenko, Paweł Nita, Natalia Olszowska, Ewa Partyka – Jankowska, Michał Piekarski, Michał Rawski, Joanna Sławek, Katarzyna Sowa, Marek Stankiewicz, Magdalena Szczepanik, Jakub Szlachetko, Kinga Wróbel, Tomasz Wróbel, Adriana Wawrzyniak, Ireneusz Zadworny, Marcin Zając.

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

Korekta wersji anglojęzycznej:

English correction:

Alicja Rawska

Projekt graficzny i skład raportu:

Graphic design and DTP:

Pracownia Register

ISBN 978-83-967410-1-1

Kraków 2023



Spis treści

Wstęp 5

Największe centrum badawcze w kraju 11

- Historia powstania 12
- Realizowane zadania 12
- Dostępne techniki badawcze 14
- Centrum otwarte dla wszystkich 16

CZĘŚĆ 1

INFRASTRUKTURA BADAWCZA SOLARIS

Infrastruktura badawcza 20

Linia badawcza URANOS 23

- Przykłady zastosowania linii URANOS 26

Linia badawcza PIRX 30

- Przykłady zastosowania linii PIRX 33

Linia badawcza DEMETER 36

- Przykłady zastosowania linii DEMETER 39

Linia badawcza PHELIX 41

- Przykłady zastosowania linii PHELIX 44

Linia badawcza ASTRA 45

- Przykłady zastosowania linii ASTRA 48

Kriomikroskopia SOLARIS 49

- Przykłady zastosowania Kriomikroskopii 55

Linia badawcza w budowie – CIRI 59

- Przykłady zastosowania linii CIRI 62

Linia badawcza w budowie – POLYX 63

- Przykłady zastosowania linii POLYX 66

Linia badawcza w budowie – SOLCRYX 67

- Przykłady zastosowania linii SOLCRYX 70

CZĘŚĆ 2

SOLARIS JAKO CENTRUM NAUKI I EDUKACJI

Użytkownicy, nabory wniosków i publikacje 74

- Współpraca z zagranicznymi naukowcami 77
- Dziedziny naukowe 77
- Użytkownicy SOLARIS w latach 2021–2022 78
- Publikacje w latach 2021–2022 79
- Spotkanie Użytkowników Centrum SOLARIS 80

Szkoła doktorska – kształcenie młodych naukowców 82

Popularyzacja nauki 84

- Wydarzenia specjalne 84
- Zwiedzanie Centrum dostępne dla wszystkich 86
- Przestrzeń Internetu 87
- Media relations 89
- Współpraca popularnonaukowa 90

Contents

Introduction 5

The largest research centre in the country 11

- Creation of the Centre 12
- Implementation of Projects 12
- Available Research Techniques 14
- The Centre Open to Everyone 16

PART 1

THE SOLARIS RESEARCH INFRASTRUCTURE

Research infrastructure 20

URANOS beamline 23

- URANOS beamline highlights 26

PIRX beamline 30

- PIRX beamline highlights 33

DEMETER beamline 36

- DEMETER beamline highlight 39

PHELIX beamline 41

- PHELIX beamline applications examples 44

ASTRA beamline 45

- ASTRA beamline highlight 48

SOLARIS Cryo-EM Facility 49

- SOLARIS Cryo-EM Facility highlights 55

CIRI – beamline under construction 59

- CIRI beamline applications examples 62

POLYX – beamline under construction 63

- POLYX beamline applications examples 66

SOLCRYX – beamline under construction 67

- SOLCRYX beamline applications examples 70

PART 2

SOLARIS AS A CENTRE OF SCIENCE AND EDUCATION

Users, call for proposals and publications 74

- Cooperation with Foreign Scientists 77
- Scientific Disciplines 77
- SOLARIS Users in 2021–2022 78
- Publications in 2021–2022 79
- SOLARIS User Meeting 80

Doctoral school – shaping of young scientists 82

Public outreach 84

- Special events 84
- Visiting the Centre available to everyone 86
- Internet Communication 87
- Media Relations 89
- Popular Science Collaboration 90

CZĘŚĆ 23

SYSTEMY AKCELERATORÓW ORAZ ZADANIA CS IT

Źródło promieniowania yncchrotronowego 94

Parametry źródła promieniowania
synchrotronowego 94

Funkcjonowanie synchrotronu SOLARIS
w latach 2021–2022 96

Najważniejsze prace rozwojowe synchrotronu
w latach 2021–2022 99

Inne projekty rozwojowe 103

Zadania CS IT 105

CZĘŚĆ 4

WSPÓŁPRACA KRAJOWA I ZAGRANICZNA

Współpraca krajowa 112

Współpraca zagraniczna 117

Projekty międzynarodowe 122

Współpraca z przemysłem 127

CZĘŚĆ 5

KALENDARIUM SOLARIS 2021–2022

Kalendarium SOLARIS 2021–2022 132

Kalendarium 2021 132

Kalendarium 2022 138

CZĘŚĆ 6

ANEKS

Annex 150

PART 3

ACCELERATOR SYSTEMS AND CS IT PROJECTS

The synchrotron radiation source 94

Parameters of the Synchrotron Radiation
Source 94

Operation of the SOLARIS Synchrotron
in 2021–2022 96

The Most Important Developments of the
Synchrotron in 2021–2022 99

Other Developments 103

CS IT Projects 105

PART 4

NATIONAL AND INTERNATIONAL COOPERATION

National cooperation 112

Internationa cooperation 117

International projects 122

Industry cooperation 127

PART 5

2021–2022 SOLARIS TIMELINE

2021–2022 SOLARIS timeline 132

Timeline 2021 132

Timeline 2022 138

PART 6

ANEKS

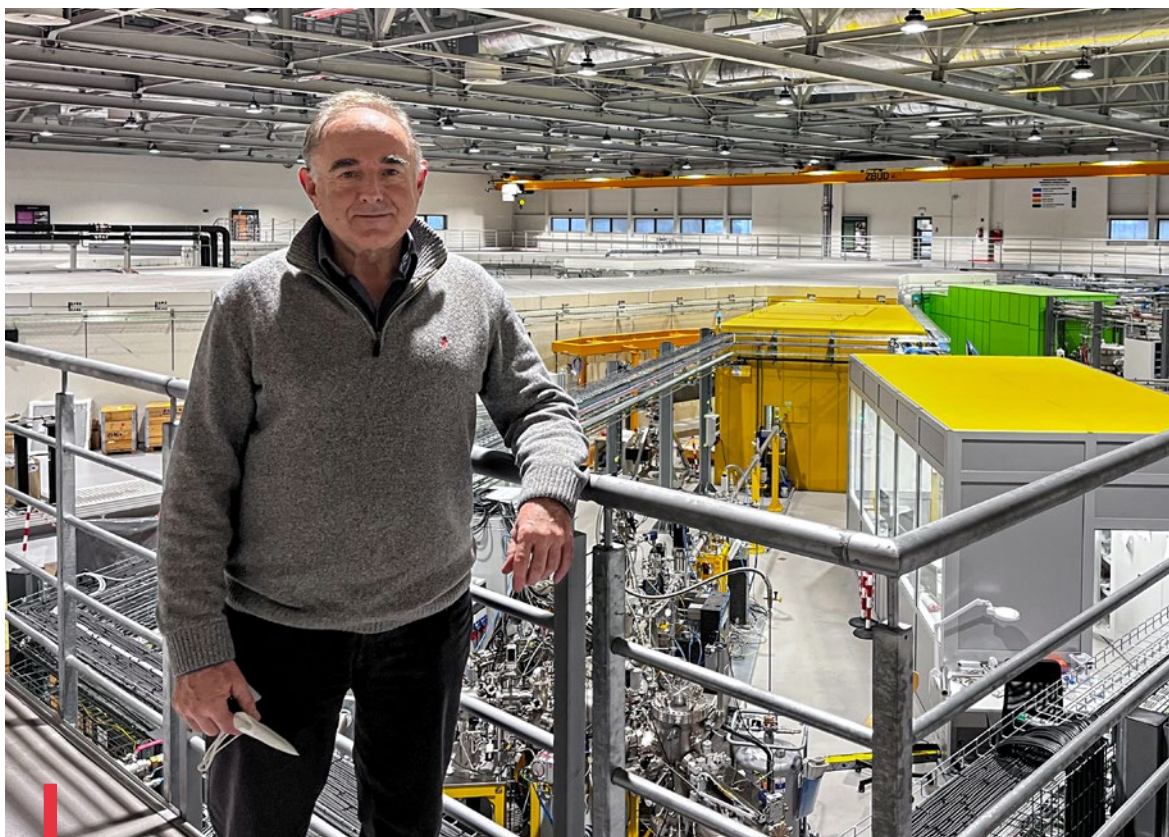
Annex 150

Wstęp

Szanowni Państwo,
W imieniu zespołu Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS, działającego przy Uniwersytecie Jagiellońskim, składam na Państwa ręce raport z naszej działalności. NCPS SOLARIS jest jedynym w Polsce ośrodkiem synchrotronowym, którego misją jest zapewnienie bezpłatnego dostępu do możliwie największej liczby technik badawczych, jak najszerszej liczbie zespołów reprezentujących różne dziedziny nauki. Dostęp możliwy jest dzięki otwartym konkursom wniosków o czas badawczy

Introduction

Dear Reader,
On behalf of the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre team, I am honoured to present a report on our activities. SOLARIS NSRC is the only synchrotron centre in Poland, whose mission is to provide free access to as many research techniques as possible to as many teams as possible, representing various fields of science. We provide access to individual infrastructures through open competitions for applications for research time, which is granted by an international evaluation committee. Functioning



Prof. dr hab. Marek Stankiewicz, Dyrektor NCPS SOLARIS
Prof. Marek Stankiewicz, the Director of the SOLARIS NSRC

foto./photo: Joanna Kowalik

na poszczególnych infrastrukturach. Jest on przyznawany na podstawie ocen międzynarodowego komitetu ewaluacyjnego. Istniejąc w strukturach UJ dysponujemy niezależnym finansowaniem pochodzącym z Ministerstwa Edukacji i Nauki, w ramach przedsięwzięcia Ministra pn. *Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS – nauka dla zdrowia i innowacji*.

Niniejsze, trzecie już z kolei sprawozdanie obejmuje lata 2021 i 2022. Poprzednie, opisujące okres 2016–2018 oraz 2019–2020 przybliżyły początki aktywności Centrum tuż po zakończeniu jego budowy, optymalizację systemu akceleratorów, kalibrację linii eksperymentalnych, a także cztery pierwsze nabory wniosków na prowadzenie badań na trzech w pełni działających liniach badawczych i kriomikroskopie. Przedstawiliśmy także nasze działania w czasie COVID-19, gdy wprowadziliśmy systemy zdalnego prowadzenia pomiarów oraz przedstawiliśmy pierwsze wyniki z badań w NCPS SOLARIS publikowane na łamach czasopism naukowych.

Wydawało nam się, że po dwuletniej pandemii sytuacja na świecie wróci do względnej normalności. Niestety tragiczna agresja Rosji na Ukrainę, pokazała dobitnie, jak kruche są fundamenty światowego ładu, a konflikt toczący się u wrót Wspólnoty Europejskiej ma wieloaspektowy wpływ również na środowisko naukowe.

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS mimo wielu trudności i zagrożeń związanych z niestabilnością rynków energetycznych i łańcuchów dostaw, niezmiennie kontynuuje realizację stawianych przed nim celów.

Naszą misją jest również bezustanne poszerzanie oferty badawczej. SOLARIS, współpracując z krajowym i międzynarodowym środowiskiem naukowym, odpowiadając na zapotrzebowanie, projektuje, tworzy i udostępnia stanowiska do prowadzenia badań z wykorzystaniem unikalnych metod doświadczalnych, bazujących na właściwościach promieniowania synchrotronowego oraz technikach kriomikroskopii

within JU structures we are funded by the Ministry of Education and Science as part of the Minister's project entitled 'SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre – science for health and innovation'.

This report, our third one, covers 2021 and 2022. The previous ones, concerning 2016–2018 and 2019–2020, introduced the beginnings of the Centre's activity just after it was built, with a special attention paid to the optimization of the accelerator system, the calibration of the experimental beamlines, as well as the first four calls for research proposals regarding the three fully operational beamlines and cryo-microscopy. During COVID-19, we introduced remote measurement systems and presented the first research results published in scientific journals.

We believed that after a two-year pandemic, the situation in the world would return to a relatively normal state of affairs. Unfortunately, Russia's tragic aggression against Ukraine has clearly shown how fragile the foundations of the world order are, and the conflict taking place at the gates of the European Community also has a multifaceted impact on the scientific community.

Despite many difficulties and threats related to the instability of energy markets and supply chains, SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre continues to pursue its goals.

Our mission is to constantly expand the research offer. In cooperation with the national and international scientific community, we respond to their needs by designing, creating and providing access to research stations using unique experimental methods that are based on the properties of synchrotron radiation and on the techniques of cryo-Electron Microscopy. At the end of 2022, the Centre provided five fully operational beamlines, URANOS, PIRX, DEMETER, PHELIX and ASTRA, as well as two cryo-electron microscopes. Two other beamlines, CIRI and POLYX, were at an advanced stage of construction – their opening is planned for autumn 2023. In addition to this, a number of other beamlines were at a conceptual level. The

elektronowej. Do końca 2022 roku Centrum udostępniło pięć w pełni działających linii badawczych – URANOS, PIRX, DEMETER, PHELIX i ASTRA oraz dwa kriomikroskopy elektronowe. Para kolejnych linii (CIRI i POLYX) była w fazie zaawansowanej budowy – ich udostępnienie planowane jest w jesieni 2023 roku. Natomiast szereg następnych znajdował się na etapie koncepcyjnym. Stały rozwój infrastruktury, przekładający się w bezpośredni sposób na ilość wykonywanych w Centrum badań, pozwolił na osiągnięcie ważnych wyników naukowych, a w dalszej perspektywie ich publikację na łamach renomowanych czasopism. Pierwsza część niniejszego raportu poświęcona jest nie tylko opisowi oferowanej przez SOLARIS infrastruktury i najciekawszych wyników badań przeprowadzonych z jej użyciem, ale także omówieniu etapów budowy i potencjału naukowego nowopowstających linii.

Podsumowując ostatnie dwa lata działania NCPS, warto zwrócić uwagę na różne perspektywy – celów lokalnych i wpływów globalnych, którym było poddawane. Dopiero wówczas widzimy, że omawiany okres był czasem szczególnym. Z jednej strony schyłek pandemii COVID-19, który obostrzeniami odcisnął swoje piętno na mobilności grup naukowych i tocząca się w sąsiedztwie wojna, która na wiele miesięcy, w swój sposób wstrzymała oddech w tej części Europy. Z drugiej zaś strony, długofalowe plany rozwoju i rozbudowy Centrum. Wszystko to miało nieunikniony wpływ na pracę ośrodka, a w ślad za nim, nabory wniosków, wykonywane badania i przeprowadzone projekty. Niemniej robiliśmy wszystko, aby zminimalizować wpływ tych negatywnych czynników. Krokiem milowym, było rozpoczęcie w 2022 roku budowy nowej części hali eksperymentalnej synchrotronu. Powiększony budynek umożliwi przede wszystkim uruchomienie czterech kolejnych linii badawczych, w tym SOLCRYSS, przeznaczonej do badań strukturalnych. Swoje miejsce w nowej hali znajdzie też laboratorium kriomikroskopii elektronowej. Dotychczas dwa mikroskopy – Titan Krios i Glacios, stoją w specjalnie do tego celu zbudowanych, tymczasowych pomieszczeniach.

constant development of the infrastructure, which directly translates into the amount of research carried out at the Centre, allowed to achieve important scientific results, and, in the long term, to publish in international journals.

The first part of this report is devoted to the description not only of the infrastructure offered by SOLARIS and the most interesting research results, but also of the construction stages and the scientific potential of the newly developed beamlines. Summing up the last two years of operation, two perspectives are worth noting, i.e. local goals and global influences to which NSRC was subjected. The period in question was a special time. On the one hand, we have observed the decline of the COVID-19 pandemic, which imposed restrictions on the mobility of scientific groups and the war raging in the neighbourhood, which caused many to hold their breath for many months. On the other hand, there were long-term plans for the NSRC development and expansion. All this directly influenced the Centre's work, as well as the calls for proposals, research and projects carried out. Nevertheless, we did everything to minimize the impact of these negative factors. The beginning of the construction of a new part of the synchrotron's experimental hall was a 2022 milestone. The enlarged building will primarily allow to launch four new beamlines, including SOLCRYSS intended for structural testing. Additionally, the new experimental hall will accommodate the cryo-Electron Microscopy facility. So far, two microscopes, Titan Krios and Glacios, have been placed in specially designed temporary hutches. In the extended hall, the facility will eventually accommodate as many as four microscopes. The project also includes a sample preparation laboratory that will be available to all SOLARIS users. It will contain the necessary equipment to prepare samples for measurements on at the beamlines and to develop grids for measurements using cryo-microscopy techniques. The hall will also include a workshop space, a server room and new offices for the growing

Na terenie powiększonej hali powstanie ośrodek kriomikroskopii, mający pomieścić docelowo aż cztery mikroskopy. W projekcie przewidziano też laboratorium przygotowywania próbek, które będzie dostępne dla wszystkich Użytkowników SOLARIS. Znajdzie się w nim niezbędny sprzęt umożliwiający preparatykę próbek do pomiarów na liniach badawczych oraz opracowania siatek na pomiary technikami kriomikroskopii. Ostatnim już obszarem, który znajdzie swoje miejsce w rozbudowanej hali jest przestrzeń warsztatowa, serwerownia i nowe biura dla powiększającego się zespołu SOLARIS, który obecnie liczy już ponad 100 wysoko wykwalifikowanych specjalistów.

Druga część raportu poświęcona jest analizie czterech kolejnych konkursów o dostęp do infrastruktury badawczej synchrotronu, a także działań koordynowanych na rzecz popularyzacji nauki. To bardzo ważny fragment opracowania, przedstawiający szerokie zainteresowanie krajowych i zagranicznych naukowców, którzy zdecydowali się prowadzić u nas eksperymenty doceniając SOLARIS, jako swój warsztat badawczy. Jest to dla nas przedmiotem szczególnej satysfakcji. Rezultaty tych badań są publikowane w wysoko pozycjonowanych czasopismach. Tu, patrząc na statystyki, należy pamiętać o czasie potrzebnym na opracowanie wyników. Dlatego publikacje z pomiarów robionych w roku 2022 mogą pojawić się dopiero w 2024.

SOLARIS od początku swego działania jest bardzo aktywnie zaangażowany w popularyzację nauki. Zespół Centrum nieprzerwanie podejmuje się organizacji nowych przedsięwzięć w kontekście promocji nie tylko synchrotronu i kriomikroskopii, ale również szerzej – nauk ścisłych. Wśród nich warto wymienić organizację konferencji naukowych i wydarzeń popularnonaukowych, zaangażowanie w kształcenie młodych badaczy, oprowadzanie wycieczek po infrastrukturze, działania z zakresu media-relations, kampanie w nowych mediach, nawiązywanie stałych form współpracy z innymi jednostkami, a także działania zapewniające dostęp informacyjny dla osób z niepełnosprawnościami.

SOLARIS team, which currently employs over 100 highly qualified specialists.

The second part of the report covers the analysis of the last consecutive open calls for access to the synchrotron research infrastructure, as well as the coordinated activities aimed at the popularization of science. Importantly, this part demonstrates that a great number of domestic and foreign scientists decided to conduct research in SOLARIS, which is a fact particularly satisfying to us. The results of these studies are published in highly ranked journals. However, taking into account the time needed to compile the results, publications from the 2022 measurements may not appear until 2024.

From the beginning of its activity, SOLARIS has been actively involved in the popularization of science. The Centre's team is constantly engaged in promoting not only the synchrotron and cryo-microscopy, but also, more broadly, science. We organize scientific conferences and popular science events, are involved in educating young scientists, guide tours around the infrastructure, are active in the field of media relations and campaigns in new media, establish permanent forms of cooperation with other units, as well as ensure access to information for people with disabilities.

A separate, extremely important area of the Centre's activity was the continuous improvement of the parameters of the synchrotron radiation source. The stability and lifetime of the electron beam have been significantly improved, which directly influences the precision of the measurements. SOLARIS has the largest and the most advanced accelerator system in Poland. The achieved level of optimization of the accelerator operation means that SOLARIS is one of the best Centres of this type in the world. It is also worth noting that as a complex research infrastructure, NSRC requires extremely specialised IT facilities and appropriate programming tools on many levels. Details related to the improvement of accelerators

Osobnym, niezwykle ważnym obszarem działania Centrum w minionych dwóch latach, było ciągłe ulepszanie parametrów źródła promieniowania synchrotronu. W tym zakresie wypracowano bardzo duże postępy, poprawiając istotnie stabilność oraz czas życia – będącej źródłem promieniowania – wiązki elektronowej, co przekłada się bezpośrednio na precyzję wykonywania pomiarów. SOLARIS posiada największy i najbardziej zaawansowany układ akceleratorowy w Polsce. Osiągnięty poziom optymalizacji pracy akceleratorów, stawia SOLARIS w jednym rzędzie z najlepszymi tego typu ośrodkami na świecie. Warto zwrócić także uwagę na fakt, że tak skomplikowana infrastruktura badawcza jaką jest NCPS, wymaga niezwykle specjalistycznego zaplecza IT oraz odpowiednich narzędzi programistycznych na wielu poziomach. Szczegóły związane z procesami usprawniania akceleratorów oraz systemów kontroli przedstawia trzecia część niniejszego opracowania.

Gorąco zachęcam również do zapoznania się z kolejnym, czwartym już rozdziałem, opisującym obszar krajowej i międzynarodowej aktywności Centrum. SOLARIS jest dobrze spozycjonowane na mapie światowych infrastruktur badawczych. Należy do szeregu europejskich i międzykontynentalnych sieci partnerstw. Między innymi, jesteśmy członkiem:

- LEAPS (The League of European Accelerator based-Photon Sources) – prestiżowej organizacji zrzeszającej 16 europejskich synchrotronów i laserów na wolnych elektronach.
- CERIC-ERIC (Central European Research Infrastructure Consortium – European Research Infrastructure Consortium) – konsorcjum skupiającego wyspecjalizowane laboratoria i ośrodki badawcze z Europy Środkowej i Włoch.

Współtworzymy z innymi ośrodkami dwie platformy wymiany informacji o zasięgu ogólnoswiatowym – LIGHTSOURCES.ORG oraz WAYFORLIGHT.EU. Angażujemy się w projekty międzynarodowe. Niech przykładem będzie koordynowany przez nas, realizowany wraz z hiszpańskim synchrotronem ALBA,

and control systems are presented in the third part of this report.

I also strongly encourage you to read the fourth chapter describing the Centre's national and international activity. SOLARIS has made a permanent mark on the map of global research infrastructures. It is part of European and intercontinental networks of partnerships. For example, we are a member of the following organizations:

- LEAPS (The League of European Accelerator based-Photon Sources) – a prestigious organization associating 16 European synchrotrons and free electron lasers.
- CERIC-ERIC (Central European Research Infrastructure Consortium – European Research Infrastructure Consortium) – a consortium bringing together specialised laboratories and research Centres from Central Europe and Italy.

Together with other centres, we co-create two global information exchange platforms: LIGHTSOURCES.ORG and WAYFORLIGHT.EU. We are involved in many international projects, e.g. the SYLINDA project under the EU HORIZON 2020 programme, coordinated by us and implemented together with the Spanish synchrotron ALBA, the University of Bonn and the Hochschule Niederrhein in Krefeld, which aims to stimulate industrial research.

SOLARIS employees closely cooperate with the best synchrotrons and research units in Poland and in the world; they consult beamline designs, establish scientific cooperation and participate in offsite training programmes. Owing to the exchange of knowledge and experience, the Centre's scientific results are on a par with world science, as our research gets published in valuable scientific journals.

Finally, I should mention our involvement in the Light for Ukraine project. LEAPS delegated SOLARIS to organize and coordinate the cooperation with Ukraine scientists in order to provide them with the necessary know-how and ultimately help in building their own synchrotron research infrastructure.

Uniwersytetem w Bonn, Hochschule Niederrhein w Krefeld projekt *Sylinda* w ramach programu EU HORIZON 2020, który ma na celu stymulację badań przemysłowych.

Pracownicy SOLARIS blisko współpracują z najlepszymi synchrotronami i jednostkami badawczymi w Polsce i na świecie – konsultują projekty linii, nawiązują współpracę naukową i wyjeżdżają na szkolenia. Ta wymiana wiedzy i doświadczenia sprawia, że w ramach realizowanych działań zespół Centrum reprezentuje polską naukę na forum najważniejszych organizacji badawczych, a owocem tej współpracy jest nie tylko popularyzacja wiedzy, ale przede wszystkim cenne publikacje naukowe.

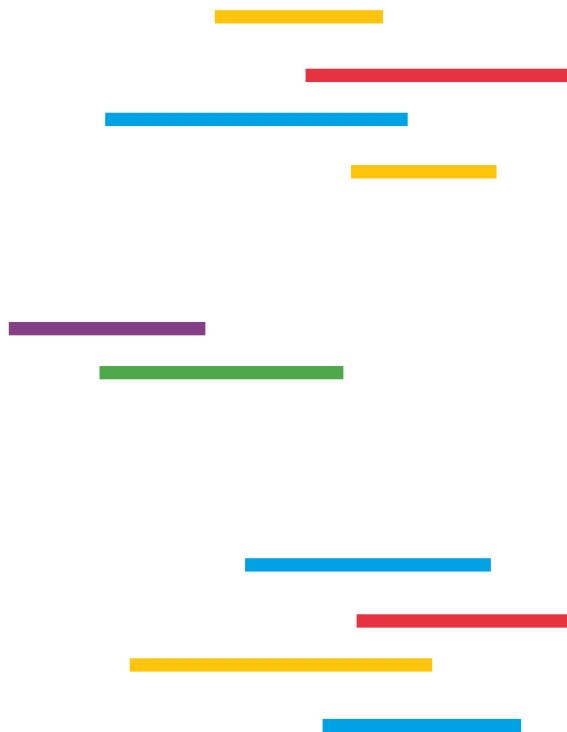
Nie sposób pominąć naszego zaangażowania w projekt *Light for Ukraine*, w ramach którego SOLARIS został oddelegowany przez LEAPS do organizacji i koordynacji współpracy z naukowcami z Ukrainy, w celu zapewnienia im warsztatu pracy oraz docelowo pomocy w budowaniu własnej synchrotronowej infrastruktury badawczej.

Nasze opracowanie kończy barwne kalendarium najważniejszych wydarzeń, które stały się udziałem Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w latach 2021–2022. Umożliwi ono szybkie spojrzenie wstecz i dokonanie własnego podsumowania minionych miesięcy. Mam nadzieję, iż przeglądając załączone tam fotografie i opisy, zwracając uwagę na fakt, że skoro tak wiele udało się nam wspólnie osiągnąć, mimo mnogości niekorzystnych czynników, uznacie Państwo, iż przyszłość największego centrum badawczego w Polsce jest bezpieczna w rękach zespołu, który wypracował jego dotychczasową pozycję.

Prof. dr hab. Marek Stankiewicz
Dyrektor NCPS SOLARIS

Our report ends with a timeline of the most important 2021–2022 events that SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre participated in. Despite the multitude of unfavourable factors, we have managed to achieve so much together! I hope that looking through the photographs and the descriptions, you will agree that the future of the largest research Centre in Poland is safe in the hands of the team that has developed its current status.

Prof. Marek Stankiewicz
The Director of the SOLARIS NSRC



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 między innymi w obszarach katalizy, inżynierii biomedycznej, nanomateriałów, farmakologii, geologii czy archeologii. Pozyskane wyniki leżą u podstaw nowych odkryć w wielu dziedzinach nauki. Eksperymenty prowadzone na synchrotronach dały przyczynek do poznania struktur wielu nowych materiałów, otwierając drogę do ich zastosowań przemysłowych i konsumenckich. Zdobytą 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

MSc. Agnieszka Cudek

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 of performing 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, e.g. in the areas of catalysis, biomedical engineering, nanomaterials, pharmacology, geology and archaeology. The obtained results constitute the basis for new discoveries in many fields. Experiments conducted on synchrotrons contribute to the knowledge of the structures of many new materials, opening the way to their industrial and consumer applications. The acquired knowledge is used in the design of more efficient electronic devices, such as computer processors and capacious data carriers. Also, materials used for the production of solar cells have been the subject of experiments in centres such as SOLARIS for years. Thanks to them, it is possible to increase the efficiency of converting solar energy into electricity. On the other hand, studies on the structure of proteins and biological molecules carried out using cryo-Electron Microscopy techniques available at the Centre help to develop new drugs and to better understand complex life processes.

Historia powstania

Dzięki wieloletnim dążeniom krajowego środowiska naukowego, skupionego wokół m.in. Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego, 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 nowatorskiemu projektowi synchrotronu byliśmy w stanie wybudować w ciągu pięciu lat Centrum SOLARIS, którego sercem jest akcelerator kołowy – synchrotron. Zostały wówczas zaprojektowane i wybudowane dwa identyczne pierścienie akumulacyjne o energii 1,5 GeV, którego bliźniak powstał w tym samym czasie w Lund.

Podjęcie w 2010 roku inicjatywy 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.

Zanim możliwe było udostępnienie synchrotronu grupom badawczym, nastąpił trzyletni etap prac nad kalibracją i optymalizacją parametrów akceleratorów oraz linii eksperymentalnych. Od momentu, gdy w październiku 2018 roku, próg Centrum przekroczyli pierwsi użytkownicy, do chwili obecnej ośrodek odwiedziło blisko 1000 naukowców (w tym 675 w latach 2021–2022). Przełożyło się to na przeszło 26 500 godzin eksperymentów. W efekcie istnienia NCPS SOLARIS powstało 187 publikacji w znakomitych czasopismach naukowych (w tym 95 w latach 2021–2022) takich, jak *Energy Storage Materials* czy *Molecular Cell*.

Realizowane zadania

Nadrzędnym celem istnienia Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS jest utrzymywanie i rozwijanie infrastruktury badawczej oraz jej udostępnianie globalnemu środowisku

Creation of the Centre

Owing to the long-term efforts of the Polish scientific community, including the Polish Synchrotron Radiation Society, the project of constructing a third-generation light source began to take shape in 2010.

As a result of 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. Its heart is a circular accelerator-synchrotron with two twin storage rings with an energy of 1.5 GeV, whose twin was built at the same time in Lund.

The 2010 beginning of the initiative was possible 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 experimental lines amounted to €50 million. Before the synchrotron could be made available to research groups, the calibration and optimization of the accelerator parameters and beamlines took three years.

Since the first users appeared in October 2018, nearly 1000 scientists have visited the Centre (including 675 in 2021–2022), resulting in approx. 26 500 hours of research time and 187 articles published in excellent scientific journals (including 95 in 2021–2022), such as 'Energy Storage Materials' or 'Molecular Cell'.

Implementation of Projects

The main goal of SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre is to develop and maintain a research infrastructure and to make it available to the global scientific community. In December 2021, the Ministry of Education and Science decided to establish a 5-year Ministerial Undertaking entitled 'Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS – nauka dla zdrowia i innowacji' [EN 'SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre – science for health and innovation'].



Zdjęcie 1. Zdjęcie budynku NCPS SOLARIS i trwającej rozbudowy hali eksperymentalnej.

Photo 1. The SOLARIS NSRC building and the ongoing expansion of the experimental hall.

fot./photo: Krzysztof Adamczyk

naukowemu. W grudniu 2021 roku Ministerstwo Edukacji i Nauki podjęło decyzję o utworzeniu na okres 5 lat Przedsięwzięcia Ministra pn. *Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS – nauka dla zdrowia i innowacji*, zapewniając tym samym finansowanie Centrum na ten okres. Otrzymane 200 mln złotych umożliwi przede wszystkim realizację trzech poniższych zadań.

1. Zapewnienia gotowości infrastruktury badawczej NCPS SOLARIS do prowadzenia badań naukowych i prac rozwojowych. W tym m. in. utrzymania bieżącego działania i modernizacji akceleratorów, zapewnienia pracy stanowisk pomiarowych i ich wzbogacania o nowe funkcje, a także utrzymania infrastruktury informatycznej oraz oprogramowania.

The Centre received PLN 200 million that will be primarily devoted to the following tasks:

1. Ensuring the availability of the SOLARIS NSRC research infrastructure for research and development, including maintaining the current operation and modernization of accelerators, measurement stations and enriching them with new functions, as well as maintaining the IT infrastructure and software.
2. Conducting activities encouraging the scientific community in Poland and abroad to establish and develop scientific cooperation using and maximizing the Centre's possibilities.
3. Undertaking campaigns to promote the SOLARIS NSRC research infrastructure to increase the number of users from Poland and abroad.

2. Prowadzenia działań aktywizujących środowisko naukowe w Polsce i za granicą w celu nawiązywania i rozwijania współpracy naukowej w zakresie wykorzystywania i maksymalizacji potencjału Centrum.
3. Prowadzenia działań informacyjno-promocyjnych na rzecz zwiększenia liczby Użytkowników infrastruktury badawczej NCPS SOLARIS z kraju i z zagranicy.

Dostępne techniki badawcze

Sercem Centrum SOLARIS jest synchrotron – 96-metrowy akcelerator kołowy, w którym przyspieszone niemal do prędkości światła elektrony, generują promieniowanie synchrotronowe. Unikalną właściwością tego światła jest jego ogromna intensywność – jest ono miliony razy jaśniejsze od tego, które dociera ze Słońca na powierzchnię Ziemi. Ponadto widmo promieniowania synchrotronowego rozciąga się od podczerwieni, przez światło widzialne i ultrafiolet, aż do światła rentgenowskiego. Dzięki temu możliwe jest wieloaspektowe badanie powierzchni oraz wnętrza różnych materiałów. Eksperymenty z użyciem promieniowania synchrotronowego dają wiedzę o tym jak zbudowane są materiały, jaki mają skład chemiczny oraz właściwości elektryczne czy magnetyczne. Światło synchrotronowe wykorzystywane jest przez wiele dziedzin nauki, takich jak biologia, chemia, fizyka, inżynieria materiałowa, nanotechnologia, medycyna, farmakologia, geologia i krytalografia a nawet archeologia czy konserwacja zabytków.

Obecnie do synchrotronu SOLARIS dołączonych jest pięć linii badawczych (URANOS, PIRX, DEMETER, PHELIX oraz ASTRA), kolejne trzy są w fazie budowy – CIRI, SOLCRYST oraz POLYX (zakłada się, że będą gotowe w 2023 i 2025 r.), natomiast dwie kolejne są na etapie koncepcyjnym. Dzięki trwającej rozbudowie hali eksperymentalnej możliwe będzie równoległe funkcjonowanie kilkunastu linii badawczych, z około dwudziestoma stanowiskami pomiarowymi.

Jedną z pierwszych istniejących od 2018 r. linii była **URANOS** (dawniej UARPES), która dostarcza fotony

Available Research Techniques

At the heart of SOLARIS Centre lies a synchrotron – a 96-metre circular accelerator in which electrons accelerated almost to the speed of light generate synchrotron radiation. The unique property of this light is its enormous intensity – more than a million times brighter than the one reaching the surface of the Earth from the Sun. In addition, synchrotron radiation includes electromagnetic waves ranging from infrared, through visible light and ultraviolet, to X-ray. Thanks to this, it is possible to study the surface and the bulk of various materials in a multifaceted way. Experiments with the use of synchrotron radiation give knowledge about materials structure, their chemical composition and electrical or magnetic properties. Synchrotron light is used 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.

Currently, five beamlines are connected to the SOLARIS synchrotron (URANOS, PIRX, DEMETER, PHELIX and ASTRA), another three are under construction (CIRI, SOLCRYST and POLYX – assumed to be ready in 2023 and 2025), and two other are planned. The ongoing expansion of the experimental hall will allow several beamlines with about twenty measuring stations to operate simultaneously.

One of the first beamlines operating since 2018 was **URANOS** (formerly UARPES), which provides photons in the vacuum ultraviolet range for research using the angle-resolved photoelectron spectroscopy (ARPES) technique. In parallel with this beamline, **PIRX** (formerly XAS) was created. It uses synchrotron radiation emitted by a bending magnet and is dedicated to spectroscopic measurements in the soft X-ray range. Available experimental techniques allow to test surfaces in a selective way, as well as for element selective thin films and nanomaterials characterization. Another beamline that was made available to Users in 2021 is **DEMETER**, using soft

w zakresie próżniowego ultrafioletu do badań techniką kątowno-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów. Równocześnie z tą linią powstała **PIRX** (dawniej XAS), wykorzystująca promieniowanie synchrotronowe emitowane przez magnes zakrzywiający, dedykowana do pomiarów spektroskopowych w zakresie miękkiego promieniowania rentgenowskiego. Dostępne na niej techniki eksperymentalne pozwalają na selektywne badanie powierzchni, a także cienkich warstw i nanomateriałów, z czułością pierwiastkową. Kolejną linią, która została udostępniona Użytkownikom w 2021 r. była **DEMETER**, wykorzystująca miękkie promieniowanie rentgenowskie o zmiennej polaryzacji do zaawansowanych eksperymentów mikrospektroskopowych. W tym samym roku otwarto linię **PHELIX**, operującą w zakresie miękkiego promieniowania X, którego źródłem jest eliptycznie polaryzujący undulator. Parametry oraz dostępna na stacji końcowej aparatura pozwalają na przeprowadzanie spektroskopowych pomiarów fotoelektronów i absorpcji w warunkach ultrawysokiej próżni. W połowie 2022 roku otwarta została linia **ASTRA**, która pozwala na sekwencyjne badanie lokalnej struktury każdego wybranego pierwiastka chemicznego, jako części obiektów o dużej złożoności.

Trwają prace nad kolejnymi stanowiskami badawczymi. Wśród nich znajdzie się linia na podczerwień **CIRI**, która dzięki możliwości analizy chemicznej w skali mikro oraz badaniu oddziaływań międzymolekularnych w szerokim zakresie, otworzy możliwości do badań w zakresie biomedycyny, nanotechnologii, nauk o środowisku, jak również w badaniach archeologicznych, czy związanych z konserwacją dzieł sztuki. Pozostałe linie w budowie to **POLYX**, tzw. linia tomograficzna, która pozwoli uzyskać przestrzenną (2D oraz 3D) informację o składzie pierwiastkowym i związkach chemicznych oraz linia krystalograficzna **SOLCRYS**, która będzie wykorzystywać twarde promieniowanie rentgenowskie.

Centrum SOLARIS to jednak nie tylko synchrotron. Pod dachem ośrodka znajdują się także dwa

X-rays with variable polarization for advanced microspectroscopic experiments. The **PHELIX** beamline was also opened the same year. It is operating in the soft X-ray range originating from an elliptically polarizing undulator. The parameters and equipment available at the end station allow for spectroscopic measurements of photoelectrons and absorption in ultra-high vacuum conditions. In mid-2022, the **ASTRA** (formerly SOLABS) beamline was opened, allowing for sequential study of the local structure of each selected chemical element as part of highly complex objects.

Works on additional research stations are in progress. One of them will be **CIRI** infrared beamline (formerly SOLAIR), which, thanks to the possibility of chemical analysis on a microscale and the study of intermolecular interactions in a wide range, will open up opportunities for research in the field of biomedicine, nanotechnology, environmental sciences, as well as archaeological research, or ones related to the conservation of works of art. The remaining beamlines under construction are **POLYX**, the so-called a tomographic beamline, which will allow to obtain spatial (2D and 3D) information on elemental composition and chemical compounds, and **SOLCRYS** crystallographic beamline, which will use hard X-rays.

It is worth to emphasize that SOLARIS is not only the synchrotron. The Centre is also a home for two latest generation cryo-electron microscopes: Titan Krios and Glacios. The **cryo-EM technique** (cryogenic Electron Microscopy) is an imaging method based on the elastic scattering of electron beam passing through the thin layers of tested materials or molecules suspended in ice. Electrons scattered during the transmission create on the detector a two-dimensional, enlarged projection of a sample. Due to the fact that the wavelength of electrons is very short, it is possible to achieve atomic resolution of the measurement.

Access to the cryo-Electron Microscopy techniques will allow Polish researchers to keep pace with groups



Zdjęcie 2. Zespół Centrum SOLARIS przed budynkiem – maj 2022 r.

Photo 2. SOLARIS Centre Team in front of the building – May 2022.

fot./photo: Joanna Kowalik

najnowszej generacji kriomikroskopy elektronowe: Titan Krios oraz Glacios. **Technika Cryo-EM** (cryogenic electron microscopy) jest metodą obrazowania, opartą o elastyczne rozpraszanie wiązki elektronów przechodzących przez cienkie warstwy badanych materiałów lub molekuł zawieszonych w lodzie. Rozproszone podczas transmisji elektrony tworzą na detektorze jej dwuwymiarową, powiększoną projekcję. Dzięki temu, że długość fali elektronów jest bardzo mała, możliwe jest osiągnięcie atomowej rozdzielczości pomiaru.

Dostęp do techniki kriomikroskopii elektronowej pozwolił polskim badaczom na dotrzymanie kroku za granicą i umożliwił im dołączenie do grona światowych liderów w dziedzinie biologii strukturalnej.

Centrum otwarte dla wszystkich

NCPS SOLARIS jest narodowym centrum naukowym zapewniającym otwarty dostęp do infrastruktury.

from foreign countries and will enable them to join world leaders in structural biology.

The Centre Open to Everyone

SOLARIS NSRC is a national science centre providing open access to infrastructure.

Research time is distributed free of charge among interested research groups in open call for proposals. Groups using the opportunities offered by SOLARIS are specialists from state (Polish and foreign) scientific units. Research time competitions are organized twice a year. Their principle is to submit an application in which interested scientists are asked to describe the essence of a planned experiment, their motivation to carry it out, indicate the expected results and explain what will be the impact of acquired knowledge on a given field of research. The applications are evaluated by independent panel of

Czas badawczy przyznawany jest nieodpłatnie pomiędzy zainteresowane grupy badawcze, w drodze konkursów. Osoby korzystające z możliwości oferowanych przez SOLARIS, to specjaliści z państwowych (polskich i zagranicznych) jednostek naukowych. Konkursy o przyznanie czasu badawczego organizowane są dwa razy do roku. Ich zasadą jest złożenie dwustronicowego wniosku, w którym zainteresowani naukowcy proszeni są o opisanie istoty planowanego eksperymentu, swoich motywacji do jego przeprowadzenia, wskazanie oczekiwanych rezultatów oraz wyjaśnienie, jaki będzie wpływ zdobytej wiedzy na daną dziedzinę badań. Wnioski podlegają ocenie przez międzynarodowy panel ekspertów, który spośród wszystkich wybiera te o najwyższej wartości naukowej, determinując jednocześnie dostępną na wykonanie eksperymentu ilość godzin. Istotnym warunkiem nieodpłatnego skorzystania z infrastruktury SOLARIS jest upowszechnienie wyników badań, np. w formie publikacji na łamach czasopism naukowych.

Centrum jest także platformą rozwoju współpracy krajowej i międzynarodowej oraz pełni funkcję inkubatora nowych technologii. Ma także ambicje stać się ważnym ośrodkiem popularyzatorskim i edukacyjnym, wykorzystując swój niepowtarzalny potencjał do promocji nauk ścisłych wśród młodych ludzi na każdym szczeblu edukacji. Ośrodek stymuluje również współpracę polskich naukowców z przemysłem w znajdowaniu nowych rozwiązań technicznych o potencjale komercyjnym.

SOLARIS zatrudnia ponad 100 osób. Wynik ten świadczy o dynamice rozwoju ośrodka, którego załoga w 2018 roku liczyła połowę obecnego składu. Rdzeniem zespołu jest wysoko wykwalifikowana kadra naukowa i inżynierska, złożona z absolwentów najlepszych polskich uczelni. Warto zwrócić uwagę, że wielu pracowników odbyło stypendia w czołowych uczelniach i wiodących ośrodkach naukowych Europy i Stanów Zjednoczonych. Funkcjonowanie Centrum wspierają także wyspecjalizowane jednostki administracyjne, finansowe, radiologiczne i komunikacyjne.

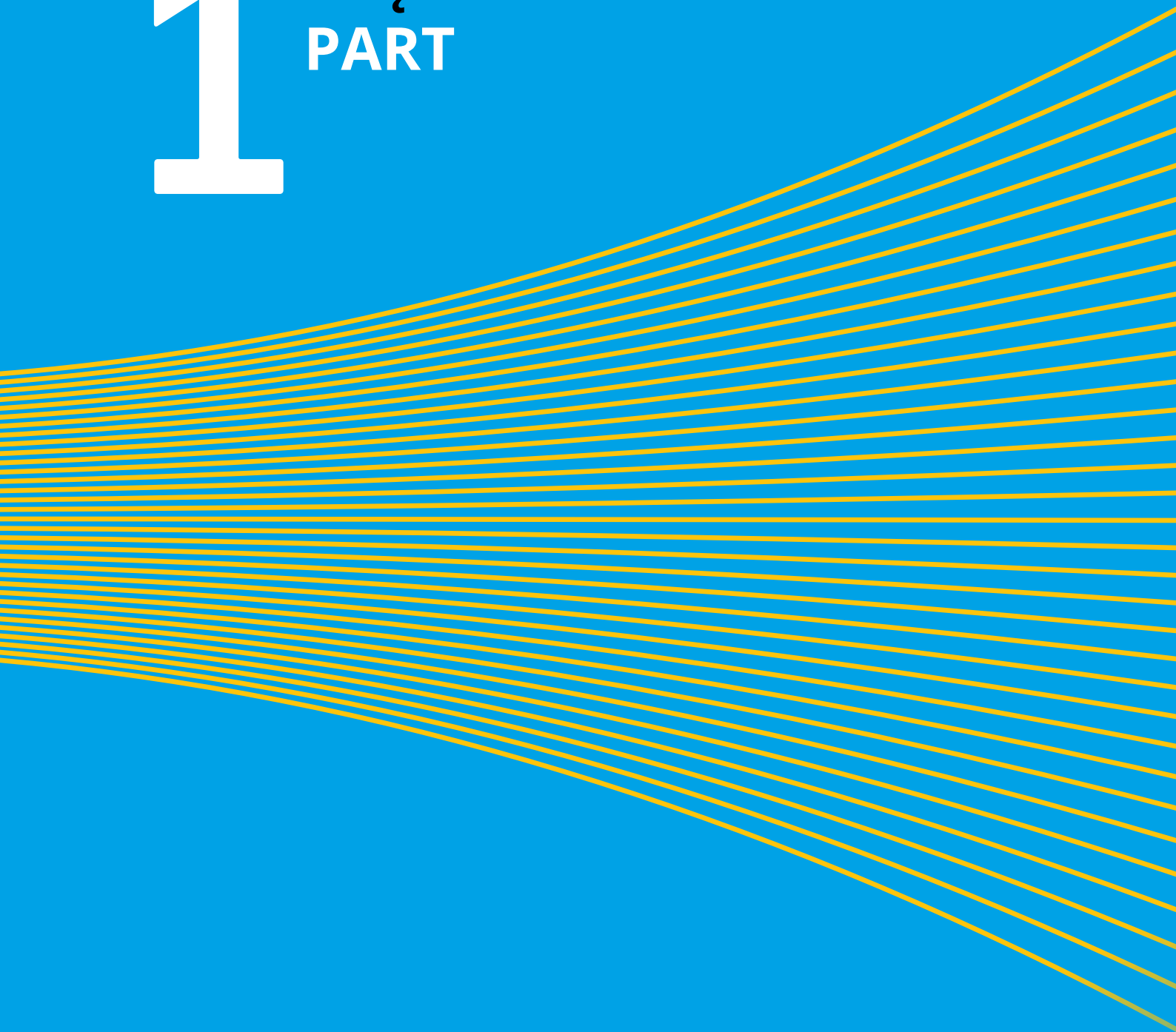
experts, who select the ones with the highest scientific value, as well as determine the number of hours available for the experiment. An important condition for the free use of the SOLARIS infrastructure is the dissemination of research results, e.g. in the form of publications in scientific journals. The Centre is a platform for the development of domestic and international cooperation and acts as an incubator for new technologies. It also has ambitions to become an important popularizing and educational centre, using its unique potential to promote science among young people at every level of education. The Centre also stimulates the Polish scientists and industry cooperation in finding new technical solutions with potential in commercialization.

SOLARIS employs over 100 people. This number proves the dynamic development of the Centre, whose staff in 2018 was comprised of a half of the current employment. The core of the team is a highly qualified scientific and engineering staff, composed of graduates of the best Polish universities. It is worth noting that many employees were laureates of scholarships at leading universities and research centres in Europe and the United States. The workflow of the Centre is also supported by specialised administrative, financial, radiological and communication departments.



1

CZĘŚĆ
PART





**Infrastruktura
badawcza SOLARIS**

**The SOLARIS research
infrastructure**



Infrastruktura badawcza

dr hab. Jakub Szlachetko, Prof. UJ

W latach 2021–2022 Dział Naukowy SOLARIS realizował eksperymenty zaplanowane przez Użytkowników oraz intensywnie rozwijał infrastrukturę poszerzając ofertę badawczą Centrum. W tym okresie blisko 700 naukowców z Polski i wielu krajów świata wykonało ponad 220 eksperymentów, co jest dla naszego ośrodka bezprecedensowym sukcesem.

W 2021 roku SOLARIS umożliwił realizację eksperymentów na czterech liniach badawczych: PIRX, URANOS, PHELIX i na linii DEMETER, która wyposażona jest w dwie stacje końcowe STXM i PEEM. Ponadto zespół SOLARIS obsługuje infrastrukturę kriomikroskopową, która została uruchomiona w ramach projektu będącego niezwyklej inicjatywą polskiego środowiska naukowego, skupionego wokół badań biostrukturalnych. W roku 2022 oferta SOLARIS została po raz pierwszy rozszerzona w kierunku wykorzystania twardego promieniowania rentgenowskiego na linii badawczej ASTRA, projekcie który jest wynikiem konsorcjum kierowanego przez Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences z Niemiec.

Dział Naukowy utrzymuje wsparcie Użytkowników w ramach szeregu, 8-godzinnych zmian pomiarowych tygodniowo i stale rozwija możliwości prowadzenia eksperymentów w trybie zdalnym oraz wprowadza automatyzację procedur eksperymentalnych, które pozwalają na efektywne wykorzystanie infrastruktury. Kadra działu utrzymuje również, w razie potrzeby wsparcie Użytkownika w godzinach nocnych oraz w soboty i niedziele przy eksperymentach wymagających dedykowanej pomocy lub długich czasów ekspozycji. Ankieta skierowana do Użytkowników SOLARIS potwierdziła duże zadowolenie naukowców z korzystania z dostępnej infrastruktury oraz pod

Research infrastructure

Prof. Jakub Szlachetko

In the years 2021–2022, SOLARIS Scientific Department maintained constant services for experiments planned by users and continued intensive development of the research infrastructure. Nearly 700 researchers from Poland and many countries around the world performed over 220 experiments during the mentioned period, which is an unprecedented success of our Centre.

In 2021 SOLARIS offered experiments on four synchrotron beamlines: PIRX (formally called XAS), URANOS (formally called ARPES), PHELIX, and DEMETER. The last one operated with two experimental end stations – STXM and PEEM. In addition, the SOLARIS team was operating the cryo-microscope infrastructure, project representing a great joint venture of the Polish scientific society focused on bio-structural research. Furthermore, in 2022, the SOLARIS research infrastructure has been for the first time expanded towards the hard X-rays on the ASTRA beamline – a unique project of consortium led by Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences, Germany.

Scientific Department maintains weekly user driven operation within numerous 8-hour measuring shifts. It is constantly developing remote experiments possibilities and automatization of experimental procedures, allowing more efficient use of the infrastructure. Scientific Department team retains user support during the evenings and Saturdays for long-lasting experiments or the ones requiring dedicated assistance. A survey addressed to the users confirmed high level of their satisfaction in the areas like available infrastructure, support provided by the SOLARIS staff and their assistance in the

względem wsparcia ze strony pracowników SOLARIS, zarówno w przygotowaniu jak i realizacji eksperymentów. Bardzo pozytywnie odbierana jest również możliwość dostępu do infrastruktury w ramach tzw. „szybkiej ścieżki”, która pozwala na bardzo efektywne przyspieszenie realizacji projektów naukowych. W tym kontekście przewidujemy dalsze poszerzenie możliwości dostępu do SOLARIS. Przykładem niech będą plany wprowadzenia możliwości realizacji tzw. „long-term projects”, które pozwolą na przewidywalne planowanie eksperymentów przy projektach takich, jak projekty doktorskie.

Dział Naukowy SOLARIS kontynuuje prace nad rozwojem infrastruktury badawczej. W związku z budową nowej hali eksperymentalnej, niezbędnej do budowy linii SOLCRYS, działanie ośrodka SOLARIS zostało przerwane na 3 miesiące pod koniec roku 2022 r., co w istotny sposób ograniczyło dostęp Użytkowników do możliwości badawczych. Niemniej jednak przewidujemy, że powrót do pełnej funkcjonalności nastąpi wiosną 2023 r. Równoległe Dział Naukowy odpowiada za budowę dwóch nowych linii badawczych CIRI i POLYX, które jesienią 2023 r. mają uzupełnić ofertę badawczą dla Użytkowników. Działające linie eksperymentalne, w ciągły sposób wdrażają nowe schematy i rozwiązania, aby odpowiedzieć na oczekiwania i potrzeby społeczności naukowej. Nowe zadania w obszarze rozwoju infrastruktury oraz realizacja szeregu projektów spowodowały wzrost zatrudnienia w Dziale Naukowym, który liczy obecnie ponad 30 osób. W celu utrzymania efektywnego rozwoju i zapewnienia realizacji eksperymentów na najwyższym poziomie, grupa została podzielona na cztery sekcje: Rozwoju Infrastruktury Badawczej, Badań Biomedycznych, Obrazowania i Mikroskopii oraz Badań Spektroskopowych. Aby zwiększyć wpływ ośrodka SOLARIS na kształcenie i szkolenie młodych naukowców, utworzono dedykowany zbiór danych z proponowanymi tematami prac doktorskich i magisterskich, które mogą być realizowane przy współpracy z zewnętrznymi jednostkami naukowymi. Baza ma na celu ułatwienie nawiązywania

preparation and realization of the experiments. The SOLARIS team also received very positive feedback on the rapid infrastructure access option, considered as a very efficient way of accelerating scientific projects. Further developments in ways of access to the SOLARIS infrastructure are planned, like for example long-term proposals, designed to allow more predictable scheduling of time-extended projects, such as PhD related projects.

Scientific Department of SOLARIS is continuing efforts to further develop its research infrastructure. Due to the construction of a new experimental area, necessary for developing the SOLCRYS beamline, the SOLARIS user operation had to be interrupted for three months at the end of 2022, severely limiting facility's overall research accessibility. Nonetheless, it is planned to return to full operation in spring 2023. In parallel, two new beamlines, CIRI and POLYX, are expected to support users' experiments in fall 2023. Concurrently, several significant upgrades of existing infrastructures were performed to meet the expectations and fulfil the needs of the users community. New tasks in the area of development and implementation of new projects resulted in an increase in employment in the Scientific Department, which currently counts over 30 people. To maintain efficient work, assuring execution of scientific projects and experiments at the highest quality, Scientific Department has been divided into four sections: Research Infrastructure Development Section, Biomedical Research Section, Imaging and Microscopy Section, and Spectroscopic Research Section. To enhance the impact of SOLARIS on the education and training of young researchers, a dedicated database with PhD and masters projects has been created. The database aims to facilitate collaboration between the Centre and young researchers willing to study using the SOLARIS synchrotron infrastructure.

Constant developments and dedicated care for user experiments resulted in important discoveries and several scientific publications. It is interesting to

współpracy pomiędzy Centrum a młodymi naukowcami, którzy chcą prowadzić badania z wykorzystaniem możliwości SOLARIS.

Ciągły rozwój infrastruktury oraz profesjonalna realizacja eksperymentów z Użytkownikami pozwoliły na osiągnięcie ważnych wyników badań prowadzących do szeregu publikacji naukowych. Warto zauważyć, że znaczące wysiłki badawcze podejmowane są przez Użytkowników w obszarach, które stanowią główne wyzwania dla naszego społeczeństwa. Do takich przestrzeni, należą na przykład badania nad materiałami ważnymi dla zastosowań w źródłach energii odnawialnej czy do magazynowania energii. Wiele eksperymentów i publikacji naukowych skupia się również na nowych technologiach i materiałach kluczowych dla rozwiązań cyfrowych, spintroniki lub w obszarze przechowywania danych. Obserwujemy również znaczny rozwój środowiska biomedycznego w obszarze SOLARIS, prowadzącego eksperymenty na poziomie molekularnym i strukturalnym. Badania te mają istotne znaczenie dla opracowywania nowych leków i metod diagnostycznych w chorobach cywilizacyjnych. Warto wspomnieć, że wiele projektów wykorzystuje techniki uczenia maszynowego w celu analizy i odkrywania ukrytych korelacji danych. Jesteśmy pewni, że wymienione obszary badawcze będą mocno obecne również w przyszłych eksperymentach realizowanych w Centrum SOLARIS.

note that significant efforts in research are made in the areas that represent the considerable challenges to our society, for example, studies on materials necessary for renewable energy production and energy storage. Many experiments and scientific reports also focus on new technologies essential to spintronics, computing or data storage. Strong growth of the biomedical community is observed, leading to the need of conducting experiments at the molecular and structural level, crucial for development of new drug and civilization diseases diagnostic methods. It is worth mentioning that many projects explore the capabilities of machine learning techniques and their use in data analysis often revealing hidden data correlations. We are certain that the mentioned research areas will also be strongly present in future experiments conducted in SOLARIS Centre.

Zdjęcie 1. Zespół Działu Naukowego przed budynkiem Centrum SOLARIS – maj 2022 r.

Photo 1. Scientific Department in front of the building – May 2022.

fot./photo: Joanna Kowalik



Linia badawcza URANOS

dr Natalia Olszowska

Linia badawcza URANOS (Ultra Resolved ANgular phOtoelectron Spectroscopy) służy do badań struktury pasmowej ciał stałych techniką kątowo-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów (ARPES), przy użyciu fotonów o energii w zakresie od 8 eV do 170 eV. Linia charakteryzuje się bardzo wysoką rozdzielczością energetyczną, możliwością pracy w niskich temperaturach (8-500 K), czystą spektralnie monochromatyczną wiązką fotonów (kontaminacja harmonicznych <1%) o dowolnej polaryzacji w całym zakresie dostępnych energii. Ponadto na stacji końcowej dostępne są rozbudowane możliwości przygotowywania próbek *in situ* oraz wykonywania pomiarów wielowymiarowej relacji dyspersji $E(k)$ w trybie automatycznym (programowalnym).

W ciągu ostatnich dwóch lat współpracowano z trzydziestoma grupami badawczymi z całego świata. Wykonano 45 projektów naukowych, udostępniono aparaturę badawczą Użytkownikom w czasie prawie 600 zmian pomiarowych co odpowiada 4 900 godzinom pracy z wiązką fotonów padającą na badane próbki. Zaowocowało to 10 publikacjami w czasopismach naukowych oraz 6 publikacjami aktualnie recenzowanymi. W ostatnich latach dominującymi tematami badawczymi byłyby izolatory topologiczne, semimetały Weyla, materiały 2D, materiały Van der Waalsa, nadprzewodniki topologiczne, układy magnetyczne w 2- i 3-wymiarowych strukturach, układy kwantowe, chiralne kryształy z fermionami Kramersa-Weyla, układy kagome, skwantowany 2D gaz elektronowy wraz z efektami oddziaływań wielociałowymi, dichalogenki metali przejściowych, jako katalizatory reakcji wodorowych, materiały dla optoelektroniki czy warstwy MBE dla zaawansowanej inżynierii pasmowej i wiele innych.

URANOS beamline

Dr. Natalia Olszowska

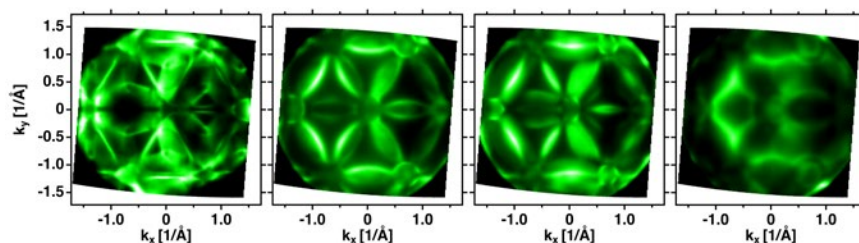
The URANOS (Ultra Resolved ANgular phOtoelectron Spectroscopy) beamline is used to study a band structure of solids using the angle-resolved photoelectron spectroscopy (ARPES) technique in the range of 8eV to 170eV photons energy. The beamline, working at low temperatures (8-500K), is characterized by a very high resolution and spectrally pure monochromatic photon beam (harmonic contamination <1%) of any polarization in the entire range of available energies. In addition, the end station has extensive possibilities for preparing samples *in situ* and performing measurements of the multidimensional dispersion relation $E(k)$ in an automatic mode.

Over the last two years, we have worked with thirty research groups from around the world. 45 experiments were carried out, research equipment was made available to users during nearly 600 beamtime shifts, which corresponds to 4,800 working hours with a photon beam, and 10 publications appeared in scientific journals and 6 other are being reviewed. The key research topics were topological insulators, Weyl semimetals, 2D materials, Van der Waals materials, topological superconductors, magnetic systems in 2 and 3-dimensional structures, quantum systems composed of crystal topological insulators, chiral crystals with Kramers-Weyl fermions, quantized 2D electron gas with the effects of many-body interactions, transition metal dichalcogenides as catalysts for hydrogen reactions, materials for optoelectronics and MBE crystals layers for advanced band engineering. Measurements were made on site, as well as remotely by making the equipment and data acquisition available outside the facility. It was possible thanks to the extensive automation of the beamline

Wykonywano pomiary lokalnie i zdalnie poprzez odpowiednie udostępnianie aparatury i akwizycję danych badaczom z zewnątrz. Możliwość ta była wynikiem rozbudowanej automatyki linii i stacji końcowej oraz możliwości programowania sesji pomiarowych. Oczywiście takie pomiary wymagają również większego zaangażowania personelu odpowiedzialnego za linię i stację końcową oraz ich aktywnego udziału w analizie danych i procesie interpretacji wyników. Odpowiednio przygotowane oprogramowanie oraz jego intuicyjne i łatwe użytkowanie umożliwia szybką naukę obsługi linii/stacji końcowej i prowadzenia właściwych eksperymentów, wykorzystując maksymalnie dostępny czas pomiarowy.

Rysunek 1. Powierzchnie stałej energii kryształu kagome.

Figure 1. Constant energy map of the kagome crystal.



W ciągu ostatnich dwóch lat rozwijano i ulepszano automatyzację linii oraz stacji końcowej (*smart beamline*), zoptymalizowano zakres pracy poszczególnych elementów linii uzyskując szerszy zakres energetyczny oferowanego promieniowania – aż do 500 eV dla pomiarów XPS i 8-170 eV dla pomiarów ARPES. Opracowywano nowe oraz ulepszano już istniejące skrypty: makra do analizy danych pomiarowych, automatyczny dziennik pomiarowy, automatyczną korekcję luster i konfigurator energii. Dodatkowo stację końcową wyposażono w źródło metali alkalicznych, rozbudowano magazynek próbek, uruchomiono kriopompę, co umożliwiło minimalizację kontaminacji próbek gazami resztkowymi, czyli znacząco wydłużono żywotność badanych próbek w układzie UHV. Określono deformację i aberracje detektora DA30L oraz zaimplementowano poprawki do makr, przeanalizowano powtarzalność i dokładność ustawień monochromatora, dostrojono linię do nowej złotej orbity elektronów, ustawiono

and the end station, as well as to the option of data acquisition programming. Such measurements require greater involvement of the staff responsible for the beamline and the end station, with their active participation in the data analysis and the process of results interpretation. Properly prepared software, easy to use and intuitive, allows to quickly learn how to operate the beamline/end station and to conduct desired experiments maximizing the use of available beamtime.

What is more, the automation of the beamline and the end station (*smart beamline*) has been developed and improved. The operating range of individual beamline elements has been optimized, obtaining a wider energy range of the offered radiation – up to 500eV for XPS measurements and 8-170eV for ARPES measurements. New scripts were developed and the existing ones were improved, e.g. macros for the analysis of measurement data, an automatic logbook, automatic corrections of mirrors and an energy configurator. Additionally, the end station was equipped with a source of alkali metals and a greater sample magazine. A cryopump was started, allowing for the reduction of sample contamination by residual gases, thus significantly extending the lifetime of samples in the UHV system. The deformations and aberrations of the DA30L detector were determined and macro corrections were implemented. The repeatability and accuracy of the monochromator settings were

stację końcową w punkcie skupiającym ostatniego lustra uzyskując skupienie wiązki fotonów do obszaru $150\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$ wzbudzenia fotoelektronów na próbce lub przy ograniczonym strumieniu do $60\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$.

W roku 2022 rozpoczęto intensywne prace nad modernizacją stacji końcowej linii URANOS, której głównymi założeniami będzie instalacja detektorów spinowych typu 3D VLEED oraz wymiana manipulatora 5-osiowego na 6-osiowy pracujący w ekstremalnie niskich temperaturach (2.5 K). Montaż i uruchomienie zmodernizowanej stacji końcowej planowane jest pod koniec 2023 roku. Udoskonalenie stacji końcowej umożliwi pozostanie w czołówce laboratoriów ARPES bazujących na źródłach synchrotronowych i pozostanie wiodącym ośrodkiem wykonującym badania „state of the art” w zakresie badań struktury pasmowej.

analysed and the beamline was tuned to the new golden orbit of electrons. Furthermore, the end station was set at the focusing point of the last mirrors, obtaining the focus of the photon beam to the area of $150\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$ of excitation of photoelectrons on a sample or with a limited flux to $60\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$.

In 2022, intensive work on the modernization of the end station started. Importantly, 3D VLEED spin detectors will be installed and the 5-axis manipulator will be replaced with a 6-axis manipulator operating at extremely low temperatures (2.5K). The installation and commissioning of the modernized end station is scheduled for the end of 2023. The improved end station will secure a leading position among the synchrotron-based ARPES laboratories performing state-of-the-art research in the band structure field.

BEAMLINIE TECHNICAL PARAMETERS

PARAMETER	VALUE
Source	Elliptically polarizing undulator (EPU) type APPLE II, quasi-periodic. Magnetic structure period: 120mm.
Available energy range	Total: 8–500 eV NIM: 8 eV–30 eV PGM: 14 eV–500 eV
Energy resolution $\Delta E/E$	5×10^{-5}
Spot size (horizontal \times vertical)	$60\ \mu\text{m} \times 150\ \mu\text{m}$ / $60\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$ (with a limited photon flux)
Photon flux at sample	$>5 \times 10^{11}$ fotons/s @ 20 000 RP
Polarization	Any, selectable: Linear Horizontal, Linear Vertical, Circular Left, Circular Right, Ellipticals, Linear Skews
End station	High-resolution angle-resolved photoelectron spectroscopy (HR)ARPES

BEAMLINIE USERS

Number of users (2021–2022)	45 experiments, 143 users, 4944 hours
Fields of science represented by users	Natural sciences, discipline: physical and chemical sciences, in particular the field of physics: solid state physics.

Tabela 1. Tabela prezentująca parametry techniczne linii URANOS oraz dane użytkowników.

Table 1. URANOS beamline Users and technical parameters.

Przykłady zastosowania linii URANOS

URANOS beamline highlights

URANOS

→ Topological Lifshitz transition in Weyl semimetal NbP decorated with heavy elements

Authors: A. S. Wadge, B. J. Kowalski, C. Autieri, P. Iwanowski, A. Hruban, N. Olszowska, M. Rosmus, J. Kołodziej, and A. Wiśniewski

Physical Review B 105, 235304 (2022); DOI:10.1103/PhysRevB.105.235304

A team of scientists from the Institute of Physics PAS has observed a topological Lifshitz transition in the Weyl semimetal NbP by decorating the surface with heavy elements. A dramatic change in non-trivial surface states in constant energy contour modified the corresponding surface electronic structure. Combining non-trivial topology with superconductors, manifestation of zero bias modes, etc. are the key interest of this research for electronic applications.

Niobium phosphide is an interesting material representative of the Weyl semimetal (WSM) family, also described by the authors in another publication, Phys. Rev. B 101, 085113 (2020). WSMs are characterized by the presence of Weyl fermions (which are massless chiral fermions). The ultrahigh mobility of charged Weyl fermions in semimetals may find applications in electronics and quantum computer science. Research on topological semimetals provides physical peculiarity and leads to new electronic properties. These materials have an unusual band structure in which the linearly dispersed valence and conduction bands meet at discrete Weyl points (WP). An important

feature of WSM is surface Fermi arcs (SFAs) connected to the surface projection of WPs of opposite chirality. SFAs are unique open Fermi surfaces (FS) that give rise to many exotic phenomena, such as anomalous quantum oscillations, chiral magnetic effects, 3D quantum Hall effect and anomalous electromagnetic wave transmission. Since these intriguing phenomena involve SFAs, it is very relevant to find an effective way of controlling SFAs, e.g. switching them between pairs of WPs. The surface electronic properties of the P-terminated and Nb-terminated surfaces of NbP with Pb or Nb deposition were studied. An unusual FS modification has been observed: 1ML of Pb influenced the SFAs on P-terminated Nb in such a way that they exchanged the pair of WPs and connected the two adjacent Brillouin zones. This change in the FS is attributed to a topological Lifshitz transition (TLT) with preserved topological characteristics even after surface perturbation. Interestingly, 1.9 ML of Pb on Nb-terminated NbP showed an ordinary Lifshitz transition with no effect on Fermi arcs, whereas 0.8 ML of Nb deposited on P-terminated FS showed a partial TLT, which is shown in Figure 1.

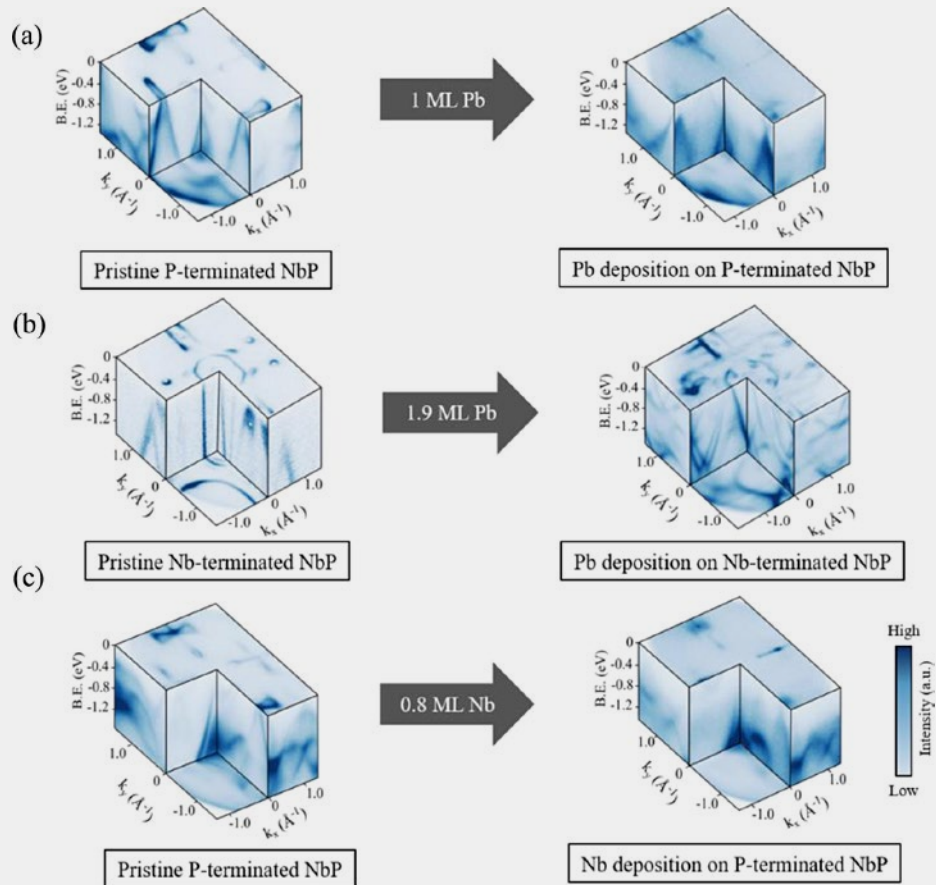


Figure 1. The comparisons between 3D intensity plots of (a) pristine P-terminated NbP as well as 1 ML of Pb deposited on P-terminated NbP, (b) pristine Nb-terminated NbP and modifications obtained after 1.9 ML Pb deposition, and (c) pristine P-terminated NbP and modification obtained after 0.8 ML Nb deposited on P-terminated NbP with an explanation of the modification of band structure. Reprinted figure with permission from A.S. Wadge *et al.*, *Physical Review B* 105, 235304 (2022). Copyright (2022) by the American Physical Society.

Written by Dr. Ashutosh S Wadge

→ Systemic consequences of disorder in magnetically self-organized topological $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$ superlattices

Authors: J. Sitnicka, K. Park, P. Skupiński, K. Graszka, A. Reszka, K. Sobczak, J. Borysiuk, Z. Adamus, M. Tokarczyk, A. Avdonin, I. Fedorchenko, I. Abaloszewa, S. Turczyniak-Surdacka, N. Olszowska, J. Kołodziej, B. J. Kowalski, H. Deng, M. Konczykowski, L. Krusin-Elbaum and A. Wołoś
2D Materials 9, 015026 (2022); DOI: 10.1088/2053-1583/ac3cc6

In a publication in 2D Materials (IOPscience), SOLARIS Centre users highlight the critical importance of different disorder metrics in the self-organized magnetic topological insulator $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$, which is an inviting new platform for the quantum anomalous Hall (QAH) effect or the axion-insulator phase. Topological insulators exhibit topologically protected surface states and exotic electric transport properties. This makes them represent a possible route toward manipulating quantum information, coherent spin transport or high-efficiency catalysis. The additional exchange interaction in magnetic topological insulators offers a great opportunity for the manipulation of topological states and thus electric currents. The MTIs present the quantum anomalous Hall state that is realized by opening a magnetic mass gap at the Dirac point of the topological surface states. In this publication, the structural and chemical composition analysis of ferromagnetic samples from the $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$ family was performed, with a few different distances in-between adjacent layers, and was correlated with magnetic properties studied by ferromagnetic resonance spectroscopy, as well as with properties of the electronic surface band structure investigated by ARPES. The authors showed that Mn migration between MnBi_2Te_4 septuple layers and otherwise non-magnetic Bi_2Te_3 quintuple layers induces ferromagnetic coupling of Mn-depleted MnBi_2Te_4 with Mn-doped Bi_2Te_3 . It can be observed in ferromagnetic resonance as an acoustic

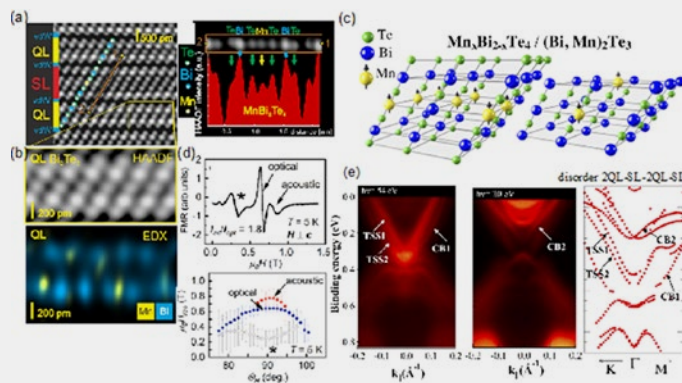


Figure 1 (a) A Scanning Transmission Electron Microscopy image of a magnetic MnBi_2Te_4 septuple layer (SL) in Bi_2Te_3 quintuple (QL) matrix. Bi as the heaviest element gives the highest intensity to the image. Manganese is incorporated in the middle layer of a SL. SL and neighbouring QL are separated by a van der Waals gap. (b) A fragment of the $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$ superlattice. Energy dispersive x-ray analysis mapping the distribution of Mn atoms shown in yellow and Bi atoms shown in blue shows substitution of Mn on Bi site in Bi_2Te_3 . (c) A schematic representation of disorder in the distribution of Mn – an absence of Mn in SLs and its presence in QLs. (d) (upper panel) A ferromagnetic resonance shows a separation of acoustic and optical resonance modes of coupled SLs and QLs. (e) ARPES data of the disordered $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$, obtained along $\Gamma \rightarrow \text{M}$ direction at photon energies 54 eV and 20 eV, compared with density functional theory calculations for 2QL-SL-2QL-SL structure with 50% of Mn atoms in SLs replaced by Bi.

and optical resonance mode of the two coupled spin subsystems. ARPES and density functional theory studies show that the Mn disorder causes the delocalization of electron wave functions and a change of the surface band structure compared to the ideal $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$. These findings highlight the critical importance of disorder towards achieving new QAH effect platforms as well as exploring novel axion physics in intrinsic topological magnets.

Written by MSc. Joanna Sitnicka

→ Role of intercalated cobalt in the electronic structure of $\text{Co}_{1/3}\text{NbS}_2$

Authors: P. Popčević, Y. Utsumi, I. Biało, W. Tabis, M. A. Gala, M. Rosmus, J. J. Kolodziej, N. Tomaszewska, M. Garb, H. Berger, I. Batistić, N. Barišić, L. Forró, and E. Tutiš
Physical Review B 105, 155114 (2022); DOI: 10.1103/PhysRevB.105.155114

An antiferromagnetic layered compound $\text{Co}_{1/3}\text{NbS}_2$, an example of transition metal dichalcogenide (TMD), having a complex magnetic structure has been investigated by scientists from Zagreb.

Angle-resolved photoemission spectroscopy has been used to obtain detailed insights into the solid's complex electron-electron and electron-lattice interactions. The electronic structure observed

on $\text{Co}_{1/3}\text{NbS}_2$ resembles the parent material 2H-NbS_2 ; however, some significant deviations (0.5 eV) are observed, which cannot be explained by the rigid band shift with minor deformation of bands. The materials made of alternating metallic and magnetic atomic layers continue to promise and deliver new magnetic orderings and electronic states. $\text{Co}_{1/3}\text{NbS}_2$ represents such material, with pronounced magnetic frustration and the lowest magnetic ordering temperature among similar systems. The electronic structure was studied through angle-resolved photoelectron spectroscopy (ARPES), accompanied by an extensive comparison with *ab initio* calculations and modelling. The data suggest that magnetic Co ions provide the dominant bridges for electronic conduction in the direction perpendicular to the layers. The nature of the connection strongly depends on the magnetic configuration. The strong mixing between itinerant and magnetic degrees of freedom is argued to be responsible for the band observed at the Fermi level, in the form of a necklace composed of shallow and wide

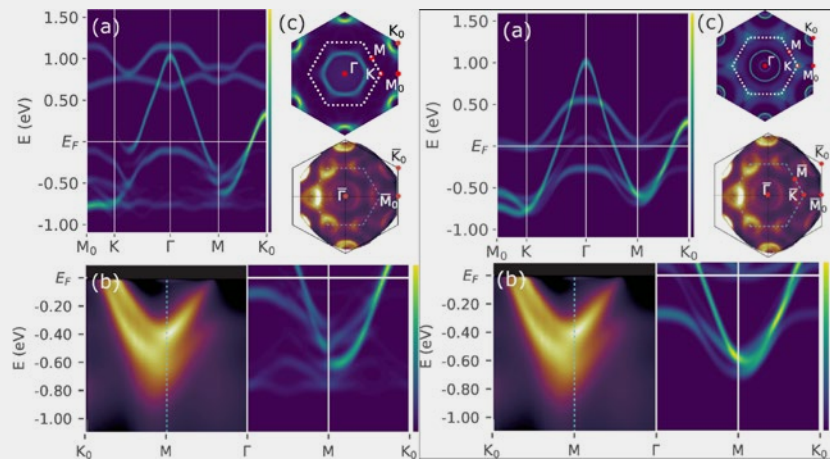


Figure 1. I. (a) The electronic spectra calculated for $\text{Co}_{1/3}\text{NbS}_2$ in the particular antiferromagnetically ordered state. The electronic bands are shown unfolded along $M_0\Gamma K_0$ line of the Brillouin zone of 2H-NbS_2 , averaged over three equivalent directions by hexagonal symmetry. II. (a) The unfolded spectra of the system were modelled through the tight-binding reparameterization, with the parameters initially taken from our DFT/Wannier calculation. Very few modifications are inspired by studies of the effects of strong electron correlations in other systems. I & II. (b) The comparison between the measured and calculated spectra along the $\Gamma - K_0$ line. I & II. (c) The comparison between the calculated and experimental spectra at the Fermi level. The dotted lines mark the boundary of the first Brillouin zone of $\text{Co}_{1/3}\text{NbS}_2$.

electronic pockets. The band is entirely unexpected by the usual electronic structure calculations, indicating an example of a strongly correlated electronic system where the coupling between layers plays an exquisite role.

Written by Dr. Petar Popčević and coauthors

Linia badawcza PIRX

*dr Marcin Zajęc,
dr Ewa Partyka-Jankowska*

Linia pomiarowa PIRX (Premiere InstRument for Xas) została zaprojektowana tak, aby pokryć szeroki zakres energii miękkiego promieniowania rentgenowskiego od 100 eV do 2000 eV. Daje to możliwość szerokiego spektrum zastosowań do badań z obszaru fizyki, chemii, katalizy, magnetyzmu powierzchni, interfejsów i cienkich warstw, szeroko pojętej nauki o materiałach, bionauki i medycyny. Spektroskopia absorpcyjna w zakresie energii miękkiego promieniowania rentgenowskiego zapewnia czułość pierwiastkową i chemiczną, a także pozwala na detekcję efektów polaryzacyjnych związanych ze strukturą magnetyczną i krystaliczną materiałów z użyciem technik magnetycznego dichroizmu kołowego (XMCD) i liniowego (XMLD). Liniowa polaryzacja pozioma i eliptyczna jest możliwa w całym zakresie energii używając dedykowanych szczelin. Dostępny zakres energii fotonów pokrywa krawędzie absorpcji K lekkich pierwiastków, od berylu do krzemu, krawędzie L pierwiastków o liczbie atomowej Z od 15 do 38, a także krawędzie M wielu cięższych atomów.

Stacja eksperymentalna na linii PIRX jest systemem UHV złożonym z dwóch komór: komory pomiarowej dedykowanej do eksperymentów spektroskopowych, wyposażonej w kriostat helowy i elektromagnes oraz komory umożliwiającej preparatykę próbek *in situ*. Obie komory wraz ze służą próżniową połączone są systemem transferu próbek w warunkach ultra wysokiej próżni.

Bezpośrednio przed stacją pomiarową zainstalowane jest dedykowane zwierciadło skupiające pozwalające zoptymalizować rozmiar plamki do rozmiaru dziesiątek mikrometrów, poziomo × pionowo: 250 μm × 40 μm . Jeszcze w pierwszej połowie

PIRX beamline

*Dr. Marcin Zajęc,
Dr. Ewa Partyka-Jankowska*

The PIRX (Premiere InstRument for XAS) beamline is designed to cover a wide energy range of soft X-rays (100-2000 eV) and is suitable for a broad range of applications, including surface, interfaces and thin films physics and magnetism, material science, chemistry and catalysis, as well as bioscience and medicine. The XAS in the soft X-ray energy range provides elemental and chemical specificity, as well as sensitivity to polarization effects related to magnetic and crystal structure of the materials by means of XMCD (X-ray magnetic circular dichroism) and XMLD (X-ray magnetic linear dichroism) effects. Linear horizontal and elliptical polarization is available in the entire energy range using dedicated slits. The available photon energy range covers the absorption K edges for light elements, from beryllium to silicon, L edges of elements with Z between 15 and 38, including 3d elements, as well as M edges of many heavier atoms, including 4f elements.

The experimental station at the PIRX beamline is a UHV system outfitted with two-chambers: a spectroscopy measurement chamber equipped with LHe cryostat and an electromagnet and a preparation chamber for in-situ experiments. The two chambers together with a load lock are connected by a sample transfer system operated manually under ultra-high vacuum. In front of the end station, the refocusing mirror is installed allowing to obtain a beam spot size in the range of tens of microns, horizontal × vertical: 250 μm × 40 μm . In the first half of 2021 the beamline was also equipped with the Elmitec GmbH Photoemission Electron Microscope (SPE PEEM III). Due to the completion of the construction of the new infrastructure, in 2021 the PEEM microscope was relocated to the DEMETER beamline, where using

2021 roku linia eksperymentalna była wyposażona także w fotoemisyjny mikroskop elektronowy firmy Elmitec GmbH (SPE PEEM III). W związku z zakończeniem budowy nowej infrastruktury mikroskop PEEM został przeniesiony i zainstalowany na gałęzi linii DEMETER w roku 2021, gdzie wykorzystanie jako źródła undulatora o zmiennej polaryzacji (EPU) zwiększa jego potencjał eksperymentalny.

Linia PIRX oferuje kilka trybów detekcji: całkowitą wydajność elektronów (TEY), tryb wykrywania częściowej wydajności elektronów dostępny dla próbek o niskim przewodnictwie przy użyciu powielacza elektronów (channeltron) i częściową wydajność fluorescencji (PFY) przy użyciu krzemowego detektora typu SDD. Ten ostatni zapewnia detekcję z rozdzielczością energetyczną lepszą niż 90 eV. Ostatnim trybem detekcji jest transmisja z użyciem fotodiody AXUV. Pomiaru te wymagają specjalnego uchwytu i przygotowania próbki ze względu na wykorzystanie miękkich promieni rentgenowskich. Dla TEY sygnał zbierany jest za pomocą przedwzmacniacza prądowego i przetwornika napięcia na częstotliwość. Takie podejście pozwala na pomiar niskiego sygnału przy stosunkowo krótkim czasie zliczania.

Badany materiał jest montowany na standardowym uchwycie próbki typu flag-style. Do eksperymentów w temperaturze pokojowej zwykle stosuje się taśmę węglową, ale gdy przeprowadza się eksperyment z zależnością temperaturową (chłodzenie lub grzanie w zakresie 20–670 K) należy użyć łapek lub drucików.

Linia badawcza PIRX funkcjonuje i działa przy współpracy ośrodka SOLARIS z Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN i Akademią Górniczo-Hutniczą. Partnerzy konsorcjum są zaangażowani w obsługę Użytkowników i uczestniczą w rozwoju stacji pomiarowych.

W okresie ostatnich dwóch lat wśród wielu drobnych usprawnień udało się dodać funkcję zdalnego sterowania dla detektora fluorescencyjnego. Krok ten umożliwia zdalnie dostosowanie odległości między próbką a diodą SDD, w celu uzyskania optymalnej

the Elliptically Polarized Undulator (EPU) as a source increases its experimental potential.

The beamline offers several detection modes, namely: the total electron yield (TEY), the partial electron yield detection mode available for low conductive samples using electron multiplier (channeltron) and partial fluorescence yield (PFY) using silicon drift detector. The final one provides detection with energy resolution better than 90 eV. One more detection mode is transmission using AXUV photodiode. As it uses soft X-rays, it requires a special holder and a sample preparation. For TEY, the signal is collected using a current preamplifier and a voltage to frequency converter. Such an approach allows to detect a low signal with a relatively short counting time. The specimen/material is mounted on a standard flag style sample holder. For room temperature experiments, the carbon tape is usually used; however, when temperature-dependent experiment is performed (cooling or heating with range of 20–670 K), the clamps or wires need to be used.

The PIRX beamline is operated in cooperation with the Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences (ICSC PAS) and the AGH University of Science and Technology. The consortium partners are involved in the user operation and participate in the development of beamline end stations.

Over the past two years, among many minor improvements, we added motorization control of the fluorescence detector. This allows to remotely adjust the distance between a sample and the SDD diode for optimal data acquisition geometry. Additionally, for the same detector, we upgraded the software to be able to register the whole spectrum of the multichannel analyser (MCA) and follow the dynamic change of the fluorescent signal from the specimen. One of the main improvements was the relocation of the XAS end station to the focal point of the re-focusing mirror and characterization of the beam

geometrii akwizycji danych. Dodatkowo dla tego detektora udoskonalono oprogramowanie, aby móc zapisać całe widmo analizatora wielokanałowego (MCA) i śledzić dynamiczną zmianę sygnału fluorescencyjnego z próbki. Jednym z głównych ulepszeń było przeniesienie stacji końcowej XAS do ogniska zwierciadła ogniskującego i scharakteryzowanie plamki promieniowania na próbce w zależności od różnych parametrów (kąta odbicia od zwierciadła, odległość od zwierciadła, itp.). Wszystkie te testy pozwalają na głębsze zrozumienie możliwości i ograniczeń dla przykładowych eksperymentów Użytkowników. Jednym z bardzo istotnych usprawnień było opracowanie i wdrożenie możliwości zdalnych pomiarów. Funkcjonalność ta pozwala na wykonywanie eksperymentów w przypadku ograniczeń w podróżowaniu, związanych na przykład z pandemią COVID 19 lub innymi utrudnieniami.

spot at a sample depending on various parameters (mirror deflection angle, distance from mirror, etc.). All these tests provide a deeper understanding of the possibilities and the limitations for users' sample experiments. One of the crucial improvements was the development and the implementation of the remote measurement capability. This functionality allows to perform experiments in case of travel restrictions, e.g. related to the COVID-19 pandemic or other obstacles.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS

PARAMETER	VALUE
Source	Bending magnet (1.31 T)
Available (optimal) energy range	100–2000 eV (300–1600 eV)
Energy resolution $\Delta E/E$	Not worse than 2.5×10^{-4}
Beam size at sample (H \times V)	Focused: 250 $\mu\text{m} \times$ 40 μm , Defocused: 300 $\mu\text{m} \times$ 150 μm
Photon flux at sample	10^9 – 10^{10} [ph/(s*0.1 A)]
Polarization	Non-polarized, 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 temperature (20–670 K)

BEAMLINE USERS

Number of users (2021–2022)	59 experiments, 219 users, 3336 hours
Fields of science represented by users	Physics, chemistry, life sciences & biotech, earth sciences & environment, engineering & technology, material science, energy.

Tabela 2. Tabela prezentująca parametry techniczne linii PIRX oraz dane użytkowników.

Table 2. PIRX beamline Users and technical parameters.

Przykłady zastosowania linii PIRX

PIRX beamline highlights

PIRX

→ $\text{NaMn}_{0.2}\text{Fe}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_2$ high-entropy layered oxide – experimental and theoretical evidence of high electrochemical performance in sodium batteries

Authors: K. Walczak, A. Plewa, C. Ghica, W. Zając, A. Trenczek-Zając, M. Zając, J. Tobała and J. Molenda.
Energy Storage Materials 47, 500 (2022); DOI: 10.1016/j.ensm.2022.02.038

Challenges and opportunities in the development of Na-ion batteries

Lithium cell technologies are currently the most dynamically developing area related to the storage and processing of electricity for the needs of portable electronics, electric cars and renewable sources. The working mechanism of Li-ion cells is based on a reversible reaction of introducing a significant amount of lithium ions together with an equivalent amount of electrons into the structure of a transition metal compound M_aX_b (M – transition metal, X= O,S):

$$x\text{Li}^+ + xe^- + \text{M}_a\text{X}_b \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{M}_a\text{X}_b.$$

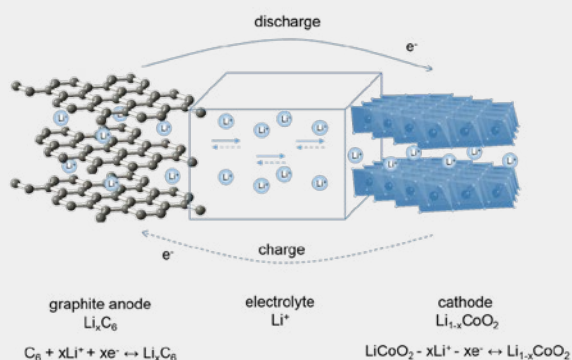


Figure 1. The work scheme of the Li-ion cell.

This process, called the intercalation process, takes place at room temperature without destroying the structure of the material, even for several thousand cycles of lithium intercalation/deintercalation. The Na-ion cells show the same working mechanism. Indispensable for the process effectiveness is the high conductivity of lithium (sodium) ions and electrons

in the base material. The layered transition metal oxides used as electrode materials in commercial cells (LiCoO_2) are characterized by the instability of the crystal structure at the lower alkali content, which leads to the limitation of their practical capacity to 50% of the theoretical capacity. This problem also occurs in sodium electrode materials. The starting point for improving the structural stability of the layered transition metal oxides is the concept of high-entropy configuration, which can be achieved by introducing several different transition metal cations randomly distributed in one position of the transition metal in the crystal structure of the oxide. The increase in configurational entropy in the proposed high-entropy oxide with the $\text{NaMn}_{0.2}\text{Fe}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_2$ composition contributes to the lowering of the system energy, which, in turn, leads to an increase in its chemical stability, the density of the stored energy and the improved safety of the battery use. Comprehensive studies, both experimental and theoretical, have shown a strong correlation between the structural, transport and electrochemical properties of this oxide. The modification of the crystalline structure occurring in the course of sodium deintercalation leads to metallic conductivity and better kinetics of the $\text{Na}_x\text{Mn}_{0.2}\text{Fe}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_2$ electrode material, which has a high capacity of $180 \text{ mAh}\cdot\text{g}^{-1}$, much higher than the commercial LiCoO_2 material. This can lead to the development of sodium battery technology, especially for large-scale energy storage.

Written by Prof. Janina Molenda

→ Beating the limitation of the Néel temperature of FeO with antiferromagnetic proximity in FeO/CoO

Authors: A. Koziół-Rachwał, M. Szpytma, N. Spiridis, K. Freindl, J. Korecki, W. Janus, H. Nayyef, P. Drózdź, M. Ślęzak, M. Zając, and T. Ślęzak.

Applied Physics Letters, 120, 072404 (2022); DOI: doi.org/10.1063/5.0082729

In our studies, we investigated the influence of the proximity of the antiferromagnetic CoO layer on the magnetic properties of ultrathin wüstite (FeO) films. Comparative Mössbauer spectroscopy measurements for MgO/FeO/MgO(001) and MgO/FeO/CoO/MgO(001) show that the neighbouring CoO layer can significantly enhance the ordering temperature (T_N) of wüstite. The T_N of CoO in the FeO/CoO bilayer was determined with a use of X-ray magnetic linear dichroism (XMLD) measurements.

Antiferromagnets (AFMs), due to their unique properties, are promising candidates for the next generation spintronic materials [1], [2]. A wide group of AFM materials seems to be useless for applications due to the low ordering temperature, above which the long-range antiferromagnetic order vanishes. The

limitation of low T_N can be overcome using the magnetic proximity effect [3]. In our study, we proved that the proximity of CoO strongly influences the magnetic properties of the FeO layer. For the FeO layers grown on 2 nm-thick CoO, the ordering temperature of FeO was increased by 100 K due to the magnetic proximity. This result shows that the limitation of the low ordering temperature of wüstite can be overcome by the antiferromagnetic proximity. To determine the T_N of CoO in the FeO/CoO bilayer, we performed x-ray magnetic linear dichroism (XMLD) measurements. X-ray absorption spectra (XAS) were collected at the PIRX beamline of the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre. Figure 1 shows exemplary normalized XAS spectra for a CoO thickness of 2 nm in FeO/CoO, collected under normal and 60° X-ray incidence angles at 80 K. Systematic studies of CoO XAS spectra as a function of temperature enabled us to determine the T_N of CoO in FeO/CoO bilayer.

Written by Dr. Anna Koziół-Rachwał

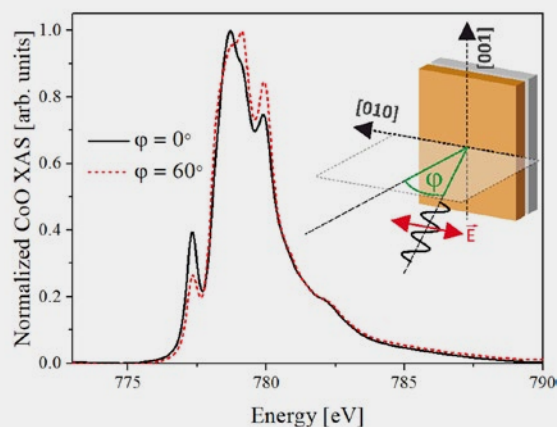


Figure 1. Co L_3 edge XAS spectra at $\varphi = 0^\circ$ (black solid line) and $\varphi = 60^\circ$ (red dashed line) obtained for FeO/CoO at 80 K. Inset shows the measurement geometry (source: Appl. Phys. Lett. 120, 072404 (2022)).

- [1] V. Baltz, A. Manchon, M. Tsoi, T. Moriyama, T. Ono, and Y. Tserkovnyak, Antiferromagnetic Spintronics, *Rev Mod Phys* 90, 15005 (2018).
- [2] P. K. Manna and S. M. Yusuf, Two Interface Effects: Exchange Bias and Magnetic Proximity, *Phys Rep* 535, 61 (2014).
- [3] D. Hou, Z. Qiu, and E. Saitoh, Spin Transport in Antiferromagnetic Insulators: Progress and Challenges, *NPG Asia Mater* 11, 35 (2019).

→ Polarized Dependence of Soft X-ray Absorption Near Edge Structure of ZnO Films implanted by Yb

Authors: Y. Syryanyy, M. Zając, E. Guziewicz, W. Wozniak, Y. Melikhov, M. Chernyshova, R. Ratajczak, I.N. Demchenko.

Materials Science in Semiconductor Processing 144, 106609 (2022); DOI: 10.1016/j.mssp.2022.106609

Virgin and Yb-implanted epitaxial ZnO films were investigated by XANES. This study revealed a strong polarization dependence of films determined by the orientation of the polarization vector of the synchrotron radiation to the sample surface. It also indicated that the implantation and subsequent annealing have an important influence on the native point defect complexes in the ZnO. The analysis of the obtained data suggests that the donor-acceptor complexes are present in both the grown and implanted films and may influence their electrical properties. This suggestion was confirmed by the previous Hall measurements showing that the resistivity of the annealed ZnO:Yb film with a fluence of $5e15$ ions/cm² decreases by about one order compared to the one with a fluence of $5e14$ ions/cm².

The use of ZnO doped by Yb in optical and optoelectronic applications is not possible without a better understanding of how presence of the defects and/or their agglomerates alters the electronic structure, as well as chemical and physical properties of these materials. In this work, we studied virgin and Yb-implanted epitaxial ZnO films employing the X-ray absorption technique (such as polarization-dependent XANES) available at the PIRX (former PEEM/XAS) beamline at SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre. The analysis of the experimental spectra, together with theoretical simulations, confirmed the presence of donor-acceptor complexes ($mV_{Zn} - nV_{O}$, $m = 1,4$; $n = 1,2$) in the samples (see Figure 1). It was also concluded that the oxidation state of Yb in ZnO is 3+ and that Yb is surrounded by oxygen in pseudo octahedra. This is consistent with

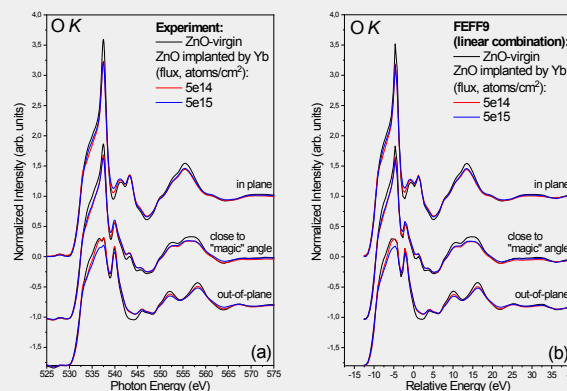


Figure 1. (a) The comparison of the O K-edge XANES spectra of a reference ZnO film and of the ZnO:Yb films with different doses of Yb ($5e14$ and $5e15$ atoms/cm²). All samples are after a Rapid Thermal Annealing. (b) The O K-edge XANES spectra obtained by the linear combination of the selected theoretical models calculated by FEFF code for different polarization geometry. Reprinted from Y.Syryanyy *et. al.*, *Materials Science in Semiconductor Processing 144, 106609 (2022)* with a permission from Elsevier.

the XPS findings and the previously conducted RPES investigations. Different implantation doses disturb the orientation of these octahedra with respect to the growth of film direction that was observed from an inversion of the polarization dependence for samples with different Yb fluences. Ultimately, our study aims to deepen the understanding of the implantation-induced defects and their interaction with the host matrix defects. It also intends to eliminate, manipulate and/or reorganize these defects via annealing to achieve good quality material useful for optoelectronic applications.

Written by Dr. Iraida Demchenko

Linia badawcza DEMETER

*dr Anna Mandziak,
dr Paweł Nita*

DEMETER to linia badawcza wykorzystująca miękkie promieniowanie rentgenowskie o zmiennej polaryzacji. Źródłem światła synchrotronowego na DEMETER jest eliptyczny undulator (EPU – Eliptically Polarized Undulator), który dostarcza miękkie promieniowanie rentgenowskie w szerokim zakresie energetycznym 100 eV – 2000 eV. Zawansowany system sterowania undulatora pozwala na pełną kontrolę polaryzacji, zapewniając tym samym liniowo (w dowolnym kierunku), kołowo (prawo- i lewo-skrętną) i eliptycznie spolaryzowaną wiązkę fotonów. Dokładny wybór energii odbywa się przy pomocy monochromatora wyposażonego w trzy siatki dyfrakcyjne. Dodatkowo linia posiada tzw. szczeliny wyjściowe ograniczające rozmiar wiązki oraz lustro kolimujące i skupiające, których zadaniem jest koncentrowanie wiązki dostarczanej do stacji końcowych, do rozmiarów kilku μm .

DEMETER jako jedyna linia w synchrotronie SOLARIS posiada dwie gałęzie zakończone, tzw. stacjami końcowymi, które stanowią dwa mikroskopy rentgenowskie: fotoemisyjny mikroskop elektronowy PEEM (ang. Photoemission Electron Microscope) oraz skaningowy transmisyjny mikroskop rentgenowski STXM (ang. Scanning Transmission X-ray Microscope). Mikroskop PEEM jest własnością Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk (IKiFP PAN) i został przeniesiony na linię DEMETER w czerwcu 2021. Obydwa mikroskopy udostępniono Użytkownikom w listopadzie 2021 roku.

W ciągu ostatniego roku linię DEMETER doposażono w dodatkowe elementy diagnostyczne, które ułatwiły pozycjonowanie elementów optycznych. Nowe ekrany typu YAG pozwoliły na precyzyjne ustawienie luster

DEMETER beamline

*Dr. Anna Mandziak,
Dr. Paweł Nita*

The DEMETER beamline is a research line that uses soft X-rays with a variable polarization. Here, an elliptically polarized undulator (EPU), which provides soft X-rays in a wide energy range of 100-2000 eV, is the source of synchrotron radiation. The motorized motion control system of the undulator allows for full polarization control and thus provides a linear (in any direction), circular (right- and left-handed) and elliptically polarized photon beam. The exact selection of energy is carried out by a monochromator equipped with three diffraction gratings. In addition, the beamline is equipped with an exit slit which reduces the beam size, as well as collimating and focusing mirrors which focus the beam delivered to the end stations to a size of several μm .

Currently, the DEMETER beamline is the only one at the SOLARIS synchrotron with two branches equipped with two X-ray microscopes: PEEM (Photoemission Electron Microscope) and STXM (Scanning Transmission X-ray Microscope). The PEEM microscope is delivered by the Institute of Catalysis and Surface Chemistry of the Polish Academy of Sciences and was transferred to the DEMETER beamline in June 2021. Both microscopes have been successfully tested and open to external users in November 2021.

Over the last year, the DEMETER beamline has been equipped with additional diagnostic elements, which improve the general performance of the beamline. New YAG-type screens allow for a precise adjustment of the KB focusing mirrors that focus the beam onto a PEEM sample. As a result, the size of the beam was achieved up to $0.05 \times 0.8 \text{ mm}^2$ (in

skupiających wiązkę, m.in. na gałęzi PEEM, w wyniku czego osiągnięto wiązkę o rozmiarze $0,05 \times 0,8 \text{ mm}^2$ (odpowiednio w kierunku wertykalnym i horyzontalnym). Równolegle do prac prowadzonych nad ustawieniem elementów optycznych, podjęto się renowacji undulatora. Jest to urządzenie, które przywieziono do synchrotronu SOLARIS z laboratorium MAXII z Lund w Szwecji. Aby usprawnić jego działanie i zoptymalizować efektywność pracy, zbudowano i zainstalowano nowy system korekcji (w postaci cewek elektromagnetycznych) oraz wymieniono niesprawne elementy systemu sterowania. Podjęte działania usprawniły prowadzenie badań na linii, tj. przyspieszyły czas zbierania danych oraz poprawiły stabilność wiązki.

Przez ostatnie dwa lata, doposażono mikroskop STXM w dodatkowe elementy. Wśród nich znalazły się między innymi: komórka elektrochemiczna oraz kamera sCMOS. Komórka elektrochemiczna to komercyjny system wyposażony w potencjostat, kontroler temperatury oraz pompę mikroprzepływową. Unikatowa konstrukcja komórki pozwala na realizację precyzyjnych eksperymentów elektrochemicznych czy katalitycznych, przy jednoczesnej obserwacji procesów zachodzących w układzie za pomocą mikroskopu STXM (tzw. „operando study”). Komórka elektrochemiczna po raz pierwszy została uruchomiona i przetestowana w czerwcu 2022 roku przy współudziale dra A. Hitchcocka z McMaster University w Kanadzie. Pierwsze eksperymenty przy użyciu komórki zaplanowane są na wiosnę 2023 roku.

Kolejnym elementem, o który rozszerzono mikroskop STXM była kamera sCMOS, wykorzystywana do pomiarów w modzie ptychografii. Obecnie mikroskop (STXM) posiada dwie specjalistyczne kamery rentgenowskie, które są w fazie testów. W czerwcu 2022 roku z pomocą grupy specjalistów z synchrotronu MAX IV zainstalowano i skonfigurowano specjalistyczne środowisko programistyczne PtyPy służące do rekonstrukcji obrazów.

Druga stacja końcowa linii DEMETER – fotoemisyjny mikroskop rentgenowski PEEM czeka obecnie

the vertical and horizontal direction, respectively). Parallel to the adjustment of the optical elements, renovation work was carried out on the undulator. The undulator is a device brought to the SOLARIS synchrotron from the MAXII laboratory in Lund, Sweden. In order to improve its operation and optimize its work efficiency, a new correction system (in the form of electromagnetic coils) was built and installed. Moreover, the inoperative elements of the control system were replaced. All the actions significantly improved the beamline performance, i.e. accelerated the data acquisition time and improved the beam stability.

During the last two years, the STXM microscope was also equipped with additional elements, e.g. an electrochemical cell and an sCMOS camera. The electrochemical cell is a commercial system equipped with a potentiostat, a temperature controller and a microfluidic pump. The unique structure of the cell allows for the implementation of precise electrochemical or catalytic experiments while observing the processes taking place in the system using the STXM microscope (the so-called 'operando study'). The electrochemical cell was launched and tested for the first time in June 2022 with the participation of Dr. A. Hitchcock from McMaster University in Canada. The first experiments using the cell are planned for spring 2023. Another element that extended the STXM microscope was the sCMOS camera dedicated for measurements in the ptychography mode. At present, the microscope (STXM) has two specialized X-ray cameras (with a small and a large acceptance angle), which are in the testing phase. In June 2022, in collaboration with the group from the MAX IV synchrotron, a specialized PtyPy programming environment was installed and configured for image reconstruction.

The second end station of the DEMETER beamline, i.e. the photoemission x-ray microscope, is currently waiting for the installation of the purchased elements: the illumination column and the magnetic

na instalację zakupionych elementów, tj. kolumny oświetlającej i sektora pola magnetycznego. Wiosną 2023 roku planowana jest instalacja ww. elementów, które umożliwią pracę w modzie LEEM – mikroskopii niskoenergetycznych elektronów, co rozszerzy znacząco możliwości badawcze linii. Mikroskop ten będzie oddany do pracy dla Użytkowników na początku kwietnia 2023 roku.

Od czasu otwarcia linii dla Użytkowników zewnętrznych, z obydwu mikroskopów skorzystało kilkanaście grup badawczych z Polski i zagranicy. Od listopada 2021 roku, na mikroskopie PEEM zrealizowano 12 wniosków badawczych (6 krajowych i 6 zagranicznych). Na mikroskopie STXM zrealizowano 2 wnioski krajowe, 1 zagraniczny oraz kilka eksperymentów testowych Użytkowników z kraju i zagranicy.

It will take place in the spring of 2023. and will enable the operation in the LEEM mode, a low-energy electron microscopy, which will significantly expand the research capabilities of the beamline. This microscope will be available for external users at the beginning of April 2023.

Since the opening of the beamline for external users, both microscopes have been used by several research groups from Poland and abroad. Since November 2021, 12 research proposals (6 domestic and 6 foreign) have been carried out using the PEEM microscope. 2 domestic applications, 1 foreign application and several test experiments were carried out on the STXM microscope by users from Poland and abroad.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS

PARAMETER	VALUE
Source	EPU (undulator)
Available energy range	100–2000 eV (horizontal polarization)
Energy resolution $\Delta E/E$	$E/dE=3 \times 10^3-1,5 \times 10^4$
Beam size at sample (H × V)	0,2(v) × 0,8(h) mm ²
Photon flux at sample	$\sim 10^{12}$ ph/s/0,1% bw
Polarization	Circular left- and right-handed, linear horizontal and vertical
End station	PEEM, STXM

BEAMLINE USERS

Number of users (2021–2022)	23 experiments, 86 users, 1992 hours
Fields of science represented by users	Physics, chemistry, earth sciences and environment, engineering and technology, material science.

Tabela 3. Tabela prezentująca parametry techniczne linii DEMETER oraz dane użytkowników.

Table 3. DEMETER beamline Users and technical parameters.

Przykłady zastosowania linii DEMETER

DEMETER beamline highlight

DEMETER

→ High-temperature co-electrolysis of CO₂/H₂O and direct methanation over Co-impregnated SOEC. Bimetallic synergy between Co and Ni.

Authors: P. Blaszcak, M. Zajac, A. Ducka, K. Matlak, B. Wolanin, S. F. Wang, A. Mandziak, B. Bochentyn and P. Jasinski

International Journal of Hydrogen Energy, 47, 35017 (2022);

DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.08.057

To study the synergy between the transition metals for enhancing the electrochemical and chemical activity, a series of SOECs were modified with a small amount of Co ions, namely 1.8, 3.6, and 5.4 wt% in the reduced state. The full characterization involving STXM imaging allowed for a better understanding of the synergy between the Ni and Co host metal and made it possible to find the causes of the increased activity. It revealed the complexity of the substructures formed within the electrode. The performance tests indicated the roles of both rWGS and direct electrolysis of CO₂ in the electroreduction process.

The modifications on SOECs consisted of the introduction of small amounts of Co into the Ni-YSZ cermet material of the cells via the wet impregnation method. Thanks to the STXM imaging coupled with the XAS measurements, it was observed that the Co ions formed three types of substructures, namely nanoparticles of Co_xO_y supported on the surface of the 8YSZ, Ni-Co mixed spinel-like compound on the interface between the Ni core and outer layer, and Co_xO_y nanoparticles embedded into the spinel scale (Figure 1). The XPS results indicated that Co induced the formation of a high amount of the

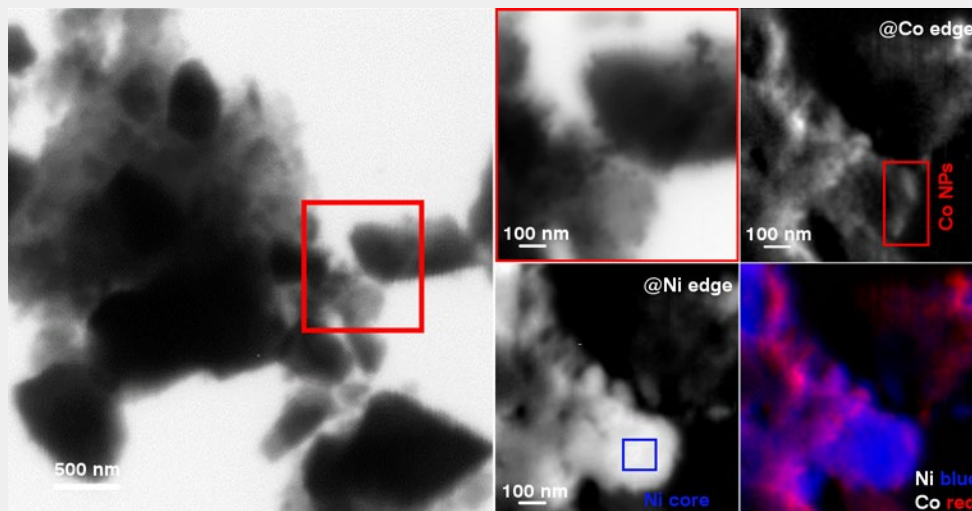


Figure 1. STXM images of the as-prepared 3.6 wt % Co-impregnated sample with the corresponding elemental distribution maps of Ni and Co. The Ni and Co map overlay is also presented.

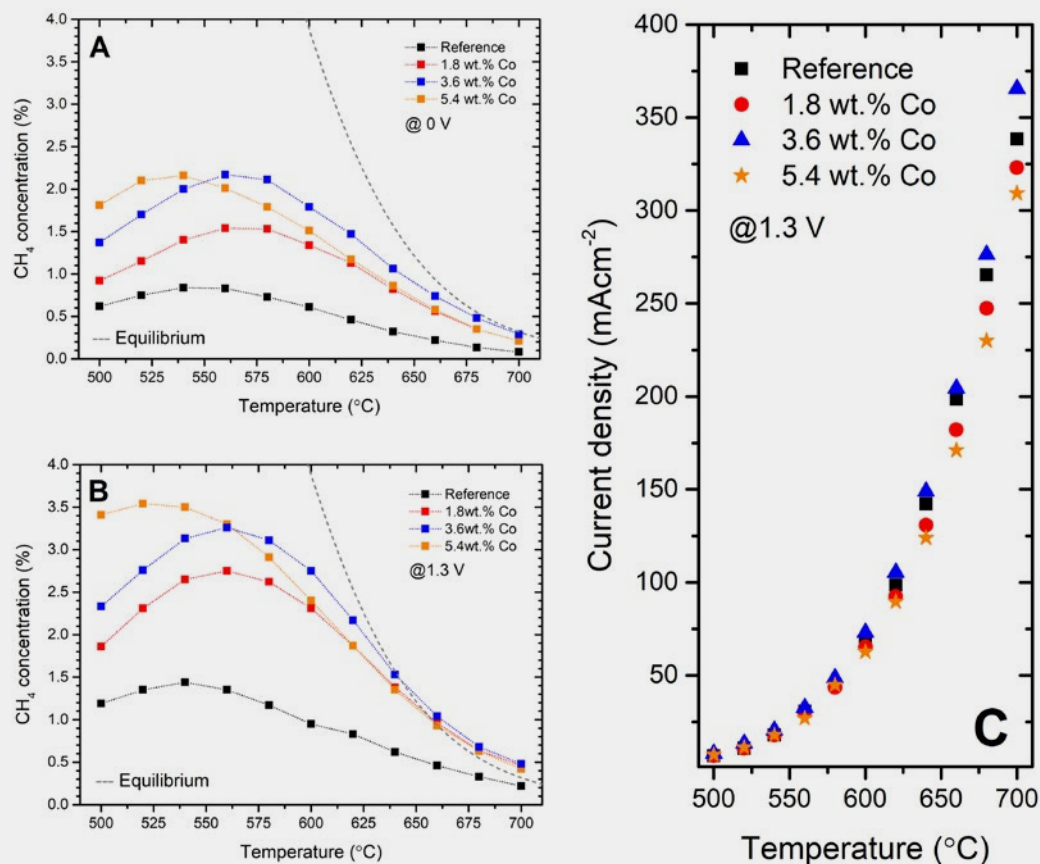


Figure 2. The concentration of CH₄ in the outlet stream at OCV (A) and 1.3 V (B). The equilibrium concentration marked as a dashed line. (C) Current densities at 1.3 V vs. temperature. The dashed lines are visual guides only.

available catalytic sites through the active Ni³⁺/Ni²⁺ and Co³⁺/Co²⁺ couples for reactions to occur. The performed modifications increased the CH₄ concentration in the outlet stream over 2.5 times and ensured a better efficiency of the H₂O/CO₂ co-electrolysis (Figure 2). The search for the possible causes of the enhancement through the XAS and STXM measurements resulted in a direct proof of the existence of a significant amount of the intermixed Ni-Co compound which induced changes in the shift of the EF band energy, generated the inverse spinel structure,

and introduced a significant amount of active surface species. The STXM measurements clearly evidenced a Co-graduated structure of core-shell-like Ni grains. The addition of the secondary metal into the Ni-YSZ conventional cermet material revealed highly promising results to be further applied in the field of H₂O/CO₂ co-electrolysis with the simultaneous single-process of methanation for the build-up of advanced conversion systems.

Written by MSc. Patryk Błaszczak

Linia badawcza PHELIX

dr inż. Magdalena Szczepanik

Linia PHELIX wykorzystuje miękkie promieniowanie rentgenowskie w zakresie energii 50 eV–1500 eV o zmiennej polaryzacji światła do badań spektroskopowych i absorpcyjnych. Pierwsze komponenty linii zostały zakupione w 2016 roku, natomiast instalacja ostatniego jej elementu – elektrostatycznego analizatora energii fotoelektronów z trójwymiarowym detektorem spinowym – odbyła się pod koniec 2020 roku. W kolejnych miesiącach linia i stacja badawcza weszły w fazę kalibracji i przygotowywania do rozpoczęcia pomiarów z Użytkownikami. Pomimo trudności wynikających z wybuchu pandemii COVID-19 projekt PHELIX został zakończony z sukcesem w 2021 roku, kiedy przyjęto pierwszych Użytkowników. W latach 2021–2022 linia cały czas się rozwijała idąc za potrzebami badawczymi Użytkowników:

- zainstalowano układ do przyłączania walizek próżniowych, działło jonowe, pirometr;
- zmodernizowano system pompowy detektora spinowego, manipulator pomiarowy, który zyskał dodatkowy obrót ułatwiający pozycjonowanie próbek do pomiarów;
- zintegrowano program pomiarowy do obsługi spektrometru z monochromatorem, co pozwala na zmianę energii promieniowania z poziomu oprogramowania pomiarowego
- dodano szereg gotowych szablonów pomiarowych ułatwiających Użytkownikom wykonanie pomiaru;
- zamówiono komórki do depozycji z zaworem do nanoszenia materiałów używanych w izolatorach topologicznych, łupaczkę na ramieniu z przesuwem do łamania próbek twardych oraz dodatkowy manipulator wobble stick, który znacząco ułatwi transfer próbek;

PHELIX beamline

Dr. Eng. Magdalena Szczepanik

The PHELIX beamline uses soft X-rays in the 50–1500 eV energy range with a variable light polarization for spectroscopic and absorption studies. The first components of the beamline were purchased in 2016, while the installation of its last element – an electrostatic photoelectron energy analyser with a three-dimensional spin detector – took place at the end of 2020. In the following months, the beamline and the end station entered the phase of commissioning and preparation for measurements with users. Despite the difficulties caused by the outbreak of the COVID-19 pandemic, the PHELIX project was successfully completed in 2021, and the beamline started to operate with its first users. In 2021–22, the beamline continued to grow following the researchers needs:

- A system for connecting vacuum suitcases, an ion gun and a pyrometer were installed.
- The pumping system of the spin detector was modernized. The measuring manipulator gained an additional rotation facilitating the positioning of samples for measurements.
- The measurement software for operating the spectrometer was integrated with the monochromator, which allows to change the radiation energy from the measurement software.
- A number of ready-made measurement templates were added to help users perform their research.
- Effusion cells with valves for depositing materials used in topological insulators, a cleaver with linear shift mechanism for cleaving solid samples and an additional wobble stick manipulator, which will significantly facilitate the transfer of samples were ordered.

- wymieniono kamerę CCD na CMOS przy detektorze spektrometru, poprawiając tym samym jakość pomiarów;
- w toku jest automatyzacja sterowania wiązką, dodawanie kolejnych funkcjonalności do programu pomiarowego, przyjazny Użytkownikowi panel sterowania wiązką oraz zamówienie zestawu do odbiciowej dyfraktometrii wysokoenergetycznych elektronów RHEED.

Linia PHELIX to system urządzeń służących do kompleksowych badań powierzchniowych nowoczesnych materiałów mających zastosowanie w elektronice, katalizie, ogniwach paliwowych oraz medycynie. Bogato wyposażony system UHV stacji badawczej umożliwia zaawansowaną preparatykę próbek, włączając w to nanoszenie cienkich epitaksjalnych warstw na podłoża monokrystaliczne w podwyższonej lub obniżonej temperaturze, czyszczenie powierzchni próbek jonami argonu, wygrzewanie próbek w ultrawysokiej próżni i w obecności innych gazów lub łamanie próbek w celu odsłonięcia atomowo czystej powierzchni. Układ optyczny dostarcza doskonałej jakości wiązkę do komory analitycznej stacji badawczej, gdzie mają miejsce pomiary z wykorzystaniem światła synchrotronowego. Dzięki hemisferycznemu analizatorowi energii fotoelektronów możliwe są badania spektroskopowe, zarówno kątowo zintegrowane jak i kątowo rozdzielcze. Do pomiarów kątowo zintegrowanych zalicza się spektroskopia fotoelektronów (X-ray Photoelectron Spectroscopy – XPS) oraz rezonansowa spektroskopia fotoemisyjna (Resonant Photoemission Spectroscopy – Res-PES). Ta ostatnia jest możliwa dzięki dostępnym w stacji badawczej pomiarom absorpcyjnym (X-ray Absorption Spectroscopy – XAS), zarówno w modzie całkowitej fluorescencji (Total Fluorescence Yield – TFY) oraz pomiaru prądu próbki (Total Electron Yield – TEY). Pozwala ona dostosować energię wzbudzenia do krawędzi absorpcji badanych pierwiastków. Do pomiarów kątowo rozdzielczych w zakresie miękkiego promieniowania X (Soft X-ray Angle

- The CCD camera was replaced with a CMOS camera at the spectrometer detector, improving the quality of measurements.
- Automation of the beam control, adding further functionalities to the measurement software, a user-friendly beam control panel and ordering a RHEED (Reflection High Energy Electron Diffraction) kit are in progress.

The PHELIX beamline is a system of devices for comprehensive surface investigations of modern materials used in electronics, catalysis, fuel cells and medicine. The richly equipped UHV system of the end station enables advanced sample preparation, including a deposition of thin epitaxial films on single crystal substrates at elevated or reduced temperatures, a cleaning of the samples surface with argon ions, an annealing of samples in ultra-high vacuum and in the presence of other gases or a cleaving of samples to expose an atomically clean surface. The optical system delivers a high-quality beam to the analytical chamber of the end station, where measurements are carried out using the synchrotron light. The hemispherical photoelectron energy analyser allows to perform both angle-integrated and angle-resolved spectroscopic studies. Angular integrated measurements include X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) and Resonant Photoemission Spectroscopy (Res-PES). The latter is possible owing to the absorption measurements available at the end station (X-ray Absorption Spectroscopy – XAS), both in the Total Fluorescence Yield – TFY and the Total Electron Yield – TEY modes. It allows to adjust the excitation energy to the absorption edge of the elements of interest. For angle-resolved measurements in the soft X-ray range (Soft X-ray Angle Resolved Photoelectron Spectroscopy – SX-ARPES), various polarizations of light can be used, including circular and elliptical polarization, by examining circular dichroism (Circular Dichroic Angle Resolved Photoelectron Spectroscopy – CD-ARPES). This technique

Resolved Photoelectron Spectroscopy – SX-ARPES) można wykorzystać różne polaryzacje światła, w tym polaryzację kołową i eliptyczną, badając dichroizm kołowy (Circular Dichroic Angle Resolved Photoelectron Spectroscopy – CD-ARPES). Pomiary te próbują orbitalny moment pędu elektronów badanych próbek. Cechą szczególną stacji badawczej PHELIX jest możliwość przeprowadzenia pomiarów tekstury spinowej w trzech wymiarach (Spin Resolved Angle Resolved Photoelectron Spectroscopy – SR-ARPES), co w połączeniu z informacjami o orbitalnym momencie pędu daje komplet informacji o właściwościach elektronicznych badanych materiałów.

probes the orbital angular momentum of the electrons from the measured samples. A special feature of the PHELIX end station is the ability to perform spin texture measurements in three dimensions (Spin Resolved Angle Resolved Photoelectron Spectroscopy – SR-ARPES), which, combined with information on the orbital angular momentum, gives a complete set of information on the electronic properties of the investigated materials.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS

PARAMETER	VALUE
Source	Elliptically polarizing undulator EPU APPLE II type
Available energy range	40–1500 eV for horizontal polarization 50–1500 eV for vertical polarization 40–350 eV for circular polarization (100%) 50–1035 eV for elliptical (50%)
Energy resolution $\Delta E/E$	10 000
Beam size at sample (H × V)	30x80 μm^2 @ 50 eV 10x60 μm^2 @ 1500 eV
Photon flux at sample	8.2×10 ¹² ph/s @ 50 eV 1.4×10 ¹² ph/s @ 1500 eV RP = 10 000, electron, current = 500 mA
Polarization	Linear (horizontal, vertical), circular, elliptical

BEAMLINE USERS

Number of users (2021–2022)	22 experiments, 52 users, 1488 hours
Fields of science represented by users	Physics, material science.

Tabela 4. Tabela prezentująca parametry techniczne linii PHELIX oraz dane użytkowników.

Table 4. PHELIX beamline Users and technical parameters.

Przykłady zastosowania linii PHELIX PHELIX beamline applications examples

PHELIX

The PHELIX beamline allows to map a band structure with different light polarization and to obtain circular dichroic angle resolved spectra that probe the orbital angular momentum of electrons. In addition, spin resolved measurements are possible, providing insight into three-dimensional spin textures. Such measurements in soft X-ray energy range result in the complete information about the k space in three dimensions and the origin of the magnetic properties of the investigated materials. An example of such research is the topological surface state in HgTe [1]. The measurements were carried out in three different synchrotrons, particularly at the Swiss Light Source in Switzerland (SX-ARPES) and the Hiroshima Synchrotron Radiation Centre in Japan (spin resolved ARPES). HgTe exhibits sharp, linear dispersion without the k_z variation, left-right imbalanced spin polarization and circular dichroism (Figure 1). The chemical gating by the alkali metal deposition on the surface causes an unexpected opening and/or an increase of a surface

insulating gap without changing its topological property. Such an unusual behaviour sheds light on a convenient control of the Fermi surface and the quantum transport in a topological insulator.

The end station is also suitable for Resonant Photoemission studies owing to its possibility to perform X-ray Absorption Spectroscopy and X-ray Photoelectron Spectroscopy measurements. Collecting the XAS spectra, e.g. in the Total Electron Yield (TEY) mode, one can adapt the photon energy for the photoemission spectra to the specific regions of absorption edges of the investigated materials. These methods, being element and orbital selective, in combination with density-functional theory (DFT) calculations allow to obtain a detailed information about the character of electronic states in the valence and conduction bands.

Written by Dr. Eng. Magdalena Szczepanik

[1] C. Liu et al., *Tunable Spin Helical Dirac Quasiparticles on the Surface of Three Dimensional HgTe*, Phys Rev B 92, 115436 (2015).

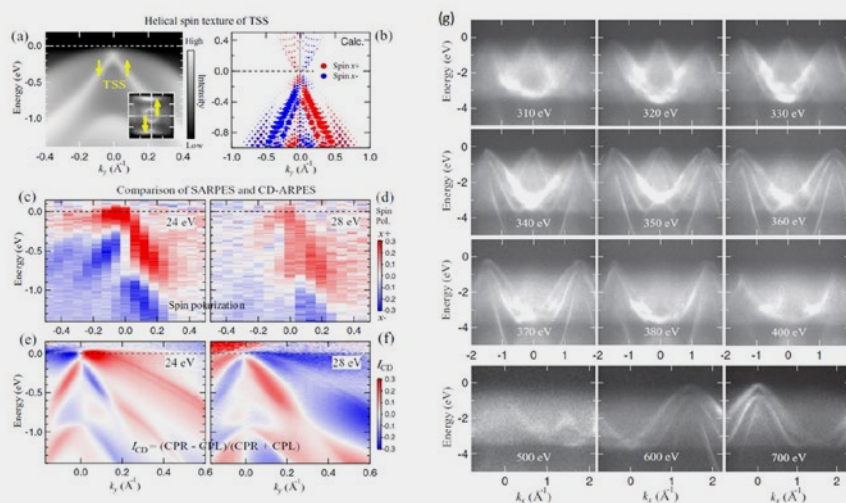


Figure 1. The spin polarization, dichroism and soft X-ray spectra of the topological surface state (TSS) of HgTe. (a) The ARPES k -E map along the k_y . (Inset) ARPES constant energy map at 600 meV binding energy. (b) The calculated spin helical texture of TSS showing excellent consistency with the spin-resolved ARPES along k_y (c) and (d). (e) and (f) CD-ARPES along k_y . (g) Soft X-ray ARPES k -E maps at photon energies $310 < h\nu < 700$ eV.

Linia badawcza ASTRA

*dr Alexey Maximenko,
dr Henning Lichtenberg,
mgr Grzegorz Gazdowicz*

Linia badawcza ASTRA (Absorption Spectroscopy beamline for Tender energy Range and Above) jest dedykowana dla absorpcyjnej spektroskopii rentgenowskiej (XAS) i technikom pokrewnym w zakresie energii od 1 keV do 15 keV. ASTRA została specjalnie zaprojektowana do pomiarów XAS w zakresie energetycznym znanym jako „tender energy range”, tj. na krawędziach absorpcji K pierwiastków, takich jak: P, S, Si, Al i Mg. Poza tym zakres energii linii ASTRA obejmuje krawędzie K cięższych pierwiastków do selenu, krawędzie L do bizmutu i krawędzie M niektórych ciężkich pierwiastków, w tym uranu, co pozwala na badanie wielu, bardzo istotnych materiałów. Widma XAS dla materiałów krystalicznych jak i amorficznych (w fazie stałej, ciekłej czy gazowej) mogą być rejestrowane w trybie transmisji lub fluorescencji.

Linia została zbudowana oraz jest wciąż rozwijana przy współpracy z Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Niemcy), Synchrotronem Light Research Institute (Tajlandia) oraz Instytutem Fizyki w University of Bonn (Niemcy).

ASTRA jest bardzo kompaktową linią, ponieważ jej długość na hali eksperymentalnej wynosi tylko 6 metrów. W kwietniu 2021 roku jako pierwszy komponent linii na hali eksperymentalnej został zainstalowany moduł diagnostyczny, który umożliwia wizualizację i określenie położenia białej wiązki promieniowania oraz jej profilu. W następnym kroku za modułem diagnostycznym została zamontowana kompaktowa różnicowa pompa jonowa, która pozwala na utrzymanie różnicy ciśnień pomiędzy modułem diagnostycznym ($p \sim 10^{-10}$ mbar) a monochromatorem

ASTRA beamline

*Dr. Alexey Maximenko,
Dr. Henning Lichtenberg,
MSc. Grzegorz Gazdowicz*

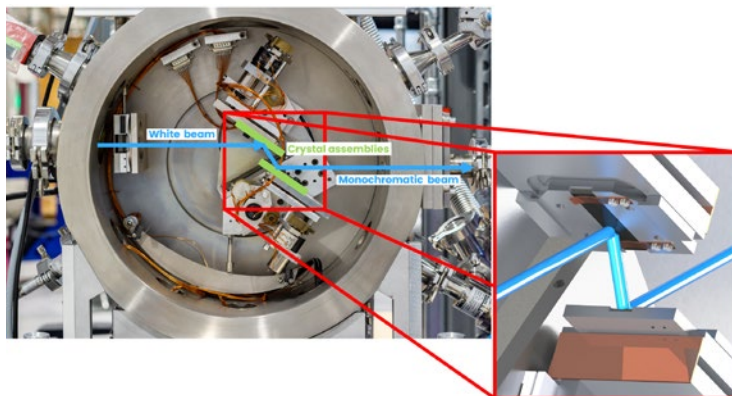
The ASTRA beamline (Absorption Spectroscopy beamline for Tender energy Range and Above) is dedicated to X-ray absorption spectroscopy (XAS) and the related techniques in the 1 keV-15 keV energy range. The ASTRA beamline was especially designed for the XANES/EXAFS measurements in the tender X-ray range, i.e. at the K absorption edges of important ‘low Z’ elements such as P, S, Si, Al and Mg. Apart from that, the ASTRA energy range also includes K-edges of heavier elements up to Se, L-edges of elements up to Bi and some M-edges of heavier elements including U, which allows for an investigation of a variety of highly application relevant materials. At the ASTRA beamline, XAS spectra of both crystalline and amorphous materials, liquids and samples in the gas phase can be recorded in the transmission or the fluorescence mode.

The beamline was built and is further developed by the project leader, the Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Germany) in collaboration with SOLARIS Centre, the Synchrotron Light Research Institute (Thailand) and the Physics Institute at the University of Bonn (Germany).

ASTRA is very compact with a length of only 6 meters in the SOLARIS experimental hall. Its infrastructure was developed in February 2021. In April 2021, a diagnostic module measuring the position and profile of the white beam was installed as the first component of the beamline in the experimental hall. Next, a compact differential ion pump for maintaining the pressure difference between the diagnostic module ($p \sim 10^{-10}$ mbar) and

Rysunek 1. Monochromator na podwójnym kryształach linii ASTRA. Obrót osi Bragga pierwszego kryształu powoduje przemieszczenie drugiego kryształu w sposób zapewniający stałe położenie monochromatycznej wiązki wyjściowej podczas zmiany energii.

Figure 1. The ASTRA beamline double crystal monochromator. The Bragg axis rotation is mechanically linked to a translation of the second crystal perpendicular to its surface via a fixed curved cam, providing a fixed position of the exit (monochromatic) beam during energy scanning.



($p \sim 10^{-6}$ mbar). Serce linii ASTRA jest monochromator, który zamontowano we wrześniu 2021 roku. Jest to zmodyfikowany monochromator typu Lemmonier z podwójnym kryształem (Rysunek 1). Zakres energii linii jest pokryty przez 6 zestawów kryształów: Ge(220), Si(111), InSb(111), Si(400), Be(10-10) i KAP(100), plus monochromatory wielowarstwowe. Po przejściu testów radiacyjnych we wrześniu tego samego roku, zespół linii pierwszy raz zaobserwował monochromatyczną wiązkę promieniowania na kryształach YAG, zamontowanym na wyjściu monochromatora. W listopadzie 2021 został zainstalowany system pomiarowy XAFS wraz z łańcuchem przetwarzania sygnału dla pomiarów w trybie transmisyjnym. Na przełomie roku 2021/2022 rozpoczęto uruchomienie linii. Pomiarzy testowe z pierwszą grupą potencjalnych Użytkowników zostały przeprowadzone pod koniec stycznia. W pierwszych miesiącach 2022 roku linia została otwarta dla wiosennego naboru wniosków o czas pomiarowy. Chcąc jak najszybciej uruchomić stację końcową ASTRA i zapoznać się z jej możliwościami, między marcem a lipcem 2022 zespół linii prowadził intensywne pomiary przy współpracy z Użytkownikami przyjętymi w ramach procedury „szybkiego dostępu”. 29 czerwca 2022 odbyła się oficjalna ceremonia otwarcia linii ASTRA, w której uczestniczyli przedstawiciele instytucji zaangażowanych w projekt linii. Pod koniec września tego

the monochromator ($p \sim 10^{-6}$ mbar) was installed downstream the diagnostic module. A modified double-crystal Lemmonier type monochromator (Figure 1.), the heart of the ASTRA beamline, was installed in September 2021. The energy range of the beamline is covered by 6 sets of crystals: Ge(220), Si(111), InSb(111), Si(400), Be(10-10) and KAP(100), as well as multilayer monochromators. In September 2021, after passing the radiation tests, the beamline team observed a monochromatic beam on a YAG crystal mounted on the monochromator exit flange (Figure 2.) for the first time. In November 2021, the XAFS data acquisition system was installed together with the signal processing chain for measurements in a transmission mode. In December 2021, the beamline was launched. Test measurements with the first group of potential users were carried out at the end of January. In February/March 2022, the beamline was opened for the Spring 2022 call for proposals. In order to finalize the commissioning of the ASTRA beamline and to evaluate its capabilities, the beamline team performed extensive measurements in cooperation with users admitted under the 'Rapid Access' procedure in March-July 2022. On June 29, 2022 the official opening ceremony of ASTRA took place with representatives of the institutions involved in the beamline project. At the end

samego roku zainstalowano detektor fluorescencyjny, który pozwala przeprowadzić pomiary w trybie fluorescencyjnym. We wrześniu 2022 ASTRA przyjęła pierwszych Użytkowników, którzy dostali czas pomiarowy na podstawie konkursu wniosków, a także przeprowadzono pomiary w ramach współpracy komercyjnej. Po pierwszych pomiarach Użytkownicy przyznali, że stacja badawcza ASTRA jest przyjazną, łatwą w obsłudze infrastrukturą, którą można szybko skonfigurować dla przeprowadzenia nawet najbardziej wymagających eksperymentów. Format zastosowanej konstrukcji linii badawczej pozwala Użytkownikom obserwować przebieg eksperymentu bezpośrednio i jeśli zachodzi potrzeba, modyfikować go w szybki sposób.

of September 2022, a silicon drift detector for measurements in the fluorescence mode was installed at the beamline. In the same month, ASTRA welcomed its first users, who received measurement time based on the evaluation of the Spring 2022 call for proposals and first commercial users performed their measurements. After the first experience, the users appreciated ASTRA as a straightforward, easy to use beamline that can also be quickly aligned for technically challenging experiments. The beamline construction format enables the users to observe the course of the experiment directly and, if necessary, to modify it quickly.

BEAMLINIE 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 sulfur K edge – 2.472 keV)
Beam size at sample (horizontal \times vertical)	10 mm \times 1 mm (can be reduced by the slits)
Photon flux at sample	10^9 - 10^{10} [ph/s/0.5 A]
Polarization	Linear (horizontal)
ASRA X-ray absorption spectroscopy end station	<ul style="list-style-type: none"> • Research techniques: XANES/EXAFS • Detection methods: Transmission, fluorescence • Temperature conditions: Room temperature • Pressure: Low vacuum or atmospheric pressure • Gas conditions: Selected gases (He, Ar, O₂, N₂, CO₂).

BEAMLINIE USERS

Number of users (2021–2022)	9 experiments, 29 users, 472 hours
Fields of science represented by users	Physics, chemistry, earth sciences and environment, material science, energy.

Tabela 5. Tabela prezentująca parametry techniczne linii ASTRA oraz dane użytkowników.

Table 5. ASTRA beamline Users and technical parameters.

Przykłady zastosowania linii ASTRA ASTRA beamline highlight

ASTRA

→ The valence state of vanadium – key factor in the flexibility of potassium vanadates structure as cathode materials in li-ion batteries

Authors: M. Przesniak-Welenc, M. Nadolska, K. Jurak, J. Li, K. Gornicka, A. Mielewczyk-Gry, M. Rutkowska, and A. P. Nowak

Scientific Reports 12, 18751 (2022). DOI: 10.1038/s41598-022-23509-x

Potassium hexavanadate ($K_2V_6O_{16} \cdot nH_2O$) nanobelts have been synthesized by the LPE-IonEx method, which is dedicated to the synthesis of transition metal oxide bronzes with a controlled morphology and structure. The electrochemical performance of $K_2V_6O_{16} \cdot nH_2O$ as a cathode material for lithium-ion batteries has been evaluated. The KVO nanobelts demonstrated a high discharge capacity of 260 mAh g^{-1} and long-term cyclic stability up to 100 cycles at 1 A g^{-1} . The effect of the vanadium valence state and the unusual construction of the nanobelts composed of crystalline and amorphous domains arranged alternately were also discussed in this work. The ex-situ measurements of the discharged electrode materials by XRD, MP-AES, XAS and XPS show that during the subsequent charge/discharge cycle the potassium in the $K_2V_6O_{16} \cdot nH_2O$ structure is replaced by lithium. The structural stability of the potassium hexavanadate during cycling depends on the initial vanadium valence state on the sample surface and the presence of the 'fringe free' domains in the $K_2V_6O_{16} \cdot nH_2O$ nanobelts.

The electrochemical performance, as well as the structural flexibility of $K_2V_6O_{16} \cdot nH_2O$ strongly depends on the vanadium valence state. The charge on the hydrated potassium vanadate is stored via redox reaction mainly at the surface. Thus, via the presence of the V^{4+} on the surface, the electronic transfer is facilitated and higher capacity is achieved. Moreover, the higher V^{4+} surface concentration leads to faster structural changes during the subsequent charge/discharge cycles. The ex-situ characterization by XRD and MP-AES shows

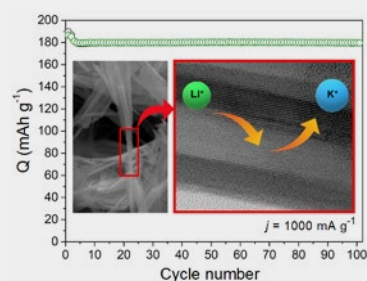


Figure 1.
Graphical abstract

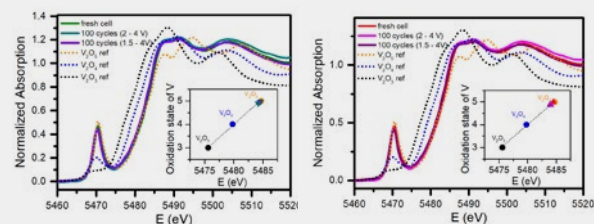


Figure 2. V K-edge XANES for samples stirred for 48 h at room temperature (KVO-20) (left) and at 40°C (KVO-40) (right), respectively. The insets show the relation between the vanadium oxidation state and the edge position.

that during the subsequent charge/discharge cycle, the potassium ions in the $K_2V_6O_{16} \cdot nH_2O$ structure are replaced by lithium. However, the higher initial concentration of V^{4+} leads to gradually increased vacancies during cycling, both on the surface and in the bulk as confirmed by the ex-situ XPS and XANES analysis. Therefore, the structural damage occurs slowly. The unusual construction of the nanobelts, composed of crystalline and amorphous domains arranged alternately, probably also prevents the crystal structure from collapsing during this exchange.

Written by Dr. Marta Przesniak-Welenc

Kriomikroskopia SOLARIS

*dr inż. Paulina Indyka,
mgr Alicja Górkiewicz,
dr Michał Rawski*

Kriomikroskopia Elektronowa w SOLARIS działa od września 2019 r., kiedy mikroskop Titan Krios G3i został po raz pierwszy udostępniony dla Użytkowników. Obecnie w Centrum pracują 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 trójkondensorowy 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 kriotomografii elektronowej (cET). W obecnym ustawieniu mikroskop rejestruje ponad 700 obrazów na godzinę, przez co możliwe jest uzyskanie dobrego zestawu danych w ciągu jednodniowej sesji pomiarowej. 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 w dwie kamery umożliwiające analizę SPA oraz cET, oraz eksperymenty z wykorzystaniem dyfrakcji na mikrokryształach (microED). Mapy potencjału uzyskiwane w wyniku analizy zarejestrowanych danych charakteryzują się rozdzielczością poniżej 3 Å dla cząstek średnich

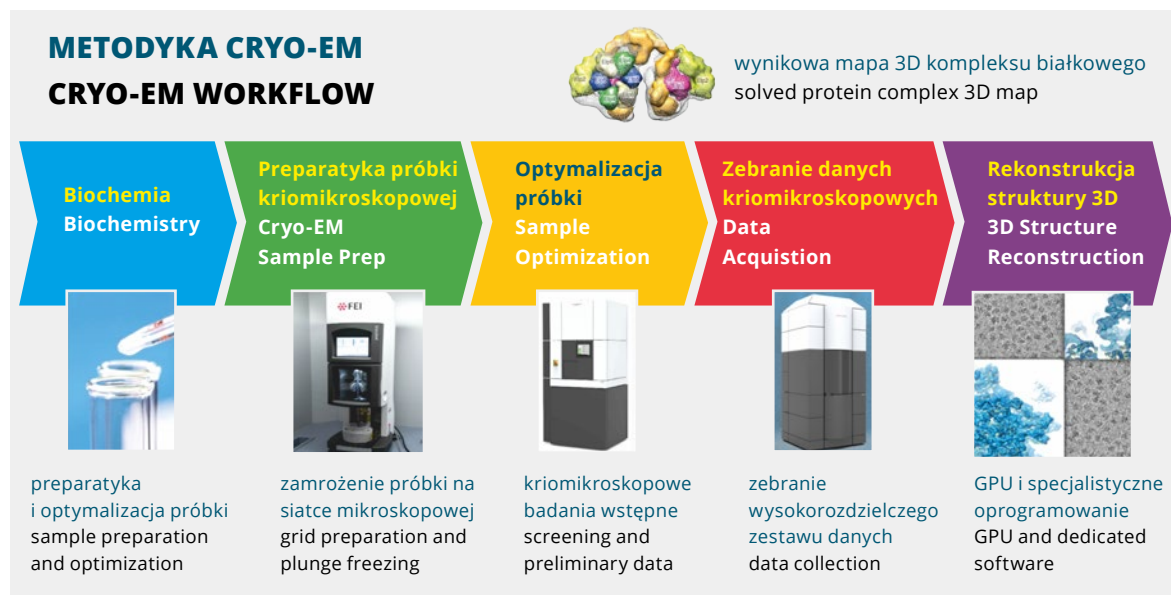
SOLARIS Cryo-EM Facility

*Dr. Eng. Paulina Indyka,
MA Alicja Górkiewicz,
Dr. Michał Rawski*

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

The state-of-the-art Titan Krios G3i equipped with a flexible three-condenser lens system and constant power lens optics, in combination with a FEG electron emitter, allows for a very stable high-resolution imaging. Two direct electron detectors assure fluent workflow and high throughput of any Single Particle Analysis (SPA) or cryo-Electron Tomography (cET) experiment. The acquisition rate of more than 700 images per hour and excellent quality dataset over a single night of collection are possible owing to the combination of the microscope and the detector properties. Acquiring SPA datasets provides a unique opportunity to resolve a three-dimensional (3D) structure of a macromolecule at a resolution of about 2 Å, which means that an unprecedented insight and details of the molecules can be visualized.

The second microscope, Glacios, is equipped with two cameras allowing Micro Electron Diffraction (microED) experiments or high- and low-dose imaging. The microscope is dedicated for data collection and sample screening (SPA and cET). The densities maps obtained from the analysis are characterized by a resolution of less than 3 Å for average and big particles



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

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

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

Transmisyjna kriomikroskopia elektronowa to metoda obrazowania, w której wiązka elektronowa ulega rozpraszaniu na cząsteczce „uwięzionej” w amorficznym lodzie. Elektrony rozproszone w sposób elastyczny, tworzą następnie na detektorze dwuwymiarową, powiększoną projekcję obserwowanego obiektu. Dzięki temu, że długość fali wiązki elektronowej jest bardzo mała (≈ 2 pm), możliwe jest osiągnięcie atomowej rozdzielczości pomiaru. Cryo-EM jako metoda rozwiązywania struktur przestrzennych makromolekuł znajduje coraz szersze zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym i biotechnologicznym. Niezwykła użyteczność tej techniki została udokumentowana w marcu 2020 r., kiedy w niespotykanym dotąd tempie rozwiązano strukturę białka kolca koronawirusa SARS-CoV-2 (ang. *spike protein*) DOI: [10.1126/science.abb2507](https://doi.org/10.1126/science.abb2507), co wsparło walkę z pandemią COVID-19.

(400 kDa and more) and 4-5 Å for small particles (less than 200 kDa).

Cryo-EM is an imaging method based on the elastic scattering of an electron beam passing through the studied material suspended in a vitreous ice. Electrons scattered during transmission create a two-dimensional and an enlarged projection of the sample on a detector. Due to a short wavelength of electrons, it is possible to achieve a near-atomic resolution. The cryo-EM method is widely used in the pharmaceutical and biotechnology industries. The remarkable usefulness of this technique was confirmed in March 2020, when scientists managed to solve the structure of the SARS-CoV-2 coronavirus spike protein at an unprecedented rate, which made it easier for scientists and doctors to fight the COVID-19 pandemic (see DOI: [10.1126/science.abb2507](https://doi.org/10.1126/science.abb2507)).

Kriomikroskopia elektronowa (cryo-EM) pozwala na prowadzenie różnorodnych badań z zakresu nauk o życiu, biotechnologii, chemii czy inżynierii materiałowej. Umożliwia:

- określanie struktury przestrzennej: białek i ich kompleksów, kompleksów białko–ligand, nano-cząsteczek białkowych, DNA i RNA;
- obrazowanie: komórek i ich fragmentów, wirusów i bakteriofagów, miceli i liposomów;
- charakterystyka i morfologia: polimerów, włókien i nanomateriałów, orientacji i interakcji molekuł ciekłych kryształów.

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

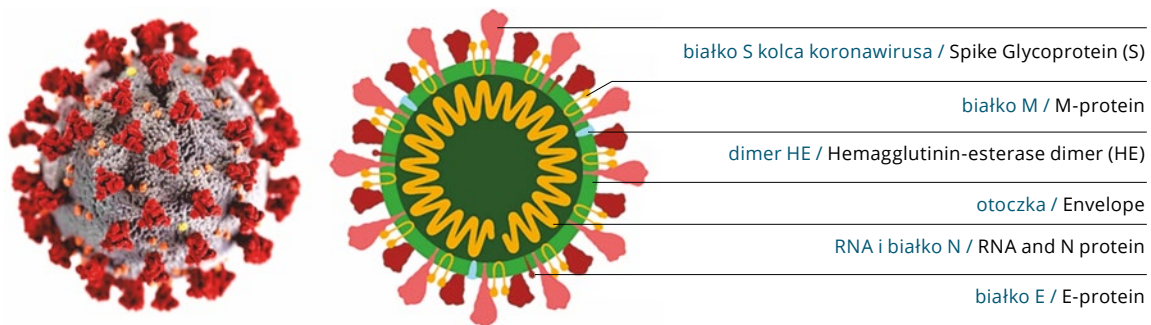
- W latach 2021–2022 wprowadzono zmianę w konfiguracji optyki mikroskopu Krios G3i, pozwalającą na obrazowanie w trybie „Fringe-Free Imaging”, który znacznie ogranicza rozmiar wiązki w trakcie eksperymentu, umożliwiając zwiększenie miejsc ekspozycji na danej powierzchni próbki.
- W pierwszym kwartale 2021 roku przeprowadzona została modernizacja stolika goniometru i instalacja oprogramowania Aberration Free Image Shift (AFIS) dla mikroskopu Glacios.
- W marcu 2021 roku rozpoczęły się testy systemu, narzędzi i procedur przygotowanych dla

Cryo-EM allows to perform forefront research related to a number projects from life sciences and biotech, chemistry and materials science, such as:

- Determination of the spatial structure of proteins and their complexes, protein-ligand complexes, DNA, RNA and nanoparticles.
- Imaging of cells and their fragments, viruses and bacteriophages, micelles and liposomes.
- Characterization of polymers, fibers, nanomaterials, as well as orientation and interaction of liquid crystal molecules.

Development of SOLARIS Cryo-EM Facility, its research infrastructure, progress in research methods and key events include:

- In the years 2021-2022, the main improvements of cryo-EM concerned the change in the optics configuration of the Krios G3i cryo-microscope allowing imaging in the Fringe Free Imaging mode (FFI), significantly reducing the beam size when collecting micrographs, and thus increasing the coverage of the sample with imaging sites.
- In the first quarter of 2021, the modernization of the goniometer stage and the installation of the Aberration Free Image Shift (AFIS) software for the Glacios.

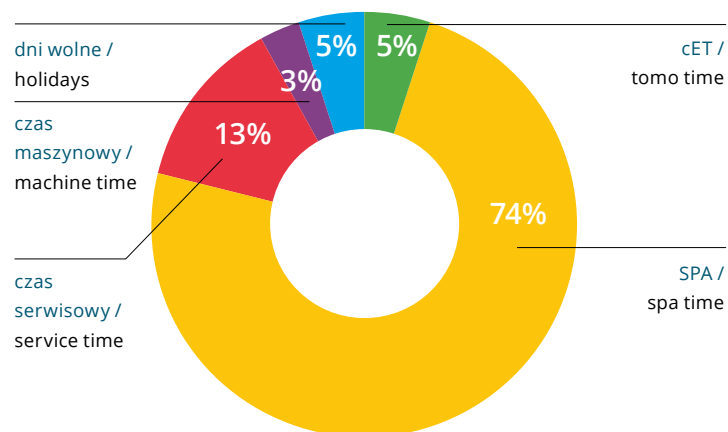


Rysunek 2. Schematyczna reprezentacja budowy koronawirusa.

Figure 2. The schematic representation of the coronavirus microscopical structure with the entire structural segment.

Rysunek 3. Wykres kołowy przedstawia jak wykorzystywano czas mikroskopowy w latach 2021–2022, było to odpowiednio – 74% dla SPA, 5% dla cET, 13% na czas serwisowy, 5% dni wolne, 3% czas maszynowy.

Figure 3. The pie chart shows how the microscopic time was used in 2021–2022. It was divided into: 74% for SPA, 5% for cET, 13% service time, 5% holidays, 3% machine time respectively.



Użytkowników mikroskopu Glacios. Po pomyślnie zakończonej fazie testów, w połowie roku 2021, mikroskop został oddany do użytku. Tym samym rozpoczęła się współpraca z firmami farmaceutycznymi z całego kraju oraz z ośrodkami akademickimi z obszaru Polski i Europy.

- W 2021 roku, celem wsparcia Użytkowników zdalnych, zakupiono niezbędne do preparatyki urządzenia – Glow Discharger oraz Vitrobot Mark IV do witrifikacji próbek, wraz z pojemnikami do magazynowania gotowych preparatów.
- Planowane w poprzednich latach rozszerzenie infrastruktury IT zostało sfinalizowane, a obecnie dostępna przestrzeń dyskowa to 231 TB dla mikroskopu Krios oraz 1,4 PB dla danych z mikroskopu Glacios.
- Na potrzeby obliczeń i analizy wyników zakupiony został serwer obliczeniowy wyposażony w dwa CPU (łącznie 72 wątki), kartę graficzną Tesla V100 z 32 GB pamięci oraz 750 GB pamięci RAM.
- W drugiej połowie 2022 roku rozpoczęto rozbudowę hali eksperymentalnej, w której około 200 m² zostanie przeznaczona na potrzeby kriomikroskopii.

W latach 2021 oraz 2022 przeprowadzono 2 wiosenne i 2 jesienne nabory wniosków o czas badawczy na kriomikroskopie elektronowym Titan Krios G3i. Propozycje eksperymentów oceniła międzynarodowa komisja, która obecnie składa się z 9 ekspertów

- In March 2021, tests of the system, tools and procedures prepared for the target users of the Glacios microscope started. After a successful test period, Cryo-EM Facility developed cooperation with pharmaceutical companies from all over the country and with academic centres from Poland and Europe.
- In 2021, during the Covid-19 pandemic, in order to support remote users, the equipment necessary for sample preparation was purchased, i.e. Glow Discharger and Vitrobot Mark IV for sample vitrification, as well as a sample storage solution.
- The expansion of the IT infrastructure planned in the previous years was implemented. The current available disk space is 231 TB for the Krios microscope and 1.4 PB for data from the Glacios microscope.
- For the purposes of data analysis, a computing server was purchased, which is equipped with two CPUs (total of 72 threads), 750 GB of RAM memory and a Tesla V100 GPU with 32 GB memory.
- In the second half of 2022, the construction works towards the experimental hall extension began. Approximately 200 m² of the new space will be dedicated to the needs of Cryo-EM Facility.

In 2021 and 2022, two spring and two autumn calls for proposals for research time on the Titan Krios G3i electron cryo-microscope were conducted.

z dziedziny kriomikroskopii, pochodzących z czołowych europejskich instytucji badawczych.

W 2021 roku zaakceptowano 45 wniosków z 59 złożonych w systemie DUO-SOLARIS oraz 3 wnioski z 3 złożonych w CERIC-ERIC. Z naboru wiosennego 2022 r. przyjęto 24 wnioski z 29 złożonych. Kolejne 26 wniosków z jesiennego naboru 2022 r. czeka na rozpatrzenie (styczeń 2023).

Choć czas pandemii SARS-CoV-2 przyczynił się do spadku ogólnej liczby zgłaszanych wniosków badawczych, to w 2021 r. z kriomikroskopu Titan Krios G3i skorzystało aż 45 grup badawczych z 12 jednostek naukowych, a w 2022 r. odpowiednio 24 grupy badawcze z 8 jednostek naukowych, krajowych i zagranicznych. Wnioski krajowe stanowiły 87% wniosków zgłoszonych, pozostałe 13% to wnioski zagraniczne – Włochy, Słowenia, Austria, Niemcy, Hiszpania, Chorwacja, Wielka Brytania. Eksperymenty na kriomikroskopie zakwalifikowane zostały w większości do dziedzin nauk przyrodniczych i biotechnologii, chemii i nauki o materiałach. Czas pracy mikroskopu (ang. *uptime*) wyniósł 78%. Sumarycznie zebrano dla Użytkowników około 1,3 PB danych.

Applications were evaluated by an international scientific board, which currently consists of 9 cryo-microscopy experts from leading European research institutions. In 2021, 45 applications were accepted out of 59 submitted via DUO-SOLARIS, as well as 3 applications out of 3 submitted via CERIC-ERIC. In the spring 2022 call, 24 applications were accepted out of 29 submitted. A further 26 applications from the autumn 2022 call are pending (January 2023).

Although the timing of the SARS-CoV-2 pandemic contributed to a decrease in the overall number of submitted research applications, as many as 45 research groups from 12 scientific units used the Titan Krios G3i cryo-microscope in 2021 and 24 research groups from 8 scientific units, both domestic and foreign in 2022. Domestic applications accounted for 87% of the applications submitted, the remaining 13% were foreign applications from Italy, Slovenia, Austria, Germany, Spain, Croatia, the UK. The cryo-microscope experiments were mostly classified in the fields of life sciences and biotechnology, as well as chemistry and material science. The microscope's uptime amounted to 78%. In total, about 1.3 PB of data were collected for users.

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	<ul style="list-style-type: none"> • Automatic condenser, objective and SA apertures • Three-condenser-lens system for an automated, continuous and parallel sample illumination • Symmetric constant power C-TWIN objective lens with a wide-gap pole piece (11 mm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatic condenser, objective, and SA apertures • Symmetric constant power objective lens (minimize image aberrations and lens hysteresis during mode switching) • Symmetric constant power C-TWIN objective lens with a wide-gap pole piece (11 mm)

CRYO-EM TECHNICAL PARAMETERS

PARAMETERS	VALUE	
Stage	<ul style="list-style-type: none"> • A computerized 4-axis specimen stage with a ± 70-degree alpha tilt • A cryo-stage with a single axis holder for optimized stability and drift performance 	<ul style="list-style-type: none"> • A computerized 4-axis specimen stage with a ± 70-degree alpha tilt • A cryo-stage with a single axis holder
Imaging	Rotation-free imaging with a changing magnification	
Advanced performance monitoring	Self-assessment of the 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 a grid hole	-
Software	<p>Thermo Scientific:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EPU Software for single particle analysis (SPA) screening and data acquisition • Tomography Software (cryo-ET) 	<p>Thermo Scientific:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EPU Software for a single particle analysis (SPA) screening and data acquisition • Tomography Software (cryo-ET) • EPU-D software
Detectors	<ul style="list-style-type: none"> • Gatan K3 BioQuantum • Falcon 3 Direct Electron Detector • Thermo Scientific Ceta 16M CMOS Camera 	<ul style="list-style-type: none"> • Falcon 4 Direct Electron Detector • Thermo Scientific Ceta™ D Camera
Energy filter	Gatan BioContinuum Energy Filter for contrast enhancement	-
Other options	Thermo Scientific Phase Plate Solution	-
Sample preparation – key support and all necessary laboratory equipment provided by the Structural Biology Core Facility (financed by the TEAM TECH CORE FACILITY / 2017-4 / 6 grant – Foundation for Polish Science) located at the Małopolska Centre of Biotechnology of the Jagiellonian University.		

CRYO-EM USERS

Number of users (2021–2022)	59 experiments, 130 users, 4880 hours
Fields of science represented by users	Chemistry, life sciences and biotechnology, biology.

Tabela 6. Tabela prezentująca parametry techniczne kriomikroskopów oraz dane użytkowników.

Table 6. Cryo-EM Users and technical parameters.

Przykłady zastosowania Kriomikroskopii SOLARIS Cryo-EM Facility highlights

Cryo-EM

→ Molecular mechanism of SbmA, a promiscuous transporter exploited by antimicrobial peptides

Authors: D. Ghilarov, S. Inaba-Inoue, P. Stepien, F. Qu, E. Michalczyk, Z. Pakosz, N. Nomura, S. Ogasawara, G. C. Walker, S. Rebuffat, S. Iwata, J. G. Heddle and K. Beis
Science Advances 7, eabj5363 (2021); DOI:10.1126/sciadv.abj5363

Bacteria in the human gut, such as *Escherichia coli*, live in a constant competition for limited resources. They invent cunning ways to prevent growth or kill their neighbours, one of which is the production of peptide antibiotics. Structurally very different, such compounds pretend to be nutrients, but in fact will bind to and inhibit important enzymes in the sensitive cells. To gain entry, they utilise a membrane transporter called SbmA. To answer the question how SbmA translocates antimicrobial peptides, we embedded the purified transporter protein in a small patch of lipid membrane called 'nanodisc' and complexed it with an antibody fragment to make the protein more visible under the microscope. This allowed to determine the structure of this complex using the cryo-electron microscopy facility at SOLARIS.

Atomic structure of SbmA (Figure 1.) revealed a homodimer, where each protomer was composed of 8 α -helices spanning the membrane. The central part of a dimer, composed of 12 helices, was similar to a class of known transporters that use ATP to export different molecules from a cell (ABC-transporters); however, SbmA did not possess the essential ATP-binding domain. SbmA has a large outward-open cavity, ready for a potential incoming peptide to bind. To study how SbmA powers translocation, we embedded it in artificial membrane vesicles, i.e. liposomes. We have shown that transport requires both a proton gradient across the membrane and the presence of a peptide substrate. A prominent feature of SbmA

is a row of conserved glutamate residues, forming a 'glutamate ladder' across the transporter's cavity. By replacing them with alanines, we have shown that glutamates are important for the activity. We proposed a mechanism (Figure 2.), which starts from a transporter open to capture a peptide from the outside; binding a proton to a specific Glu residue (Glu203)

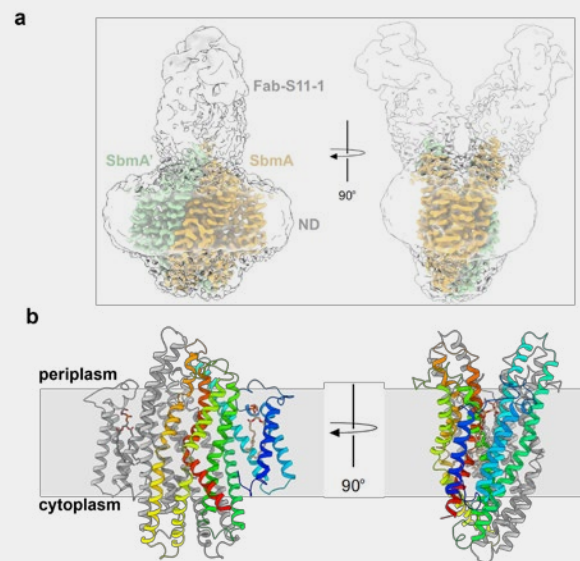


Figure 1. (a) EM map of the SbmA-FabS11-1-ND complex. The two maps contoured at different levels are overlaid to represent both high-resolution (SbmA) and low-resolution (nanodisc and antibody fragment, Fab S-11) parts; (b) Cartoon representation of the SbmA structure. SbmA is a homodimer consisting of two 2-helix TM0 domains and a core 12-helix TM domain homologous to ABC transporters.

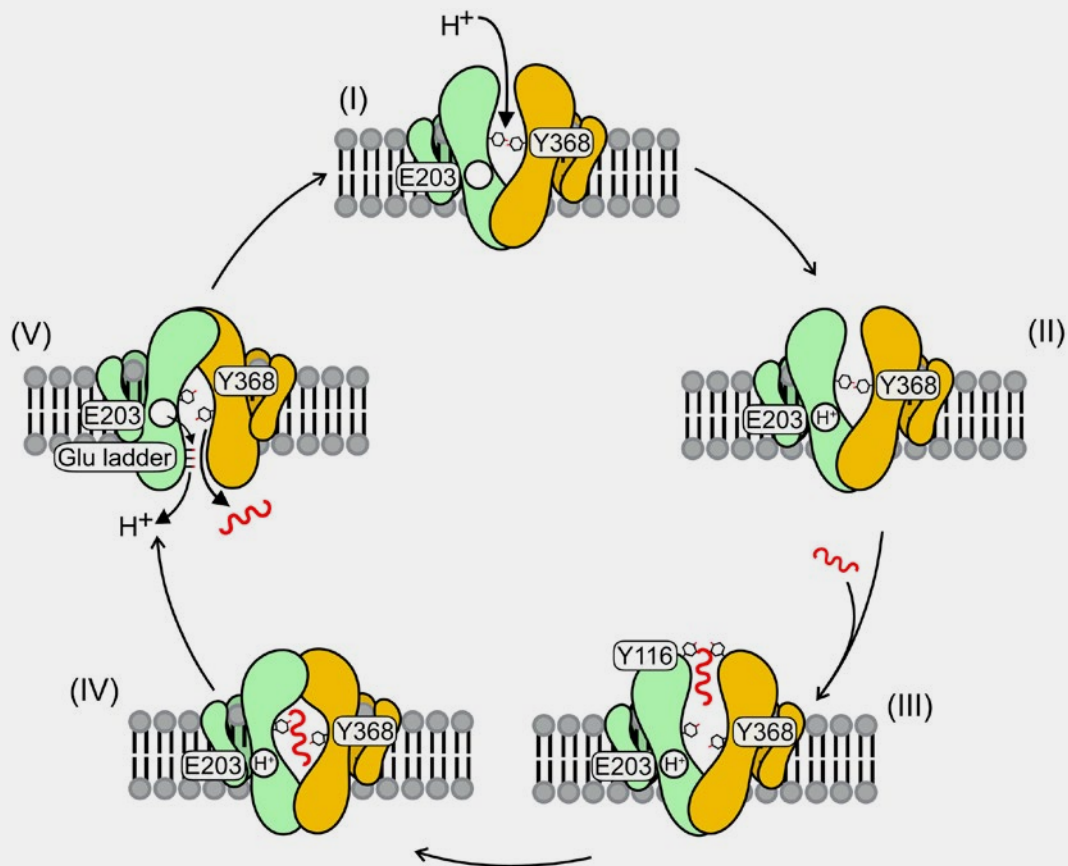


Figure 2. Molecular mechanism of SIIPT transporters. (I) The proton is free to bind when the transporter is in the outward-open state, but the proton transport is precluded. Glu203 is a glutamate residue essential for transport and is marked as a potential first proton-binding site (II). (III) The binding of the substrate peptide triggers conformational changes, resulting in a transient or stable occluded state (IV). (V) Structural rearrangements result in an inward-open conformation and a subsequent release of the proton into the cytoplasm, using the glutamate ladder, leading to the dissociation of the peptide; the transporter resets in its outward-open conformation. Only one copy of the glutamate ladder and Glu203 is shown for clarity.

alongside the peptide capture induces an intermediate 'closed' state. Finally, the proton is transported down following the 'Glu ladder' and is released to the cytoplasm together with a cargo peptide.

As SLiPTs serve universal entry points for antimicrobial peptides, we believe they can be used in the future for targeted antibacterial therapy, helping to alleviate the global problem of antimicrobial drug resistance.

Written by Dr. Dmitry Ghilarov

→ Structural basis of transposon end recognition explains central features of Tn7 transposition systems

Authors: Z. Kaczmarek, M. Czarnocki-Cieciura, K. M. Górecka-Minakowska, R. J. Wingo, J. Jackiewicz, W. Zajko, J. T. Poznański, M. Rawski, T. Grant, J. E. Peters and M. Nowotny
Molecular Cell 82, 2533 (2022); DOI: 10.1016/j.molcel.2022.05.005

Transposases are proteins crucial for the mobility of transposons, i.e. genetic elements that can move within genomes. In prokaryotes, this process can lead to the horizontal transfer of virulence genes, contributing to the emergence of novel superbugs. We have solved a 2.7 Å cryo-EM structure of prototypic Tn7 transposase TnsB interacting with the transposon end DNA. Our structure shows that TnsB binds DNA with a sequence preference rather than a strict sequence specificity, and that the formation of an array of TnsB molecules converts this preference into a specific end recognition.

We used cryo-Electron Microscopy (cryo-EM) to analyse complexes of a prototypic *E. coli* Tn7 TnsB transposase with double-stranded DNA substrates. For one of the substrates, which comprised three binding sites corresponding to the right end of the transposon, we observed the formation of long filaments that we used to solve the cryo-EM structure of the TnsB-DNA complex (Figure 1.A, B).

In our structure, TnsB molecules interact with repeating binding sites in an intertwined fashion and adopt a beads-on-a-string architecture. The DNA-binding domains form only few base-specific contacts, leading to a DNA sequence preference rather than a strict sequence specificity. The formation of an array of TnsB molecules, regulated by the overlap of TnsB-binding sites at the right end of the Tn7 element, converts this preference into a specific end recognition. We propose a model of a strand-transfer complex in which the terminal TnsB molecule is rearranged so that its catalytic domain is in a position conducive to the transposition (Figure 1.C).

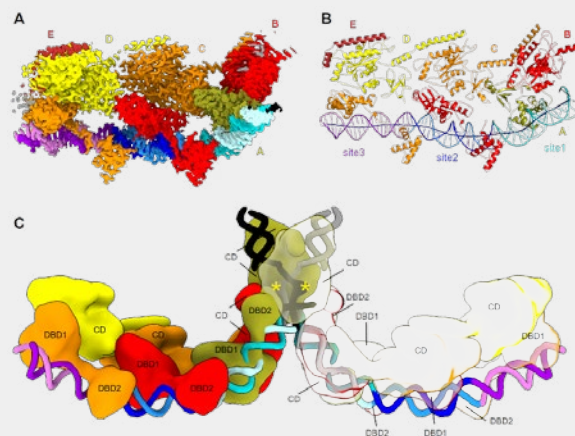


Figure 1. The structure of the TnsB-DNA complex. (A) Cryo-EM reconstruction of TnsB in a complex with the transposon end DNA. (B) The atomic model of TnsB bound to DNA. (C) The model of TnsB strand-transfer complex.

A number of the recently described transposons from the wide Tn7 family contain element-encoded CRISPR-Cas systems mediating RNA-guided transposition. They provide some of the most promising systems for next-generation gene editing tools and all encode TnsB-like transposases. Our structural and biochemical analyses of Tn7 TnsB transposase and the proposed model of the TnsB strand-transfer complex provide a mechanistic understanding of how TnsB molecules can interpret subtle differences in the spacing of diverged binding sites and explain the central features of Tn7 transposition systems.

Written by Dr. Mariusz Czarnocki-Cieciura

→ Functional divergence of the two Elongator subcomplexes during neurodevelopment

Authors: M. Gaik, M. Kojic, M. R. Stegeman, T. Oncu-Oner, A. Koscielniak, A. Jones, A. Mohamed, P. Y. S. Chau, S. Sharmin, A. Chramiec-Glabik, P. Indyka, A. Biela, D. Dobosz, A. Millar, V. Chau, A. Unalp, M. Piper, M. C. Bellingham, E. E. Eichler, D. A. Nickerson, H. Guleryuz, N. E. Abbassi, K. Jazgar, M. J. Davis, S. Mercimek-Andrews, S. Cingoz, B. J. Wainwright and S. Glatt
EMBO Molecular Medicine 14, e15608 (2022); DOI: 10.15252/emmm.202115608

The Elongator complex plays a crucial role in neurodevelopment. Patient-derived amino acid substitutions in the accessory Elp456 subcomplex were shown to affect other types of neurons than the previously known mutations in the catalytic core of the complex. Researchers from the Małopolska Centre of Biotechnology, together with international colleagues, have found a link between the defects in the cellular protein production machinery and neurodevelopmental disorders (NDDs), characterized by an inability to reach cognitive and motor milestones. The cryo-EM structures of human and murine Elp456 subcomplexes have been determined allowing the mutated residues to be located.

Scientists showed how genetic mutations in patients affect the Elongator activity and lead to severe clinical symptoms. It is the first clinical evidence for missense mutations in the Elongator accessory subcomplex ELP456 to cause neurodevelopmental disorders. Identification of pathogenic variants in patients with a severe clinical presentation of NDDs allowed to model the patient-derived mutations in mice and revealed neuron-specific consequences of the found genetic mutations.

'We report patient-derived substitutions in the accessory ELP456 subcomplex that affect the types of neurons that are different from the previously known mutations found in the catalytic core of the complex', explains dr hab. Sebastian Glatt, the senior author and the head of the Max Planck Research Group. This provides a novel concept in the field that a depletion of specific tRNA modifications in patient cells may induce specific changes in the cellular proteomes.

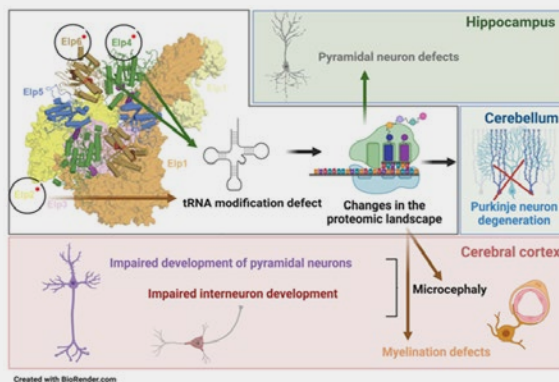


Figure 1. Graphical abstract: The Elongator complex plays a crucial role in neurodevelopment. Patient-derived amino acid substitutions in the accessory Elp456 subcomplex were shown to affect other types of neurons than the previously known mutations in the catalytic core of the complex. Source: EMBO Molecular Medicine – <https://doi.org/10.15252/emmm.202115608>

With the help of the Structural Biology Core Facility at MCB and modern cryo-electron microscopes at SOLARIS National cryo-EM facility, the group also visualized the macromolecular particles at high resolution and obtained atomic models of the human and murine ELP456 subcomplexes. This facilitated the research and allowed to precisely localize the position of patient-derived amino acid substitutions in the proteins. *'Interestingly, our findings highlight that the Elongator assembly was not impeded by the mutations, while its binding affinity for specific tRNAs and its biochemical activity were strongly reduced',* says dr Monika Gaik, a postdoctoral researcher and the first author of the paper.

Written by Dr. Monika Gaik

Linia badawcza w budowie – CIRI

*dr inż. Karolina Kosowska,
dr hab. Tomasz Wróbel*

Linia podczerwieni CIRI (Chemical Infrared Imaging) to pierwsza tego typu linia synchrotronowa w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. Środki na jej budowę zostały przyznane w 2019 roku, a otwarcie zostało zaplanowane na rok 2023. CIRI będzie działać w zupełnie innym zakresie energetycznym fotonów – wyekstrahowanych z magnesu zakrzywiającego – niż pozostałe linie. W związku z powyższym większość czasu potrzebnego na budowę linii, została przeznaczona na precyzyjne prace projektowe. Począwszy od nowej komory dipolowej z pierwszym lustrem (Vk1M1), poprzez układ kolejnych pięciu lusterek M2-M6 znajdujących się w wysokiej próżni, aż po układ lusterek doprowadzających wiązkę promieniowania do trzech stacji końcowych. Wszystkie te elementy musiały być wytworzone specjalnie na potrzeby linii CIRI. Część układu M2-M6 została zaprojektowana przez pracowników SOLARIS we współpracy z profesorem Paulem Dumas z synchrotronu SOLEIL, z użyciem innowacyjnych rozwiązań układów pozycjonowania lusterek. Ze względu na konieczność dokładnej kontroli temperatury, wilgotności oraz ograniczenia drgań mechanicznych, w obszarze stacji końcowych powstało dedykowane laboratorium pozwalające utrzymać wspomniane wyżej wymagania na najwyższym poziomie.

Mikrospektroskopia IR znajduje zastosowanie w bardzo szerokim spektrum dziedzin nauki, zaczynając od obrazowania biomedycznego, analizy składu materiałów polimerowych i nieorganicznych czy badań nad materiałami dwuwymiarowymi, a kończąc na dziełach sztuki czy analizy materiałów dowodowych na potrzeby procesów karnych. Linia CIRI ma umożliwić obrazowanie spektroskopowe na najwyższym

CIRI – beamline under construction

*Dr. Eng. Karolina Kosowska,
Dr. Tomasz Wróbel*

CIRI (Chemical Infrared Imaging) is the first infrared synchrotron beamline in Poland and Central and Eastern Europe. Funds for its construction were allocated in 2019, and the opening for users is scheduled for 2023. CIRI will operate using a completely different energy range of photons extracted from the bending magnet than other beamlines, which is why most of the construction time of the beamline was devoted to its precise design. Starting from the new dipole chamber with the first mirror (Vk1M1), through the system of the next five M2-M6 mirrors in high vacuum to the system of mirrors delivering the infrared beam to the three end stations, all these elements had to be created specifically for the CIRI beamline. Part of the M2-M6 system was designed by SOLARIS employees in cooperation with Professor Paul Dumas using innovative solutions for mirror motorization.

Due to the need for a precise control of temperature, humidity, and minimizing mechanical vibrations, a special laboratory was prepared in the area of end stations.

IR microspectroscopy is a powerful tool used in a very wide spectrum of scientific fields and beyond, from biomedical imaging, analysis of the chemical composition of polymeric and inorganic materials or research on two-dimensional materials to works of arts or crime evidence. The CIRI beamline aims to allow for chemical imaging with the highest quality and with the best spatial resolution.

Three end stations are currently under preparation for users, and a fourth one, a development station, is also planned. The first one is a classical

poziomie jakości, z najlepszą rozdzielczością przestrzenną.

Na linii CIRI obecnie powstają trzy stacje końcowe, w planach znajduje się również czwarta o charakterze rozwojowym. Pierwsza z nich to klasyczny mikroskop FT-IR. Zakres jego rozdzielczości przestrzennej sięga od centymetrów do mikrometrów. Kolejne dwie stacje końcowe wykorzystują techniki pomiarowe, które pozwalają na uzyskanie rozdzielczości poniżej limitu dyfrakcji światła podczerwonego. Dla mikroskopu O-PTIR zakres ten wynosi od centymetrów do 400 nanometrów, a dla mikroskopu s-SNOM/AFM-IR od mikrometrów do nanometrów.

Maksymalna rozdzielczość spektralna mikroskopu FT-IR zależy do detektora, dla MCT (detektor rtęcio-wo-kadmowo-tellurkowy) jest to 0.5 cm^{-1} , a dla detektora ogniskowej matrycy FPA (ang. Focal Plane Array) 2 cm^{-1} . W przypadku mikroskopu s-SNOM/AFM-IR jest to 4 cm^{-1} , a O-PTIR 1 cm^{-1} .

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 komplementarne techniki badawcze.

Mikroskopia FT-IR umożliwia mapowanie oraz obrazowanie próbek dzięki dostępności detektora MCT oraz macierzy detektorów FPA. Pomiaru 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 o absorpcji promieniowania IR, współczynniku odbicia oraz morfologii próbki. Sygnałem mierzonym jest światło rozporoszone pod igłą AFM. Substrat musi

FT-IR microscope with a spatial resolution range from centimetres to micrometres. The next two end stations use the measurement techniques that break the limit and open a window for imaging with nanoscale resolution below the diffraction limit of infrared light. For the O-PTIR microscope, this range is between micrometres to 400 nanometres; for the s-SNOM/AFM-IR, from micrometres to nanometres.

The maximal spectral resolution of the FT-IR microscope depends on the detector type. For MCT (mercury cadmium telluride), it is 0.5 cm^{-1} and for FPA (Focal Plane Array), it is 2 cm^{-1} . Next, for s-SNOM, the maximal resolution is 4 cm^{-1} , and for O-PTIR, it is 1 cm^{-1} .

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

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

The s-SNOM/AFM-IR microscope connects the classical atomic force microscopy with the IR spectroscopy. The first measurement mode is a near-field microscopy – s-SNOM. It provides information on the IR absorption, reflectance, and morphology of the sample. The measured signal is the light scattered under the AFM tip. The substrate must reflect the light (usually gold or silicon). The second one, AFM-IR, is based on the photothermal expansion phenomenon. The full IR spectrum is measured with a nanometric spatial resolution. The expansion of the sample under the AFM tip changes the deflection

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 zbierane być sygnały IR oraz ramanowski. Próbkę nie potrzebuje się szczególnie przygotowania. Możliwe są również unikalne pomiary w ciekłym medium np. komórek.

amplitude of the cantilever, which is measured by a laser.

The physical basis of O-PTIR microscopy is similar to AFM-IR. The measured signal is a photothermal expansion of the sample. In this microscope type, the green laser acts as a probe. The expansion of the sample 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. A special preparation of a sample is not 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 $\Delta E/E$	Station number 1: <ul style="list-style-type: none"> • 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)
Polarization	linear, circular
IR microscope with FPA and MCT detectors end station	available
sSNOM and AFM-IR end station	available
O-PTIR end station	not available

BEAMLINE USERS

Number of users (2021–2022)	5 experiments, 19 users, 416 hours
Fields of science represented by users	Chemistry, life sciences and biotechnology, earth sciences and environment.

Tabela 7. Tabela prezentująca parametry techniczne linii CIRI oraz dane użytkowników.

Table 7. CIRI beamline Users and technical parameters.

Przykłady zastosowania linii CIRI CIRI beamline applications examples

CIRI

→ Infrared microspectroscopy: novel techniques for mapping molecular orientation and nanoscale characterization

Infrared microspectroscopy is widely used in various fields of science as a tool for the characterization of organic and inorganic materials by obtaining vibrational information about the molecules. Classic FT-IR microscopy provides qualitative and quantitative information about the molecular structure of the material, but its spatial resolution is defined by the diffraction limit of a few micrometres. New techniques, i.e. O-PTIR microscopy and s-SNOM near-field microscopy, broke the limit and opened a window for imaging with nanoscale resolution. We present the latest scientific papers exploring the potential of infrared microscopy. IR microscopy has been developed for years and the range of information that can be obtained is still expanding. One of the recent improvements developed in SOLARIS is the use of linearly polarized light that allowed to obtain not only chemical but also structural information about the sample. The crystalline form of polycaprolactone (so-called spherulite) was measured using three types of microscopes: classical FT-IR, O-PTIR and Raman with four angles of polarization. A simultaneous mathematical analysis of two non-parallel dipole moments enabled the visualization of the orientation of macromolecules in three-dimensional space for the first time in the world. The research was published in the prestigious 'Journal of the American Chemical Society' in 2022.

The submicron spatial resolution of O-PTIR allowed the exposure of the hierarchical structure of a single spherulite and studies of macromolecule organization at many levels.

Other examples of the applications of the modalities available at the CIRI beamline include cultural heritage and biomedical studies. In 2022, Marchetti et al. showed the potential of the optical photothermal

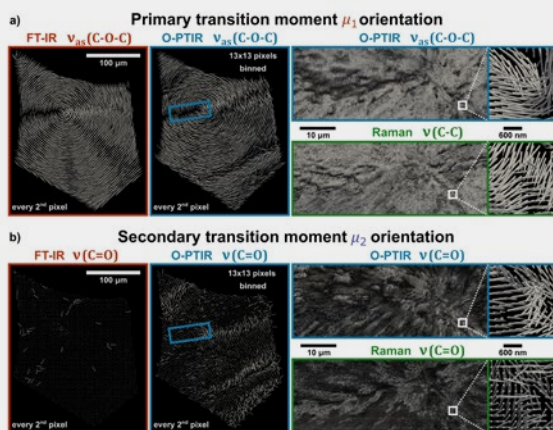


Figure 1. Visualization of the primary, parallel to the polymer chain (a) and secondary, perpendicular (b) transition moment orientation calculated for FT-IR, O-PTIR and Raman.

infrared (O-PTIR) microscopy as a powerful tool for non-destructive characterization of corrosion of 16th-century brass and glass decorative elements. The article was published in 'Science Advances'. Feritas et al. in their work published in the journal 'Cells' used s-SNOM with a synchrotron light source for imaging proteins in a single neuron with a nanometric spatial resolution. The aggregation of amyloid- β has been linked to the development of Alzheimer's and other neurodegenerative diseases.

Written by Dr. Tomasz P. Wróbel, Dr. Karolina Kosowska

Links to the publications:

1. P. Koziol, K. Kosowska, D. Liberda, F. Borondics, and T. P. Wrobel, Super-Resolved 3D Mapping of Molecular Orientation Using Vibrational Techniques, *J Am Chem Soc* 144, 14278 (2022).
2. A. Marchetti, V. Beltran, G. Nuyts, F. Borondics, S. de Meyer, M. van Bos, J. Jaroszewicz, E. Otten, M. Debulpaep, and K. de Wael, Novel Optical Photothermal Infrared (O-PTIR) Spectroscopy for the Non-invasive Characterization of Heritage Glass-Metal Objects, *Sci Adv* 8, eab6769 (2022).
3. R. O. Freitas et al., Nano-Infrared Imaging of Primary Neurons, *Cells* 10, (2021).

Linia badawcza w budowie – POLYX

*dr Katarzyna Sowa,
prof. dr hab. Paweł Korecki*

Linia badawcza POLYX będzie przeznaczona do mikroobrazowania i mikrospektroskopii w zakresie twardego promieniowania rentgenowskiego (5 keV – 15 keV). Nazwa linii wywodzi się od optyki polikapilarnej (wykorzystywanej do wydajnego ogniskowania promieniowania) oraz polichromatycznego promieniowania rentgenowskiego.

Podstawową techniką oferowaną przez POLYX będzie rentgenowska mikroskopia fluorescencyjna (μ XRF) umożliwiająca uzyskanie przestrzennej informacji o rozkładzie pierwiastkowym badanej próbki. Spektroskopia absorpcyjna (XAS) umożliwi badanie faz chemicznych występujących w próbkach oraz badania lokalnej struktury atomowej. Pomiary XAS będą wykonywane w tradycyjny sposób, tj. z użyciem skanów monochromatorem, jak i z użyciem dedykowanego stanowiska pomiarowego wykorzystującego analizator von Hamosa. Dodatkowo, linia będzie oferować radiografię i mikrotomografię rentgenowską (μ XCT) w wiązce równoległej, o rozdzielczości około 1-2 μ m, pozwalającą na trójwymiarowe obrazowanie struktury wewnętrznej małych lub słabo absorbujących obiektów (np. próbek biologicznych) na podstawie dwuwymiarowych projekcji obiektu.

Stanowisko badawcze linii POLYX będzie można w prosty sposób modyfikować, co pozwoli na szybkie jego przekształcenie w układ realizujący inne synchrotronowe metody pomiarowe, takie jak reflektometria czy dyfrakcja oraz na testowanie innowacyjnych metod i geometrii pomiarowych wykorzystujących twarde promieniowanie rentgenowskie, a także nowych rozwiązań dotyczących optyki rentgenowskiej i systemów detekcji.

POLYX – beamline under construction

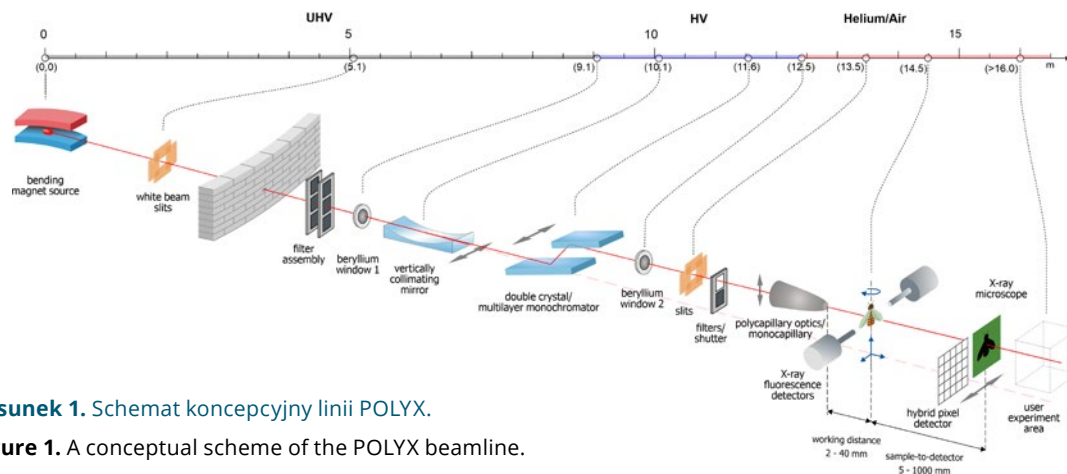
*Dr. Katarzyna Sowa,
Prof. Paweł Korecki*

The POLYX beamline will be dedicated to micro imaging and micro spectroscopy in hard X-ray range (5-15keV). The name POLYX originates from polycapillary optics, used for concentrating X-rays in efficient way, and polychromatic X-ray radiation.

The basic technique offered by the POLYX beamline will be an X-ray fluorescence microscopy (μ XRF). With this technique, one can obtain composition maps of a sample. With an X-ray absorption spectroscopy (XAS), one can study chemical phases present in samples, as well as the local atomic structure. XAS measurement will be performed in both a traditional manner (i.e. with monochromator energy scans) and using a setup dedicated to von Hamos geometry. In addition, radiography and microtomography (μ XCT) in a parallel beam geometry with a spatial resolution about 1-2 μ m will also be possible to perform at the beamline. These imaging methods give information about the internal structure of small or weak-absorbing objects (e.g. biological samples) based on 2D projections of the object.

The POLYX end station can easily be reconfigured; it can quickly be changed into a setup dedicated to other synchrotron techniques, such as reflectometry or diffraction. This feature will also allow to test innovative methods and geometries for a hard X-ray range, as well as new solutions for X-ray optics and detection systems.

The beamline is currently under construction. A contract with the Ministry of Science and Higher Education funding the construction of the beamline was signed on 1 July 2019. Initially, the concept of work was established and the beamline



Rysunek 1. Schemat koncepcyjny linii POLYX.

Figure 1. A conceptual scheme of the POLYX beamline.

Linia POLYX jest obecnie w fazie konstrukcji. Umowa z Ministerstwem Nauki i Szkolnictwa Wyższego finansująca konstrukcję linii POLYX została podpisana 1 lipca 2019 roku. W pierwszym okresie realizacji ustalono koncepcję pracy oraz wykonano projekt linii badawczej wraz z infrastrukturą. Schemat koncepcyjny linii POLYX jest przedstawiony na Rysunku 1.

W latach 2020–2021 rozpisano i rozstrzygnięto przetargi na kluczowe elementy linii badawczej, tj. front-end oraz hybrydowy monochromator DMM/DCM składający się z podwójnego monochromatora krystalicznego (DCM) oraz podwójnego monochromatora wielowarstwowego (DMM). Każdy z modułów monochromatora zapewnia inne właściwości wiązki rentgenowskiej: w zakresie energetycznym 4-15 keV monochromator DMM zapewni dużą intensywność promieniowania, natomiast monochromator DCM pozwala na uzyskanie lepszej, o czynnik 100, zdolności rozdzielczej. Front-end został zainstalowany w 2021 roku, a dostawa monochromatora nastąpiła w pierwszych tygodniach 2023r.

W 2021 roku zakupiono i wybudowano znaczną część infrastruktury, m.in. klatkę ołowianą, infrastrukturę sieci LAN, sieć elektryczna, systemy zabezpieczenia personelu (PSS) i aparatury (MPS). Równocześnie zakupiono większość elementów stanowiska badawczego. Testy aparatury zostały wykonane z użyciem lamp rentgenowskich w Laboratorium Optyki

design including the infrastructure was carried out. A conceptual scheme of POLYX is presented in Figure 1.

In 2022–2021 tenders for key elements of the beamline, including front-end and monochromator, were launched and awarded. At PolyX, a hybrid DMM/DCM monochromator will be available. This device consists of a double crystal monochromator (DCM) and a double multilayer monochromator (DMM). Each of modules produces different properties of outgoing beam: in 4-15 keV range, DMM will produce a very intense beam, whereas DCM provide a factor of 100 better energy resolution. Front-end was installed in 2021. The monochromator was delivered to Solaris in January 2023.

In 2021, we purchased and built a major part of the infrastructure: lead hutch, LAN and electric infrastructure, as well as personal and machine safety systems (PSS, MPS). At the same time, we purchased the majority of end station elements. Testing of these elements was conducted with X-ray tubes in X-ray Optics Laboratory of Synchrotron Radiation Department, Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science at the Jagiellonian University.

In June 2022, radiological tests of the lead hutch were successfully performed. The tests were operated with a white beam directly from the bending magnet and a temporary diamond CVD window. In

Rentgenowskiej Zakładu Promieniowania Synchrotronowego WFAIS UJ.

W czerwcu 2022 pomyślnie przeprowadzono testy radiologiczne klatki ołowianej z białą wiązką oraz tymczasowym oknem z diamentu CVD. W okresie lipiec – sierpień 2022 intensywnie pracowano nad konstrukcją uproszczonego układu eksperymentalnego, przeznaczonego do pierwszych testów sprzętu oraz technik badawczych z wiązką synchrotronową. We wrześniu 2022 wykonano pierwsze radiografie i skany tomograficzne, skany XRF oraz zmierzono widma XAS. Z powodu rozbudowy hali eksperymentalnej i planowanego dłuższego wyłączenia synchrotronu dalsza praca z wiązką na linii została wstrzymana do marca 2023.

Warto nadmienić, że linia POLYX powstaje w ścisłej współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Instytutu Fizyki Jądrowej PAN. Uruchomienie linii POLYX planowane jest na drugą połowę 2023 roku.

July-August 2022, the POLYX team intensively worked on the construction of a simplified experimental set-up for a first test of the equipment with synchrotron radiation. In September 2022, we obtained first radiographs, tomographic scans, XRF scans and XAS spectra. Due to the extension of the experimental hall and a planned longer shutdown of the synchrotron, further experiments with the beam have been suspended until March 2023.

It is worth mentioning that the POLYX beamline is developed in close cooperation with the scientists from the Jagiellonian University, the AGH University of Science and Technology and the Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences. The launch of the POLYX beamline is planned for the second half of 2023.

BEAMLINER TECHNICAL PARAMETERS

Source	bending magnet (critical energy ~2keV) $E_e=1.5$ GeV, $B=1.31$ T, $I_{max}=500$ mA, $\sigma_H=44$ μ m, $\sigma_V=30$ μ m
Angular acceptance	1.5 mrad horizontally
Sample position	~14.5 m from the source
Available energy range	4 – 15 keV
Operation modes	'white beam': 10^{12} ph/s/mm ² 'high flux' (DMM): 10^{11} ph/s/mm ² (@8 keV), BW 1-2% 'high resolution' (Si(111) DCM): 10^9 ph/s/mm ² (at 8 keV), BW 2×10^{-4}
Energy resolution $\Delta E/E$	DCM: 1.4×10^{-4} ; DMM: 1-2%
Beam size at sample (H \times V)	unfocused beam (max. beam size): 20 mm \times 4 mm, focused beam (min. focus size): for polycapillary optics: 8 μ m – 200 μ m for monocapillary: 2 μ m
Photon flux at sample	Max. flux in 10 μ m @ 8 keV: DMM 10^{11} ph/s; DCM 10^9 ph/s
Sample environment	air, helium, low vacuum (user setups)

Tabela 8. Tabela prezentująca parametry techniczne linii POLYX.

Table 8. POLYX beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii POLYX

POLYX beamline applications examples

POLYX beamline is a unique research infrastructure with a wide range of applications in the fields such as bio-medical and material sciences, physics, chemistry, earth and environmental sciences as well as cultural heritage. For a review of potential applications at X-ray microbeam and nanobeam beamlines see [1].

POLYX is currently in an advanced construction and commissioning phase. With already installed infrastructure and elements of the end-station, we obtained first experimental data using a direct 'white' (i.e., non-monochromatized) X-ray beam. The measured preliminary from data from Figure 3 can give an insight into capabilities and potential experiments which will be carried out at POLYX.

A first utilizable X-ray beam observed at POLYX in September 2022 is shown in Figure 3a. With this beam it was possible to obtain radiographs of an exemplary biological object (a wasp), as shown in Figure 3b. Weakly absorbing structures (e.g. hairs on wasp's eye) were imaged via X-ray phase contrast, thanks to a high spatial coherence of the X-ray beam at POLYX. In future, X-ray radiography and tomography at POLYX will enable e.g. monitoring of dynamic process in biological systems [2].

During beamline commissioning, the X-ray beam focused down to 10 μm permitted to obtain first X-ray fluorescence maps inside an investigated sample. In Figure 3c, a test metallic microstructure (the so called finder grid) was scanned across the beam and the map of elemental distribution of the elements could be visualized. Notably, a combination of a white X-ray

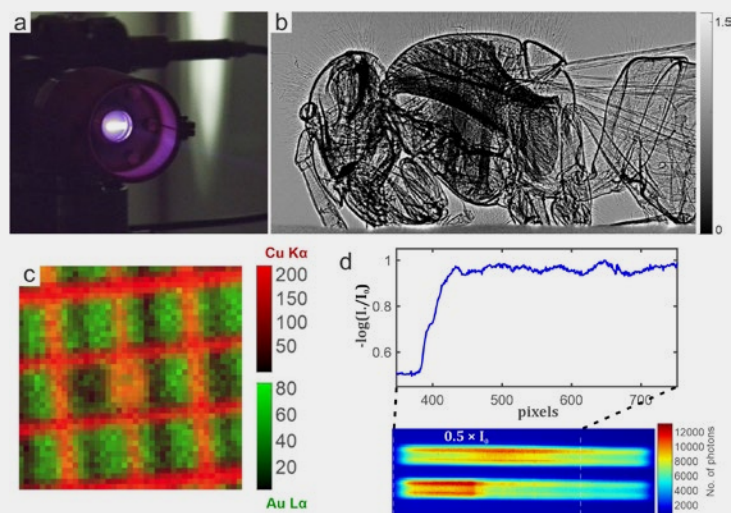


Figure 3. First experimental results from the POLYX beamline.

(a) A 'white' X-ray beam shining into the POLYX experimental hutch. (b) Phase-contrast X-ray image of a weakly absorbing biological object (a wasp). (c) Map of elemental distribution in a metallic microstructure obtained in a X-ray fluorescence scan. (d) First single exposure X-ray absorption spectrum from a thin iron foil.

beam and focusing optics permitted to obtain X-ray absorption spectra for a thin iron foil in very specific van Hamos geometry, in a single X-ray exposure. In future, combination of X-ray fluorescence and X-ray absorption signals will make it possible to characterize chemical phases and map complex samples [3].

Written by Dr. Katarzyna Sowa, Prof. Paweł Korecki

- [1] Mino L., et al., Materials characterization by synchrotron x-ray microprobes and nanoprobes, Review of Modern Physics 90, 025007 (2018)
- [2] Karunakaran et al., Factors influencing real time internal structural visualization and dynamic process monitoring in plants using synchrotron-based phase contrast X-ray imaging, Scientific Reports 5, 12119 (2015)
- [3] C. Marini, Combined micro X-ray absorption and fluorescence spectroscopy to map phases of complex systems: the case of sphalerite, Scientific Reports 9, 18857 (2019).

Linia badawcza w budowie – SOLCRYS

*prof. Maciej Kozak,
dr inż. Joanna Sławek*

Pomysł budowy synchrotronowej linii pomiarowej dedykowanej badaniom krystalograficznym białek i innych materiałów krystalicznych sięga początków budowy synchrotronu SOLARIS. Konstrukcja takiej linii wymaga rozbudowy hali eksperymetalnej SOLARIS, która jest obecnie realizowana. Starania o sfinansowanie projektu SOLCRYS zakończyły się sukcesem w 2018 r., gdy dzięki umowie pomiędzy Uniwersytetem Jagiellońskim a Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych w Dubnej (*Joint Institute for Nuclear Research – JINR*) część polskiej składki odprowadzanej do JINR miała zostać wykorzystana do sfinansowania budowy linii. Początkowo projekt SOLCRYS obejmował również montaż stacji końcowej przeznaczonej do badań rozpraszania promieniowania rentgenowskiego. Niestety agresja Rosji na Ukrainę spowodowała zerwanie tej współpracy i konieczne było zdefiniowanie nowej koncepcji linii SOLCRYS.

W obecnej formie, linia do krystalografii makromolekularnej SOLCRYS (MX) będzie wykorzystywać twarde promieniowanie rentgenowskie do badań struktury przestrzennej białek, kwasów nukleinowych, wielkocząsteczkowych kompleksów i małych cząsteczek. Podstawową techniką badawczą zastosowaną na tej linii ma być dyfrakcja rentgenowska.

Planowane możliwości badawcze stacji końcowej MX obejmują możliwość zmiany długości fali dla eksperymentów wykonywanych metodą dostrojonej dyfrakcji anomalnej (*Multiwavelength Anomalous Diffraction – MAD*) oraz tryb wysokiego strumienia fotonów

SOLCRYS – beamline under construction

*Prof. Maciej Kozak,
Dr. Eng. Joanna Sławek*

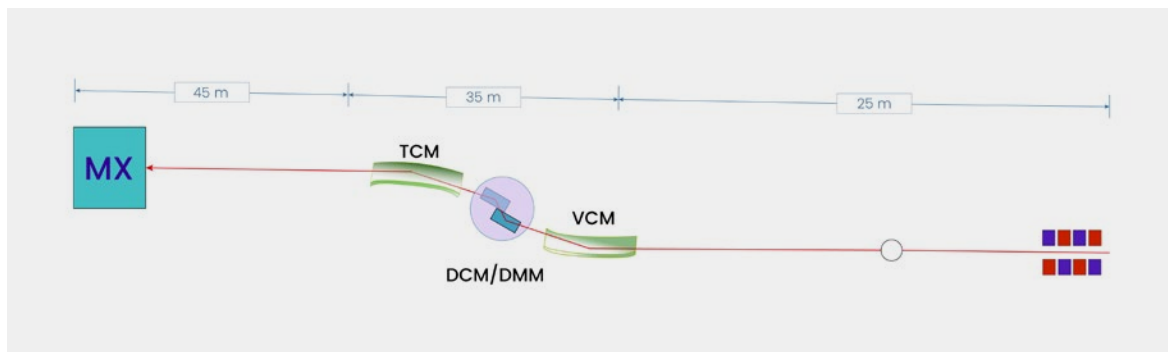
The idea of the construction of a synchrotron beamline dedicated to crystallographic studies of proteins and other crystalline materials dates back to the beginnings of the construction of the SOLARIS synchrotron. However, the construction of such a beamline requires the expansion of the SOLARIS NSRC experimental hall, which is currently realized. The efforts to finance the SOLCRYS project were successful in 2018, when thanks to the agreement between the Jagiellonian University and the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna (JINR), a part of the Polish contribution to JINR was to be used to finance the SOLCRYS project. Initially the SOLCRYS project also covered a construction of the end station dedicated to X-ray scattering studies. Unfortunately, Russia's aggression against Ukraine caused this cooperation to terminate and a new concept of the SOLCRYS beamline had to be defined.

In its present form, the SOLCRYS macromolecular crystallography (MX) beamline will use hard X-rays for studies of the spatial structure of proteins, nucleic acids, large molecular complexes and small molecules. X-ray diffraction will be the fundamental research technique implemented on this beamline. The planned research capabilities of the MX end station include a wavelength tunability for multi-wavelength anomalous diffraction (MAD) experiments and a high flux mode for a standard (routine) diffraction data collection for protein crystals.

do standardowego (rutynowego) zbierania danych dyfrakcyjnych dla kryształów białek.

Linia zostanie zainstalowana na sektorze 02ID w nowej hali eksperymentalnej Centrum. Źródłem promieniowania synchrotronowego dla tej linii będzie 3T MPW (*multipole wiggler*). Oczekiwane parametry techniczne i układ planowanej linii badawczej zestawiono poniżej.

The beamline will be installed on sector 02ID in the new experimental hall of SOLARIS NSRC. The source of the synchrotron radiation for this beamline will be 3T MPW (*multipole wiggler*). The expected technical parameters and the planned beamline layout are summarized below.



Rysunek 1. Schematyczne przedstawienie linii badawczej SOLCRYS. MX – stacja końcowa do badań krystalograficznych makromolekuł, TCM – toroidalne zwierciadło kolimujące, VCM – zwierciadło kolimujące w pionie, DCM/DMM – podwójny monochromator krystaliczny/wielowarstwowy.

Figure 1. A schematic representation of the SOLCRYS beamline design. MX – a macromolecular crystallographic end station, TCM – a toroidal collimating mirror, VCM – a vertically collimating mirror, DCM/DMM – a double crystal/double multilayer monochromator.

Stacja końcowa MX jest zaprojektowana aby przeprowadzać badania rentgenowskie białek, kwasów nukleinowych i małych cząsteczek. Oprócz rutynowych eksperymentów dyfrakcyjnych, linia ta zaoferuje przyszłym Użytkownikom różnorodne funkcje, w tym także seryjną krystalografię, tak aby móc personalizować eksperymenty i uzyskać wysokiej jakości dane XRD.

Stacja końcowa wyposażona będzie w modułowy dyfraktometr, pozwalający na łatwą zmianę środowiska próbki (przystawki niskotemperaturowe, komory wysokociśnieniowe, przystawka do pomiarów w atmosferze helu), dewar do przechowywania próbek i zrobotyzowany podajnik do próbek, a także detektor hybrydowy o dużej szybkości zliczania fotonów i rozdzielczości co najmniej 4 megapiksele.

The MX end station is designed for X-ray diffraction studies of proteins, nucleic acids and small molecules. In addition to routine diffraction experiments, this beamline will offer its future users a variety of functionalities, including serial crystallography, to personalize experiments and obtain high-quality XRD data.

The experimental station will be equipped with a modular diffractometer, allowing for an easy change of the sample environment (low temperature attachments, high pressure chambers, in helium atmosphere), a sample storage dewar and the robotic autosampler, as well as a hybrid photon counting detector with a high count-rate capability and a resolution of at least 4 megapixels.

Przewidujemy, że w obecnym kształcie linia badawcza SOLCRY5 będzie wykorzystywana zarówno do badań podstawowych i aplikacyjnych, takich jak:

- wyznaczanie struktur przestrzennych makrocząsteczek biologicznych (białek, wielkocząsteczkowych kompleksów białek ze związkami biologicznie czynnymi, kwasów nukleinowych i ich kompleksów, a nawet wirusów),
- badania struktur atomowych różnych materiałów krystalicznych,
- badania gęstości ładunku,
- seryjne badania krystalograficzne i eksperymenty przesiewowe fragmentów,
- wysokociśnieniowe badania struktur krystalicznych materiałów funkcjonalnych.

Przyszłe prace rozwojowe, zaplanowane po udośkonaleniu linii dla Użytkowników, obejmą również budowę zaawansowanej infrastruktury do przeprowadzania zdalnych eksperymentów przez Internet, tak aby osobista obecność Użytkownika w SOLARIS nie była wymagana.

We anticipate that in its current form the SOLCRY5 beamline will be used both for basic and applied research, such as:

- The determination of spatial structures of biological macromolecules (proteins, macromolecular complexes of proteins with biologically active compounds, nucleic acids and their complexes, and even viruses)
- The studies of atomic structures of various crystalline materials
- The charge density studies
- The serial crystallography studies and fragment screening experiments
- The high pressure studies of crystal structures of functional materials.

The future beamline development works, planned after the opening of the beamline for users in 2025, will also include the construction of an advanced infrastructure for remote measurements carried out by users via the Internet, without the need to personally participate in the on-site measurement at SOLARIS NSRC.

BEAMLINE TECHNICAL PARAMETERS

Source	3-pole wiggler, $B_0=3T$
Available energy range	4-16 keV
Energy resolution $\Delta E/E$	
Double crystal monochromator (DCM)	1×10^{-4}
Double multilayer monochromator (DMM)	1×10^{-2}
Beam size at sample (H × V)	$260 \times 80 \mu m$
Photon flux at sample	$\sim 10^{12}$ ph/s
End station	Macromolecular crystallography (MX)
Fields of applications for prospective users	Structural biology Pharmaceutical sciences (drug design, fragment screening) Chemistry of materials Solid state physics

Tabela 9. Tabela prezentująca parametry techniczne linii SOLCRY5.

Table 9. SOLCRY5 beamline technical parameters.

Przykłady zastosowania linii SOLCRYS

SOLCRYS beamline applications examples

SOLCRYS

The SOLCRYS beamline at SOLARIS NSRC will offer routine studies of the protein structure using the diffraction of synchrotron radiation. Currently, the progress in the field of structural biology is based on the coexistence of 3 main research techniques, namely: macromolecular crystallography, cryo-Electron Microscopy of single molecules and nuclear magnetic resonance spectroscopy. However, macromolecular crystallography is still the main method of determining the spatial structure of proteins and their complexes. Synchrotron beamlines dedicated to protein crystallography are located in almost all synchrotrons in the world. Structural research is carried out on them using serial crystallography techniques or screening of protein complexes with compounds of potential medical importance. Despite the intensive

development of cryo-Electron Microscopy, the study of the structure of protein complexes with nucleic acids or other proteins is still at the centre of protein crystallography applications. The structures of macromolecular complexes provide information not only about the molecular architecture but also about interactions between macromolecules.

An example of studies of macromolecular complexes carried out using synchrotron radiation diffraction is the structure of the mitochondrial RNA degradosome complex from *Candidia glabrata*, consisting of 2 subunits – nuclease and helicase [1]. These enzymes play a key role in the processing and degradation of RNA. Diffraction experiments were carried out at the European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble, France) on the ID23-2 beamline.

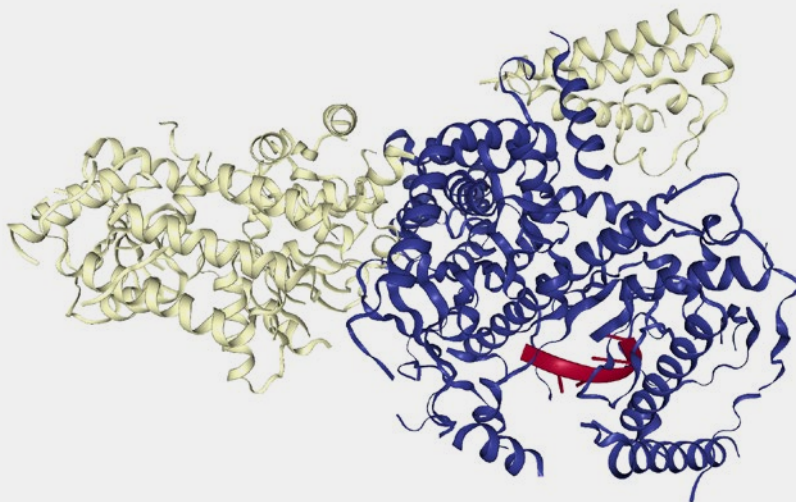


Figure 1. The spatial structure of yeast mitochondrial RNA degradosome complex mtEXO (PDB ID: 6F4A). The mtEXO complex is composed of a nuclease (yellow) and a helicase (blue) with a short RNA fragment (red).

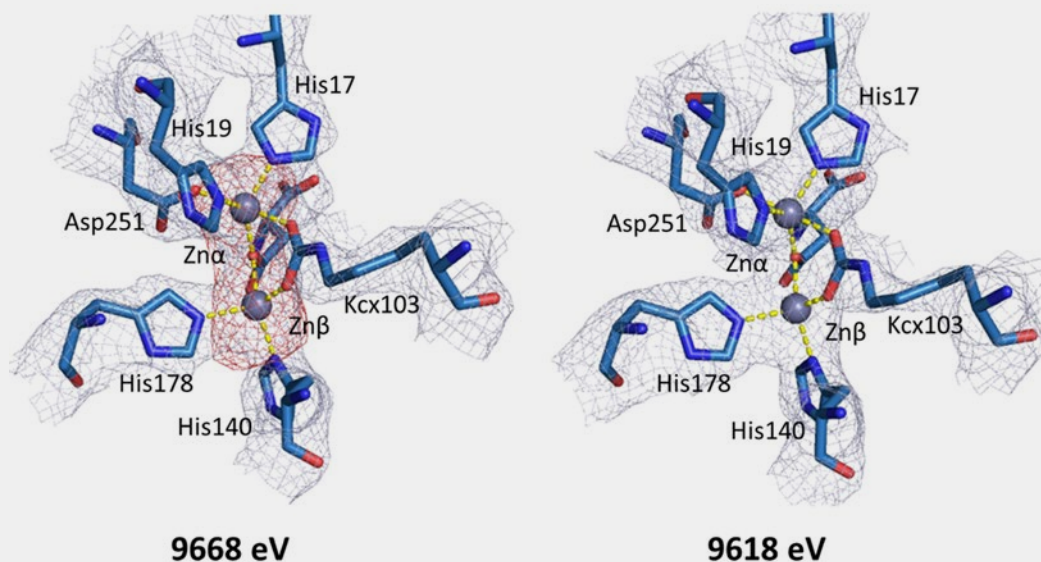


Figure 2. A comparison between electron density maps in active site regions of *YpDHO* (PDB ID: 6CTY) calculated for datasets collected at the energies above (9668 eV) and below the zinc absorption edge (9618 eV). Below the zinc absorption edge, the anomalous density map peak (red) corresponding to the position of the zinc metal completely disappears [2].

Macromolecular crystallography is often used to characterize the enzymes and their structural homologs. In combination with bioinformatics and other experimental techniques, it is possible to follow the evolution of the proteins in different organisms. Example of such study performed on the SBC-CAT 19-ID and LS-CAT 21-ID-F beamlines at the Advanced Photon Source (Argonne, USA) presents the crystal structures of two dihydroorotases from *Yersinia pestis* and *Vibrio cholerae* [2]. Dihydroorotases are enzymes of *de novo* pyrimidine biosynthesis pathway that play a key role

in the bacterial proliferation. Due to the beamline tunability, it was possible to characterize the metal bound in the active site of the protein (Figure 2).

Written by Prof. Maciej Kozak, Dr. Eng. Joanna Sławek

- [1] M. Razew et al., *Structural Analysis of MtEXO Mitochondrial RNA Degradosome Reveals Tight Coupling of Nuclease and Helicase Components*, *Nat Commun* 9, 97 (2018).
- [2] J. Lipowska, C. D. Mijs, K. Kwon, L. Shuvalova, H. Zheng, K. Lewiński, D. R. Cooper, I. G. Shabalina, and W. Minor, *Pyrimidine Biosynthesis in Pathogens – Structures and Analysis of Dihydroorotases from Yersinia Pestis and Vibrio Cholerae*, *Int J Biol Macromol* 136, 1176 (2019).

2

CZĘŚĆ
PART





**SOLARIS jako centrum
nauki i edukacji**

**SOLARIS as a centre of
science and education**



Użytkownicy, nabory wniosków i publikacje

mgr Alicja Górkiewicz

W ciągu minionych dwóch lat Centrum SOLARIS przeprowadziło kolejne cztery nabory wniosków o przyznanie czasu badawczego. W jesieni 2022 roku mieliśmy przyjemność zaprosić Użytkowników do aplikowania już po raz dziesiąty.

System organizacji naborów pozostaje bez zmian. W każdym roku czas badawczy podzielony jest na dwa sześciomiesięczne okresy:

- eksperymenty z naboru wiosennego (termin składania wniosków: do 1 kwietnia danego roku) przeprowadzane są od września tego samego roku do lutego następnego roku;
- eksperymenty z naboru jesiennego (termin składania wniosków: do 1 października) przeprowadzane są od marca do sierpnia następnego roku.

O dostęp do infrastruktury SOLARIS można wnioskować nie tylko w naborach organizowanych przez Centrum, ale także poprzez międzynarodowe konsorcjum CERIC-ERIC. Wnioski w naborach SOLARIS można składać poprzez autorską aplikację Digital User Office (DUO): <https://duo.synchrotron.pl>. Natomiast proces aplikacji w naborach organizowanych przez CERIC-ERIC prowadzony jest przez platformę włoskiego synchrotronu Elettra – Virtual User Office (VUO): <https://vuo.elettra.trieste.it>. Oba nabory organizowane są w podobnych terminach.

Użytkownicy mogą tworzyć swoje wnioski w aplikacji DUO oraz VUO w dowolnym czasie, ale tylko dwa razy w roku (marzec i wrzesień) mają możliwość przesłania ich do Centrum SOLARIS. Prowadzone przez nas statystyki wskazują, że aż 92% wniosków

Users, call for proposals and publications

MA Alicja Górkiewicz

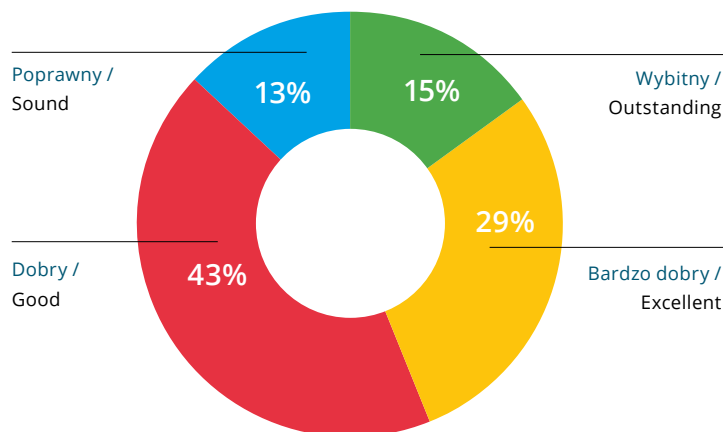
During the last two years, SOLARIS Centre organised four calls for proposals for beamtime. In Autumn 2022, we were pleased to open the 10th call for User's applications. The procedure of application has not been changed: each year the beamtime in SOLARIS Centre is divided into two six-months periods:

- Experiments accepted during the spring call (the deadline for submitting proposals is 1st of April) are performed from September of the same year to February of the following year.
- Experiments accepted during the autumn call (the deadline for submitting proposals is 1st of October) are performed from March to August of the next year.

Access to the SOLARIS infrastructure can be acquired by submitting a proposal during the calls organised by the Centre itself or by the international CERIC-ERIC consortium. The proposals answering the SOLARIS calls can be submitted through a proprietary web application: Digital User Office (DUO) – <https://duo.synchrotron.pl>. The Virtual User Office (VUO), <https://vuo.elettra.trieste.it>, maintained by the Italian synchrotron Elettra, can be used for the CERIC-ERIC calls. Both types of calls are opened at a similar time. Users can create drafts of their proposals at any time; however, there are only two months per year, March and September, when they can submit the applications. According to our statistics, 92% proposals are usually submitted during the last week of the call, and 48% of them – at the last day.

Rysunek 1. Wykres przedstawiający zestawienie ocen wniosków w latach 2021–2022.

Figure 1. A graph presenting a summary of the application evaluations in 2021–2022.



przesyłanych jest w ostatnim tygodniu naboru, a 48% z nich – w ostatnim dniu.

Główne kryteria merytorycznej oceny wniosków to:

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

Niezależna międzynarodowa komisja, powołana przez Dyrektora Centrum SOLARIS, określa jakość wniosku (wybitny, bardzo dobry, dobry, poprawny oraz odrzucony). Rysunek 1. przedstawia rozkład ocen dla wniosków z ostatnich 4 naborów. Zdecydowana większość wniosków jest oceniona bardzo dobrze i warto podkreślić, że dotychczas ani jeden ze złożonych wniosków nie otrzymał statusu „odrzucony”. Jedynym powodem, dla którego nie wszystkie proponowane eksperymenty mogą być zrealizowane są ograniczenia czasowe. SOLARIS jest jednostką otwartą dla Użytkowników 7 dni w tygodniu, 24 godziny na dobę, jednak zapotrzebowanie na czas badawczy niemal dwukrotnie przekracza możliwości Centrum.

Substantive evaluation criteria are as follows:

- The level of innovation in the planned research
- Precise scientific hypotheses
- A clearly defined methodology and anticipated research results
- Convincing grounds for the use of synchrotron radiation
- The applicants' scientific achievements
- A timely presentation of reports on earlier measurements performed at SOLARIS.

The International Review Panel appointed by the Director of SOLARIS Centre determines the scientific value of proposals (outstanding, excellent, good, sound and rejected). Figure 1. presents the distribution of grades for applications from the last 4 calls for proposals. The vast majority of applications received a very good rating. It is worth noting that so far none of the submitted applications have received the 'rejected' status. The only reason why not all of the proposed experiments can be carried out is due to time constraints. SOLARIS is open to users 7 days a week, 24 hours a day; however, the demand for research time exceeds the capacity of the Centre almost twice.

Based on Table 1. it is possible to summarize the calls for proposals carried out in the last two years.

Na podstawie danych zawartych w tabeli nr 1, możliwe jest podsumowanie naborów zrealizowanych w ostatnich dwóch latach. Obserwowane zróżnicowanie pomiędzy liczbą wniosków złożonych i zaakceptowanych wynika przede wszystkim z czasu, w którym dany instrument został oddany do badań użytkowników (np. PIRX w roku 2018 vs. PHELIX 2021).

Dzięki wprowadzonej w 2020 roku możliwości aplikowania do SOLARIS na ścieżce tzw. „szybkiego dostępu”, Centrum stało się jeszcze bardziej otwarte na współpracę z naukowcami, którzy dopiero rozpoczynają swoją przygodę z promieniowaniem synchrotronowym. Procedura daje sposobność m.in. dostępu do infrastruktury w celu przeprowadzenia pomiarów testowych, dzięki czemu realne jest zweryfikowanie, czy projekt badawczy jest możliwy do realizacji, co pozwala na poprawę jakości wniosków.

W latach 2021–2022 otrzymaliśmy aż 37 takich aplikacji, w tym 5 dotyczyło konsultacji w sprawie eksperymentów na linii CIRI, która zostanie udostępniona Użytkownikom w 2023 roku.

The observed difference between the number of the submitted and the approved applications results primarily from the time in which a given instrument was submitted for user testing (e.g. PIRX in 2018 vs. PHELIX 2021).

Thanks to the possibility of applying to SOLARIS in the procedure called ‘Rapid access’, the Centre has become even more open to a cooperation with scientists who are just starting their adventure with synchrotron radiation. The procedure gives the opportunity to access the infrastructure in order to carry out test measurements, thanks to which it is possible to verify whether a research project is feasible, which allows for improving the quality of applications. In 2021–2022, we received 37 applications of this type, including 5 that were related to consultations on experiments on the CIRI beamline, which will be made available to users in 2023.

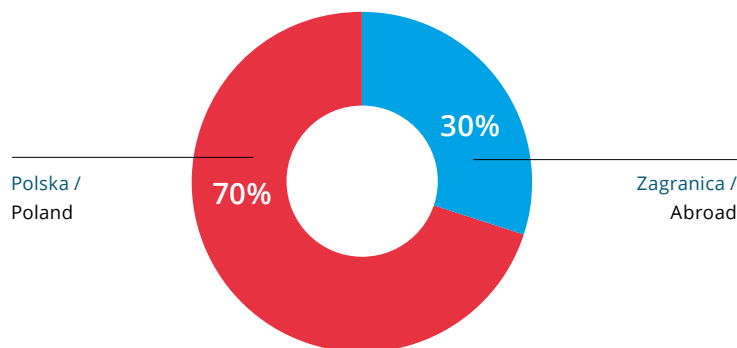
	WNIOSKI ZŁOŻONE / SUBMITTED PROPOSALS	WNIOSKI ZAAKCEPTOWANE / ACCEPTED PROPOSALS	GODZINY WNIOSKOWANE / REQUESTED HOURS	GODZINY ZAAKCEPTOWANE / ACCEPTED HOURS
PIRX	82	55	4800	3336
URANOS	64	48	8394	5024
PHELIX	26	22	2640	2480
DEMETER	52	33	4348	2768
ASTRA	46	26	3514	1584
CIRI	5	5	64	416
CRYO-EM	116	90	14810	6982
suma / total:	391	279	38570	22590

Tabela 1. Podsumowanie naborów w latach 2021–2022.

Table 1. Summary of the calls for proposals in 2021–2022.

Współpraca z zagranicznymi naukowcami

Realizacją projektów badawczych w Centrum SOLARIS są zainteresowani nie tylko Użytkownicy z Polski, ale także z zagranicy. Rysunek 2. przedstawia procentowe zestawienie złożonych wniosków pochodzących od autorów z kraju i innych części świata i wskazuje na mocne zainteresowanie wykorzystania Centrum przez zagraniczne grupy badawcze.



Rysunek 2. Procentowe zestawienie złożonych wniosków.

Figure 2. The submitted proposals in 2021–2022.

W ostatnich latach mieliśmy przyjemność gościć w Centrum SOLARIS naukowców z państw europejskich (m.in. Bułgarii, Chorwacji, Estonii czy Norwegii), a także z Azji (m.in. Chin, Indii, Iranu) i Ameryki Północnej (Kanady, Stanów Zjednoczonych). O czas badawczy w NCPS wnioskowali Użytkownicy z aż 27 krajów.

Dziedziny naukowe

Wraz z rozwojem oferty badawczej Centrum SOLARIS, powiększa się również katalog dyscyplin, w których prowadzone są eksperymenty.

Promieniowanie synchrotronowe umożliwia prowadzenie badań podstawowych, czyli takich, które pozwalają zdobyć wiedzę o powierzchni, strukturze i procesach zachodzących we wnętrzu materiałów. Pod ogólnymi nazwami dyscyplin takich jak fizyka, chemia, czy biologia kryją się niezwykle zróżnicowane dziedziny nauki: nanofizyka, fizyka materii skondensowanej, elektrochemia, biologia strukturalna, badania

Cooperation with Foreign Scientists

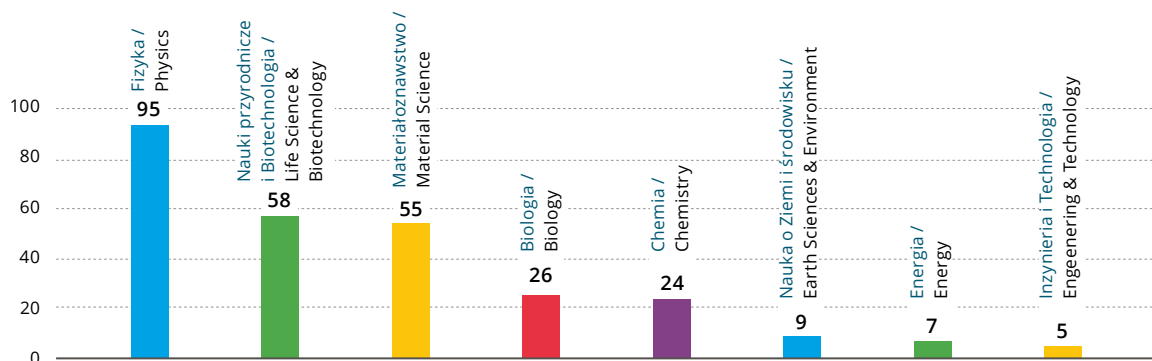
Not only users from Poland, but also from abroad are interested in performing research projects at SOLARIS Centre. Figure 2. shows the percentage of the submitted applications from authors in Poland and other parts of the world and indicates a strong interest in the Centre by foreign research groups.

In recent years, we have had the pleasure of hosting at SOLARIS Centre scientists from European countries (including Bulgaria, Croatia, Estonia and Norway), as well as from Asia (including China, India, Iran) and North America (Canada, United States). Users from 27 countries applied for research time at NCPS.

Scientific Disciplines

With the development of the research offer of SOLARIS Centre, the range of disciplines in which experiments are conducted is also growing.

Synchrotron radiation allows to conduct basic research, i.e. research that allows to gain knowledge about the surface, the structure and the processes taking place inside various materials. Under the general names of disciplines, such as physics, chemistry, or biology, there are extremely diverse fields of science, such as nanophysics, condensed matter physics, electrochemistry, structural biology, atomic



Rysunek 3. Zestawienie dziedzin naukowych reprezentowanych w zaakceptowanych wnioskach.

Figure 3. A list of scientific fields represented in the approved applications.

nad atomową i molekularną strukturą materiałów, czy też nad zmianami klimatu i związanym z nimi globalnym ociepleniem. Właśnie tymi zagadnieniami najczęściej zainteresowani są Użytkownicy SOLARIS.

research and molecular structure of materials, or climate change and global warming. These are the issues that SOLARIS users are most often interested in.

Użytkownicy SOLARIS w latach 2021–2022

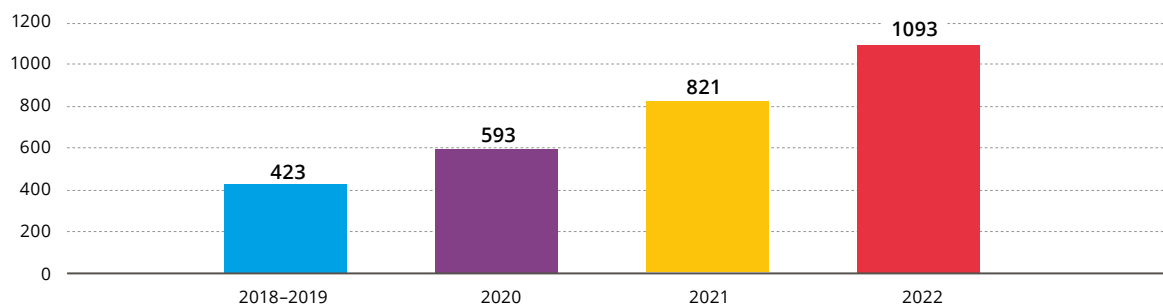
W latach 2021–2022 w Centrum odbyło się ponad 220 eksperymentów, w których uczestniczyło około 675 Użytkowników. Dzięki możliwości prowadzenia badań w trybie zdalnym, możliwa była realizacja 35 badań naukowców, którzy nie mogli pojawić się w SOLARIS osobiście.

Liczby te przekładają się również na ilość Użytkowników aplikacji DUO, co przedstawione jest na

SOLARIS Users in 2021–2022

In 2021–2022, more than 220 experiments were carried out in the Centre, in which 675 users participated. Thanks to the possibility of performing research remotely, it was possible to carry out 35 experiments of scientists who could not engage in person.

The number of user accounts in DUO is also growing. Interestingly enough, the number of registered users doubled in the last two years.

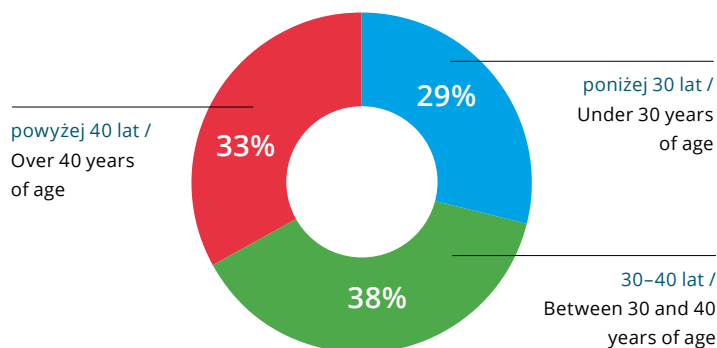


Rysunek 4. Wykres przedstawiający wzrost liczby użytkowników zarejestrowanych w systemie DUO.

Figure 4. A graph showing an increase in the number of users registered in the DUO system.

Rysunek 5. Wykres przedstawiający wiek Użytkowników Centrum SOLARIS.

Figure 5. A graph showing the age of SOLARIS Centre users.



poniższym wykresie. Warto podkreślić, że liczba zarejestrowanych użytkowników podwoiła się w okresie ostatnich dwóch lat.

Istotnym jest, że prowadzeniem eksperymentów w naszej jednostce zainteresowani są naukowcy z ponad 100 instytucji badawczych z całego świata.

Ogromnie satysfakcjonujący jest dla nas fakt, że są to głównie młodzi ludzie, którzy dzięki współpracy z opiekunami linii badawczych i mikroskopu, poznają możliwości rozwoju nauki, jakie dają eksperymenty prowadzone w tak zaawansowanych infrastrukturach naukowych jak SOLARIS.

Z ankiety przeprowadzanej wśród Użytkowników SOLARIS wynika, że:

- 100% z nich poleciłoby współpracę z SOLARIS innym naukowcom,
- 96% doskonale ocenia współpracę z Biurem Użytkownika SOLARIS,
- 92% doskonale ocenia również współpracę z opiekunami linii badawczych i mikroskopu.

Jesteśmy dumni, że Użytkownicy pozytywnie oceniają pracę Centrum i jednocześnie wyrażamy wdzięczność, że dzięki ich opiniom możemy wciąż udoskonalać jakość świadczonych przez nas usług.

Publikacje w latach 2021–2022

W ciągu ostatnich dwóch lat, Użytkownicy i pracownicy Centrum SOLARIS opublikowali łącznie 95 artykułów naukowych.

It is worth noting that scientists from over 100 research institutions from around the world are interested in performing experiments in SOLARIS. It is extremely satisfying that these are mainly young people who, thanks to the cooperation with the beamlines and microscope operators, can learn about the scientific opportunities offered by the experiments carried out in such advanced scientific infrastructures as SOLARIS.

The survey conducted among SOLARIS users reveals that:

- 100% of Users would recommend SOLARIS to other scientists.
- 96% highly appreciate the cooperation with SOLARIS User Office.
- 92% highly appreciate the cooperation with the beamlines and the microscope operators.

We are proud that users positively evaluate the work of SOLARIS and, at the same time, we are grateful that thanks to their feedback we can constantly improve the quality of our services.

Publications in 2021–2022

In the last two years, users and employees of SOLARIS Centre have published 95 scientific articles. According to international good practice, scientists are required to include the following sentence in their publications: 'This publication was developed under the provision of the Polish Ministry and Higher Education

Zgodnie z międzynarodową dobrą praktyką, naukowcy są zobowiązani do zawarcia w swoich publikacjach następującego zdania:

„Publikacja powstała w ramach przedsięwzięcia Ministra Edukacji i Nauki „Wsparcie prowadzenia badań naukowych i prac rozwojowych z wykorzystaniem infrastruktury badawczej Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS” na podstawie umowy nr 1/SOL/2021/2.”

Prezentowane w niej badania zostały wykonane w Centrum SOLARIS na linii badawczej [xxxx].”

Umieszczenie tej informacji byłoby całkowicie wystarczające, ale aż 95% naukowców prowadzących badania w SOLARIS podkreśla, że opiekunowie linii i mikroskopu mieli ogromny wpływ na osiągnięcie oczekiwanych wyników eksperymentów i deklaruje, że będą oni współautorami publikacji. Warto zaznaczyć, że słowa dotrzymują.

Artykuły Użytkowników SOLARIS pojawiają się w międzynarodowych, znaczących czasopismach, takich jak: „Applied Physics Letters”, „Industrial & Engineering Chemistry Research”, „EMBO Molecular Medicine”, „Advanced Functional Materials” oraz „Communications Materials”, będące częścią słynnego wydawnictwa „Nature”.

Centrum SOLARIS wspiera rozwój naukowy zarówno Użytkowników, jak i pracowników. W roku 2021 badania realizowane w Centrum stały się udziałem trzech prac magisterskich i trzech rozpraw doktorskich. Ponad 20 kolejnych czeka już na obronę. Istotnym jest fakt, że wśród pracowników SOLARIS, autorami publikacji naukowych nie są wyłącznie operatorzy linii badawczych i mikroskopu, ale także fizycy akceleratorowi oraz programiści i pracownicy Działu CS IT.

Spotkanie Użytkowników Centrum SOLARIS

We wrześniu 2022 roku odbyło się drugie w historii istnienia ośrodka spotkanie Użytkowników Centrum SOLARIS, pn. „Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users”. Pierwsze takie wydarzenie

projekt „Support for research and development with the use of research infra-structure of the National Synchrotron Radiation Centre SOLARIS” under contract nr 1/SOL/2021/2. We acknowledge SOLARIS Centre for the access to the Beamline [xxxx], where the measurements were performed.’ Including the above information is sufficient; nonetheless, 95% of scientists performing research at SOLARIS emphasize that the beamlines and the microscope operators have a huge impact on achieving the expected results of the experiments and make them co-authors of the publication. The publications of SOLARIS users appear in major international journals such as: Applied Physics Letters, Industrial & Engineering Chemistry Research, EMBO Molecular Medicine, Advanced Functional Materials and Communications Materials, which is a part of Nature portfolio.

SOLARIS Centre supports the scientific development of both users and employees. In 2021, the research carried out at the Centre resulted in three defended master’s and three doctoral theses. More than 20 other are waiting to be defended. It is worth emphasizing that among the SOLARIS team, not only the beamlines and microscope operators are the authors of scientific publications, but also accelerator physicists, programmers and employees of the CS IT department.

SOLARIS User Meeting

In September 2022, a SOLARIS users’ meeting was held for the second time in the history of the Centre. Entitled ‘Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users’, it was co-organized with the Polish Synchrotron Radiation Society (PSRS). The event took place at the Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science of the Jagiellonian University, during which SOLARIS hosted over 150 experienced and novice users of synchrotron radiation from Poland and abroad. The first such event took place in 2020; however, due to the pandemic, it was held online.

miało miejsce w roku 2020, ale z powodu trwającej pandemii musiało odbyć się wyłącznie online. W związku z tym była to pierwsza okazja, aby nasi Użytkownicy mogli stanąć ze sobą twarzą w twarz. Spotkanie, współorganizowane razem z Polskim Towarzystwem Promieniowania Synchrotronowego (PTPS) odbyło się na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego. W trakcie wydarzenia gościliśmy ponad 150 doświadczonych oraz początkujących Użytkowników promieniowania synchrotronowego z kraju i zagranicy.

Uczestnicy Sympozjum mieli okazję wysłuchać referatów opiekunów infrastruktury Centrum, prezentujących jej możliwości badawcze oraz dowiedzieć się jak aplikować o czas badawczy umożliwiający prowadzenie eksperymentów w SOLARIS. Gośćmi honorowymi spotkania byli specjaliści – naukowcy, którzy prezentowali imponujące wyniki swoich badań. Wydarzenie, którego organizacja jest powszechną praktyką wszystkich znaczących infrastruktur badawczych, stało się okazją do integracji Użytkowników Centrum SOLARIS oraz wymiany wiedzy i doświadczeń związanych z badaniami naukowymi wykorzystującymi promieniowanie synchrotronowe.

Lata 2021–2022 były wymagającym okresem dla Centrum SOLARIS. Czas pandemii sprawił, że rozwinięte zostały nowe możliwości dostępu do aparatury oraz nowe płaszczyzny kontaktu z Użytkownikami. Przede wszystkim jednak mocno uświadomił pracownikom Centrum, jak ogromną satysfakcję daje bezpośrednia współpraca. SOLARIS, to jednostka badawcza, która skupiając wokół siebie wyjątkowych naukowców, pozwala im na wymianę doświadczeń i wiedzy oraz wspólne poznawanie i rozwiązanie zagadek, jakie kryje jeszcze przed nami wiele dziedzin naukowych. Organizowane tu eksperymenty, spotkania czy konferencje dają ich uczestnikom moc pozytywnej energii na podjęcie tego wysiłku. Prezentowane powyżej liczby i procenty, to nie suche statystyki, ale odzwierciedlenie rzeczywistego wpływu SOLARIS na rozwój polskiej i światowej nauki.



Zdjęcie 1. Konferencja „Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users”.

Photo 1. The conference ‘Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users’.

fot./photo: Joanna Kowalik

The participants had the opportunity to listen to SOLARIS scientists, who presented the Centre’s research capabilities and to learn how to apply for research time to perform experiments in SOLARIS. The honourable guests were professionals presenting impressive results of their research. Similarly to other significant research infrastructures, the organized meeting was an opportunity to integrate SOLARIS users and to exchange knowledge and experience related to synchrotron radiation usage.

The years 2021 to 2022 were very challenging for the SOLARIS Centre. The time of pandemic meant that new possibilities for access to the infrastructure and new contact points with Users were developed. More importantly, it has made the Centre’s employees aware of the great satisfaction of direct cooperation. SOLARIS is a research infrastructure that, by gathering exceptional scientists, allows them to exchange experiences and knowledge, as well as to jointly explore and solve puzzles still hidden in many scientific fields. Experiments, meetings and conferences organized here give their participants the positive energy to make this effort. The numbers and percentages presented above are not just plain statistics, but a reflection of the real impact that SOLARIS has on the development of Polish and world science.

Szkoła doktorska – kształcenie młodych naukowców

mgr inż. Kinga Wróbel

Pośrodku założeń misyjnych NCPS SOLARIS znajduje się kształcenie młodej kadry naukowej. Posiadamy wszelkie, niezbędne zasoby, aby umożliwić szkolenie młodych specjalistów, którzy w przyszłości będą filarami polskiej nauki. W Centrum SOLARIS istnieje możliwość realizacji prac dyplomowych, począwszy od inżynierskich i magisterskich, skończywszy na projektach doktorskich, a także realizacji praktyk studenckich. Szereg tego typu przedsięwzięć realizowanych jest w Dziale Naukowym, ale młodych naukowców uczących się pod okiem naszych specjalistów, znajdziemy także w Działach Akceleratorów oraz Systemów CS IT.

Na stronie internetowej SOLARIS znajduje się obszerna baza proponowanych zagadnień badawczych, które mogą zostać rozwiązane w toku pracy magisterskiej, czy doktorskiej. Zespół ośrodka czynnie zachęca młodych naukowców do zapoznawania się z tą listą i podejmowania wyzwań rozwiązania problemu badawczego przy współpracy z zewnętrznymi jednostkami naukowymi, jak również z naszymi pracownikami w ramach prac dyplomowych. Baza prac które mogą być realizowane z wykorzystaniem infrastruktury Centrum jest na bieżąco aktualizowana w wyniku ciągłego poszerzania współpracy z zewnętrznymi jednostkami badawczymi.

Realizacja projektów doktorskich może odbywać się dwoma ścieżkami: w ramach Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz we współpracy z innymi jednostkami badawczymi w Polsce. Pracownicy SOLARIS nie

Doctoral school – shaping of young scientists

Msc. Eng. Kinga Wrobel

Education and shaping of young scientists lie at the heart of the SOLARIS mission. We have all the necessary resources to train young professionals to become the foundation of the future Polish science. At SOLARIS Centre, it is possible to carry out diploma theses, from engineering and master's to doctoral. Student internships are also available. Several such projects are being implemented in the NSRC Science Department. Young scientists studying under the supervision of our specialists can also be found in the Accelerator or Control Systems and IT Departments.

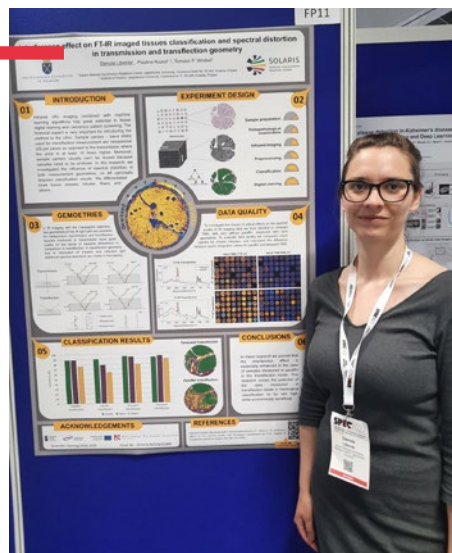
The SOLARIS website has an extensive database of proposed research problems that can be solved as a master's or doctoral thesis. The Centre's team actively encourages young researchers to undertake one of the available research problems as a part of their thesis and in cooperation with external research units, as well as our staff. The mentioned database is constantly updated as a result of the growing cooperation with external research units.

PhD projects can be carried out two-fold: within the Jagiellonian University's Doctoral School of Exact and Natural Sciences and in cooperation with other research units in Poland. The SOLARIS staff not only allow conducting research relevant to the topics of doctoral dissertations, but also actively participate in the advisory and co-advisory of the ongoing projects. Such projects are carried out both within the aforementioned Doctoral School of the Jagiellonian University and in Doctoral Schools of universities

Zdjęcie 1. mgr Danuta Liberda na konferencji SPEC 2022 w Dublinie.

Photo 1. MSc Danuta Liberda at SPEC 2022 conference in Dublin.

foto./photo: Materiały NCPS SOLARIS / SOLARIS NSRC materials



tylko umożliwiają prowadzenie badań istotnych dla podejmowanych tematów przewodów doktorskich, ale również czynnie uczestniczą w promotorstwie i współpromotorstwie realizowanych projektów. Takie projekty są realizowane zarówno w ramach wspomnianej Szkoły Doktorskiej UJ, jak również w Szkołach Doktorskich innych krakowskich i pozakrakovskich Uczelni i Instytutów.

Warto podkreślić, że dodatkowo Centrum SOLARIS współtworzy Szkołę Doktorską Nauk Ścisłych i Przyrodniczych UJ w ramach programu Nauk Biomedycznych. Program ten łączy trzy unikatowe jednostki, będące częścią Uniwersytetu Jagiellońskiego – Małopolskie Centrum Biotechnologii (MCB), Jagiellońskie Centrum Rozwoju Leków (JCET) oraz NCPS SOLARIS. Proces rekrutacji do Programu Nauk Biomedycznych jest rygorystyczny – kładąc nacisk na wyłonienie najbardziej utalentowanych i zmotywowanych kandydatów, mogących pochwalić się wcześniejszymi dokonaniami naukowymi, jest jednocześnie niezwykle przejrzysty. Odbywa się w oparciu o zasługi i osiągnięcia młodego naukowca, zgodne z wytycznymi określonymi w kodeksie postępowania przy naborze naukowców oraz w Europejskiej Karcie Naukowca.

Doktoranci realizujący swoje prace z wykorzystaniem bazy SOLARIS są często kierownikami grantów PRELUDIUM, laureatami polskich i międzynarodowych nagród i beneficjentami prestiżowych stypendiów.

and institutes from Kraków and other cities outside Kraków.

It is worth noting that SOLARIS Centre also co-creates the Doctoral School of Exact and Natural Sciences of the Jagiellonian University as a part of the Biomedical Sciences Programme. This programme brings together three unique scientific units that are part of the Jagiellonian University, namely: Małopolska Centre of Biotechnology (MCB), Jagiellonian Centre for Experimental Therapeutics (JCET) and SOLARIS NSRC.

The recruitment process for the Biomedical Sciences Programme is rigorous: it places emphasis on the selection of the most talented and motivated candidates with a track record of previous scientific achievements and, at the same time, is extremely transparent. It is held on the basis of the young scientist's merit and achievements, in accordance with the guidelines set forth in the Code of Conduct for the Recruitment of Scientists and the European Charter for Researchers.

Doctoral students carrying out their work at SOLARIS are often PRELUDIUM grant managers, winners of Polish and international awards and recipients of prestigious scholarships.

Popularyzacja nauki **Public outreach**

mgr Agnieszka Cudek

Mimo trwającej od 2019 roku pandemii, Centrum SOLARIS nieprzerwanie podejmowało się organizacji nowych przedsięwzięć w kontekście popularyzacji nie tylko badań synchrotronowych i kriomikroskopowych, ale również szerzej – nauk ścisłych. Wśród nich należy wymienić organizację wydarzeń naukowych i popularnonaukowych, oprowadzanie wycieczek, działania z zakresu media-relations, kampanie w nowych mediach, nawiązywanie stałych form współpracy z innymi jednostkami, a także działania zapewniające dostęp informacyjny dla osób z niepełnosprawnościami.

MSc. Agnieszka Cudek

Despite the pandemic, SOLARIS has constantly been undertaking new projects in the context of popularizing not only the synchrotron and cryo-microscopy, but also, broadly speaking, exact sciences. These include the organization of scientific and popular science events, guided tours, activities in the field of media relations, campaigns in new media, establishing permanent forms of cooperation with other units, as well as activities ensuring access to information for people with disabilities.



Zdjęcie 1. Naukowcy z NCPS SOLARIS w Radio Kraków

Photo 1. Scientists from SOLARIS in Radio Kraków

foto./photo: Joanna Kowalik

Wydarzenia specjalne

Jedną z najważniejszych aktywności na polu popularyzacji, podejmowaną nieustannie od momentu powstania synchrotronu, jest zaangażowanie Centrum w organizację wydarzeń specjalnych, adresowanych do opinii publicznej i przedstawicieli przemysłu, a także środowiska naukowego. Pod tym względem ostatnie dwa lata były czasem szczególnym. Zaangażowaliśmy się w przeprowadzenie przeszło 20 różnej wielkości wydarzeń specjalnych. Wśród nich były seminaria opowiadające o innowacyjnych rozwiązaniach

Special events

One of the most important activities concerning popularization, undertaken continuously since the creation of the synchrotron, is its participation in the organization of special events addressed to the representatives of the public and the industry, as well as the scientific community. The last two years have been exceptional in this respect. The Centre has participated in more than 20 special events of various sizes. These included seminars on innovative IT solutions, workshops for young people, experimental

IT, warsztaty dla młodzieży, pokazy eksperymentalne dla dzieci, spotkania podsumowujące projekty międzynarodowe, seminaria naukowców z innych ośrodków, konferencje naukowe, a także wyjątkowa uroczystość otwarcia nowej linii badawczej ASTRA.

W ramach inicjatyw, których odbiorcami była opinia publiczna, dookoła tematyki SOLARIS zebrano grupę blisko 700 osób, które brały udział w różnorodnych wydarzeniach, takich jak Dzień Polskiej Nauki, Tydzień Jakości Kształcenia, Rocznica urodzin Stanisława Lema, Małopolski Tydzień Innowacji oraz Noc Naukowców. To ostatnie wydarzenie, realizowane przez Centrum cyklicznie, cieszy się szczególnym zainteresowaniem. Tak też było w 2022 r., gdy po dwuletniej przerwie powrócono do jego organizacji. Program obejmował autorskie pokazy naukowe opowiadające o rodzajach promieniowania elektromagnetycznego, warsztaty przedstawiające zagadnienie fal radiowych i prowadzenie po synchrotronie z przewodnikiem. Całość uzupełniało 10 stanowisk prezentujących eksperymenty naukowe. Rozpoczynając od wizualizacji pola magnetycznego, pokazy z ciekłym azotem i krystalizację białka, skończywszy na eksperymentach optycznych.

Najważniejszym wydarzeniem adresowanym do środowiska akademickiego była konferencja pn. „International Beam Instrumentation Conference” (IBIC 2022). W Auditorium Maximum UJ zebrało się przeszło 250 światowej klasy naukowców, inżynierów oraz przedstawicieli firm zajmujących się technikami diagnostyki i pomiarów cząstek naładowanych, przyspieszanych w akceleratorach do wysokich energii. IBIC, jako wydarzenie odbywające się od kilkunastu lat w innym zakątku świata, zostało w 2018 roku powierzone organizacji SOLARIS.

Nie mniej istotną dla Centrum konferencją było drugie w historii spotkanie pn. „Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users” (User Meeting). Wydarzenie połączyło środowiska naukowców skupionych przy stacjach badawczych SOLARIS oraz naukowców z Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego, goszcząc 150 uczestników.

shows for children, meetings summarizing international projects, guest appearances by scientists from other centres, scientific conferences and a unique opening ceremony of the new ASTRA beamline.

Initiatives targeting the public gathered a group of nearly 700 people around the SOLARIS theme, who participated in various events, such as Polish Science Day, Education Quality Week, Stanisław Lem’s birthday anniversary, Małopolska Innovation Week and Researchers’ Night. The latter event, organized by the Centre every year, is of particular interest. This was also the case in 2022, when it was organized after a two-year break. The programme comprised original scientific shows on the types of electromagnetic radiation, workshops presenting the issue of radio waves and a guided tour of the synchrotron. The entire event included 10 stations presenting scientific experiments, such as the visualization of the magnetic field, demonstrations with liquid nitrogen, protein crystallization and optical experiments.

The most important event, addressed to the scientific community, was the ‘International Beam Instrumentation Conference – IBIC 2022’. More than 250 world-class scientists, engineers and representatives of companies dealing with diagnostics and measurement techniques of charged particles accelerated in high-energy accelerators gathered in the Auditorium Maximum of the Jagiellonian University. The organization of IBIC, an event that has taken place in different parts of the world for several years, was entrusted to SOLARIS in 2018.

Another important conference for the Centre was ‘Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users’, the second users meeting in history that brought together scientific communities of SOLARIS research stations and scientists from the Polish Synchrotron Radiation Society. The symposium enabled the 150 participants to exchange the knowledge and experience in the field of scientific research using synchrotron radiation. It was also an excellent opportunity to discuss the aspects of scientific instruments,

Symposium umożliwiło wymianę wiedzy i doświadczeń w zakresie badań naukowych z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego. Było także doskonałą okazją do przedyskutowania aspektów instrumentarium naukowego, rozwoju technicznego oraz potrzeb środowiska naukowego w kraju.

Równolegle do organizacji przedsięwzięć adresowanych do środowiska naukowego, SOLARIS angażował się w inicjatywy kierowane do przedstawicieli świata przemysłu. W tym zakresie na szczególną uwagę zasługuje „SOLARIS Industry Day” – cykl jednodziennych spotkań dedykowanych przedstawicielom świata przemysłu. Dotychczas miały miejsce trzy takie warsztaty. Ich tematami przewodnimi były techniki badań kriomikroskopowych, możliwości prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie nanotechnologii oraz innowacje w branży wytwarzającej i przetwarzającej metale.

Zwiedzanie Centrum dostępne dla wszystkich

Wśród podstawowych działań ośrodka znalazła się także organizacja wycieczek, których uczestnikami byli zarówno przedstawiciele świata nauki, jak osoby (w tym młodzież) niezwiązane ze środowiskiem akademickim. Pod tym względem rok 2022 był czasem, w którym infrastrukturę Centrum zwiedziło w ciągu dwunastu miesięcy, więcej osób niż przed wybuchem pandemii – przyjęto 1766 odwiedzających, z czego istotna większość jeszcze przed rozpoczęciem rozbudowy hali. Coraz większe zainteresowanie, jakim cieszyły się wycieczki, sprawiło, że zespół podjął się przygotowania nowego scenariusza oprowadzania, obierając wiodące kryterium, jakim jest podział między gośćmi ze świata nauki oraz uczestnikami o charakterze pozanaukowym. W tym celu pod koniec 2022 rozpoczęły się prace nad nowym wymiarem graficznym ścieżki oprowadzania oraz kompleksowym systemem audio przewodników. Zakończenie realizacji tego przedsięwzięcia planowane jest w drugim kwartale 2023 roku. Obejmować będzie zestaw 35 mobilnych

technicznych i potrzebów społeczności naukowej w kraju.

Parallel to the organization of projects addressed to the scientific community, SOLARIS was involved in initiatives addressed to representatives of the industry. In this regard, the ‘SOLARIS Industry Day’, a series of one-day meetings dedicated to representatives of the world of industry, deserves special attention. So far, three such workshops have taken place. Their main topics included cryo-microscopy techniques, research and development opportunities in the field of nanotechnology and innovations in the industry producing and processing metals.

Visiting the Centre available to everyone

The organization of guided synchrotron tours was another vital activity of the Centre. The tours’ participants were both representatives of the academia and non-academics (including young people). In this regard, 2022 was the time when SOLARIS was visited by more people than before the outbreak of the pandemic – 1,766 visitors were admitted. The vast majority of the guests visited the Centre before the expansion of the hall had begun, i.e. between January and October. The growing interest in the tours led the team to prepare a new guiding scenario, dedicated to guests from the world of science and non-scientific participants. At the end of the year, we started working on a completely new graphic design of the tour and a comprehensive audio guide system. The completion of this project is planned for the second quarter of 2023. It will include a set of 35 mobile devices used for listening to an original guided tour addressed to young people over 13 years of age and adults not related to the academic environment. The new tour scenario will be based on 25 transmitters located in the experimental hall. Activated via Bluetooth wireless connectivity, the devices will inform tour participants of the most important details related to the SOLARIS infrastructure and its research

Zdjęcie 2. Orowadzanie po SOLARIS Szkoły Vinci

Photo 2. School of Vinci guided around SOLARIS

fot./photo: Joanna Kowalik

urządzeń służących do odsłuchu autorskiej ścieżki oprowadzania, adresowanej do młodzieży powyżej 13 roku życia i osób dorosłych, niezwiązanych ze środowiskiem akademickim. Nowy scenariusz wycieczek opierał się będzie na 25 nadajnikach zlokalizowanych na przestrzeni całej hali eksperymentalnej. Aparaty aktywowane za pomocą bezprzewodowej komunikacji Bluetooth opowiedzą uczestnikom wycieczki o najważniejszych informacjach związanych z infrastrukturą SOLARIS i możliwościach badań w Centrum. Całość zostanie uzupełniona systemami plansz graficznych oraz eksponatów z fragmentami instrumentarium Centrum. Dzięki wdrożeniu rozwiązania, jakim są audio przewodniki, możliwe będzie nie tylko przyjmowanie w NCPS większej ilości wycieczek, ale także każdorazowe przekazanie ich uczestnikom tej samej wiedzy, podanej w formie dostępnej i atrakcyjnej dla odbiorcy.

Przestrzeń Internetu

W ostatnich dwóch latach nastąpił znaczący wzrost popularności kanałów social media zarządzanych przez Centrum. Zespół prowadził ciągłe działania promocyjne i informacyjne, opisujące na bieżąco najważniejsze wydarzenia mające miejsce w SOLARIS oraz omawiające najistotniejsze badania prowadzone z użyciem światła synchrotronowego i kriomikroskopii. Stały nacisk kładziony na dobór charakteru i treści postów do poszczególnych kanałów oraz zmiana szaty graficznej we wszystkich portalach, przyczyniły się do dotarcia do nowych grup odbiorców, którzy aktywnie wspierają Centrum w przestrzeni komunikacji tzw. nowych mediów.



opportunities. The entire tour will be completed with systems of graphic boards and exhibitions with fragments of the Centre's instrumentation. Thanks to the introduction of audio guides, it will be possible not only to welcome more tours at the NSRC, but also to provide the participants with accessible and attractive knowledge.

Internet Communication

In the last two years, there has been a significant increase in the popularity of social media channels managed by the Centre. The SOLARIS team performed continuous promotional and informational activities concerning the most important events and research conducted with the use of synchrotron light and cryo-microscopy. The constant emphasis placed on the selection of the character and content of the posts in unique communication channels, as well as on the change of graphic design of all portals, contributed to reaching new audiences actively supporting SOLARIS in the communication space of the so-called new media.

	2021	2022
You Tube	77	112
Facebook	1209	1500
Instagram	418	648
LinkedIn	243	602
Twitter	-	279

Tabela 1. Zasięgi kanałów social media SOLARIS.

Table 1. SOLARIS social media channels.

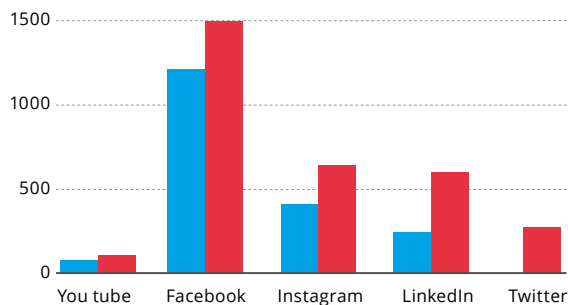
Łączna ilość obserwujących kanały social media obejmowała w grudniu 2022 roku 3141 obserwujących, w tym Facebook (1500), Instagram (648), You Tube (112) oraz LinkedIn (602). Jest to wzrost o 61% obserwujących w stosunku do poprzedniego roku. Rysunek 1. Przedstawia wzrost liczby obserwujących.

W 2022 roku SOLARIS poszerzył także katalog mediów społecznościowych o konto na platformie Twitter, które w ciągu pierwszych 12 miesięcy istnienia zdobyło blisko 280 fanów.

Także strona internetowa Centrum przeszła swoje odświeżenie. Od połowy 2021 roku na główną witrynę SOLARIS trafiają wyłącznie informacje o największych wydarzeniach, zostawiając tym samym przestrzeń do budowania popularności kanałów mediów społecznościowych oraz zachowując priorytet informacji obejmujących techniki badawcze dostępne dla Użytkowników. Jednocześnie charakter zmieniła

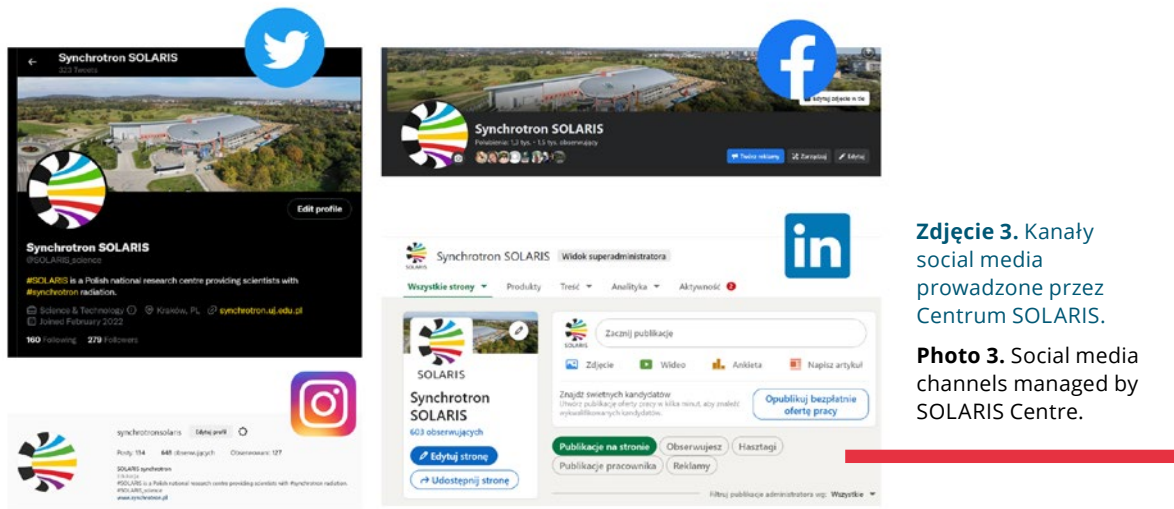
In December 2022, the total number of SOLARIS social media followers amounted to 3035, including Facebook (1500), Instagram (648), YouTube (112) and LinkedIn (602). This is a 61% increase over the previous year (see Figure 1.). The Centre also extended its social media catalogue with a Twitter account that gained nearly 280 fans in the first 12 months of existence.

The Centre's website has also been refreshed. From mid-2021, only the information about the key events is sent to the main page, thus leaving space for building the popularity of social media channels and maintaining the priority of information covering the research techniques available to users. At the same time, the tab describing scientific articles was adapted to fit popular science fashion. Thanks to the constant collaboration with scientists, the goal of promoting science and research results in a way



Rysunek 1. Wykres ukazujący ilościowy przyrost liczby obserwujących kanały social media.

Figure 1. A chart showing the quantitative increase in the number of social media followers.



Zdjęcie 3. Kanały social media prowadzone przez Centrum SOLARIS.






Photo 3. Social media channels managed by SOLARIS Centre.

zakładka opisująca artykuły naukowe w sposób popularnonaukowy. Dzięki stałej współpracy z naukowcami, realizowany jest cel promocji nauki i wyników badań w sposób dostępny dla szerszego grona odbiorców. Eksperymenty prowadzone na synchrotronie są w znacznym procencie badaniami podstawowymi, jednak z sukcesem podejmowane są starania aby odbiorcy mogli zrozumieć praktyczny ich wymiar.

Istotnymi działaniami podejmowanymi w celu popularyzacji wiedzy o SOLARIS było dostosowanie strony internetowej Centrum do wymogów Użytkowników z niepełnosprawnościami. W tym celu wszystkie zakładki w ramach witryny zostały zaktualizowane bądź przededagowane w ten sposób, aby ułatwić dostęp do nich dla osób bardziej wymagających. W ramach tzw. deklaracji dostępności WCAG, pojawiła się także specjalna, dedykowana strona „SOLARIS bez barier”.

Media relations

Dbałość o utrzymanie stałej komunikacji z odbiorcami artykułów dotyczących badań i wydarzeń realizowanych w SOLARIS, odbywa się nie tylko na płaszczyźnie nowych mediów. Językiem u wagi są relacje z dziennikarzami kanałów tradycyjnych, takich jak radio, telewizja i czasopisma, których zasięg oddziaływania trudno przecenić. Redaktorzy mediów ogólnopolskich i redakcji specjalistycznych, coraz częściej goszczący

-  @synchrotron.solaris.badania
-  @Synchrotron SOLARIS
-  @synchrotronsolaris
-  @SynchrotronSolaris
-  @SOLARIS_science

accessible to a wider audience has been achieved. The research conducted on the synchrotron is mostly basic; however, efforts are made to successfully explain to recipients practical aspects of the mentioned studies.

An important activity that led to the popularization of SOLARIS was the adaptation of the its website to the requirements of users with disabilities. For this purpose, all tabs within the website have been updated or re-organised so as to their special needs. A dedicated page ‘SOLARIS without barriers’ has also been created according to the WCAG accessibility standards.

Media Relations

Maintaining constant communication with the readers of the articles on research and events carried

Zdjęcie 4. Dr Marcin Zając w programie Teleexpress.

Photo 4. Dr. Marcin Zając in Teleexpress.



w progach Centrum, stanowią każdorazowo przyczynek do powstania nowych materiałów o tematyce naukowej i popularnonaukowej. W ciągu dwóch lat Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego było przedmiotem łącznie 58 doniesień medialnych (13 w 2021 roku oraz 45 w 2022 r.), w szeregu ogólnopolskich czasopism, stacji radiowych i portali internetowych. Wśród nich znalazły się takie ogólnopolskie redakcje, jak Telewizja Polska, Polskie Radio, Grupa Agora, Onet.pl czy Dziennik Polski.

W Centrum nagrywano przeszło 15 różnorodnych materiałów filmowych, w tym wydania „Ciekawizji” Wiktora Niedzickiego, rozmów z Ambasadorami Nauki, z udziałem prof. Agnieszki Zalewskiej oraz inaugurację cyklu filmów popularnonaukowych na autorski kanał You Tube Adama Śmiałka. Wszystkie wycinki prasowe znajdują swoje miejsce na stronie internetowej, w zakładce „media o SOLARIS”.

Współpraca popularnonaukowa

Centrum stale poszerza sieci wzajemnej współpracy, również tej międzysektorowej, niezwiązanej bezpośrednio z organizacjami bądź konsorcjami akademickimi. Istotną płaszczyzną, leżącą u podstaw popularyzacji nauki jest kreowanie przedsięwzięć z instytucjami będącymi centrami nauki i kultury. W ciągu ostatnich dwóch lat SOLARIS zainicjował

out in SOLARIS takes place not only at the level of new media, such as social media, but also through traditional channels, such as radio, television and magazines. Editors of national media and specialized editorial offices visit the Centre more often contributing to the creation of new materials on science and popular science. Within two years, the National Synchrotron Radiation Centre was the subject of a total of 58 media reports (13 in 2021 and 45 in 2022), in a number of national magazines, radio stations and Internet portals, such as Polskie Radio, Telewizja Polska, Grupa Agora, Onet.pl or Dziennik Polski.

More than 15 different film materials were recorded at the Centre, including the episode of ‘Ciekawizja’ by Wiktor Niedzicki, conversations with the Ambassadors of Science with prof. Agnieszka Zalewska and inauguration of a series of popular science films on Adam Śmiałek YouTube channel. All press releases can be found on the website, in the ‘SOLARIS in media’ tab.

Popular Science Collaboration

The Centre is constantly expanding its cooperation network, including the cross-sectoral one. With that in mind, the Centre has participated in ventures with science and culture institutions. Over the past two

nowy model budowania relacji opartych na wspólnych inicjatywach, zmierzający do włączenia synchrotronu w poczet instytucji postrzeganych jako centra popularyzacji nauki. W 2022 roku zostało podpisane porozumienie o współpracy z Małopolskim Centrum Nauki Cogiteon. Jego celem będzie szerzenie pasji do nauki, ale także budowanie świadomości istnienia synchrotronu w Krakowie. Szeroko zakrojone współdziałanie objęło organizację warsztatów oraz konsultacje merytoryczne z naukowcami Centrum na temat (powstającego w Cogiteon) Laboratorium Cząstek. Obecność SOLARIS będzie także zauważalna na powstającej wystawie stałej w Centrum Cogiteon, gdzie jedna z ekspozycji zostanie w całości poświęcona synchrotronowi. Podobne działania inaugurowane są razem z Pasażem Odkryć w Tarnowie oraz Centrum Nauki Kopernika w Warszawie.

Wartą krótkiej analizy jest poniższa tabela, ukazująca w sposób liczbowy przestrzenie działalności SOLARIS ukierunkowane na popularyzację nauki.

years, SOLARIS has built relations based on joint initiatives, aiming at including the synchrotron in the group of institutions that popularize science. In 2022, a cooperation agreement was signed with Małopolskie Centrum Nauki Cogiteon [Małopolska Science Centre Cogiteon]. Its goal will be to spread passion for science, as well as to build awareness of the synchrotron existence in Kraków. The extensive cooperation included the organization of workshops and substantive consultations with NSRC scientists on the particle laboratory (under construction at Cogiteon). The presence of SOLARIS will also be noticeable at the emerging permanent exhibition at Cogiteon, where one of the exhibitions will be entirely devoted to the synchrotron. Similar activities are inaugurated together with the Pasaż Odkryć in Tarnów and the Copernicus Science Centre in Warsaw.

The table below presents in numbers the areas of Centre activity aimed at popularizing science.

ROK	2019	2020	2021	2022
Liczba osób wizytujących / Number of visitors	1752	309	33	1766
Liczba wydarzeń popularyzatorskich / Number of outreach events	7	4	7	15
Liczba obserwujących w kanałach i mediach społecznościowych / Number of social media followers	brak ewidencji / no records	brak ewidencji / no records	1947	3035
Liczba komunikatów prasowych w mediach / Number of press appearances in the media	18	6	13	45

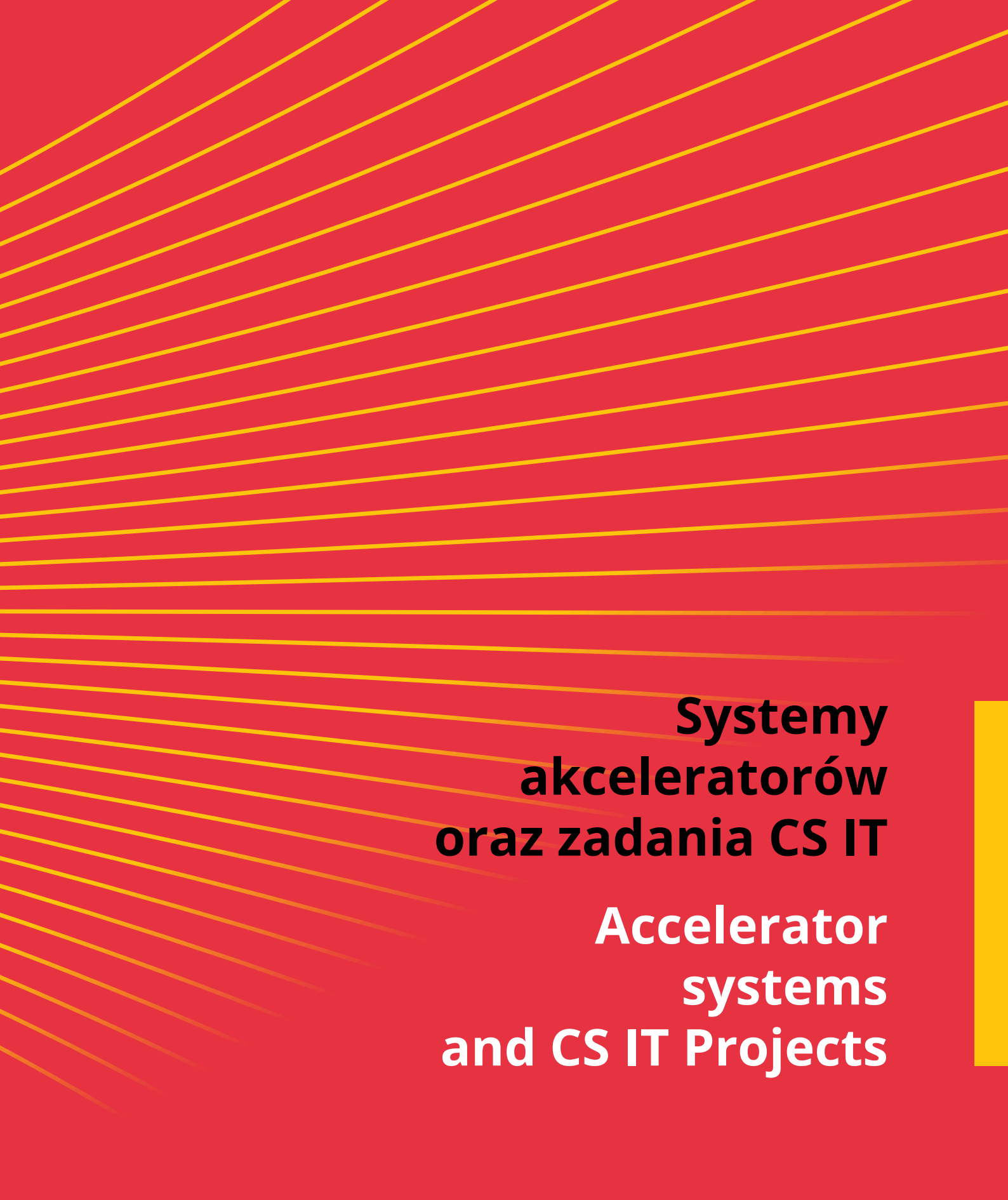
Tabela 2. Tabela ukazująca wskaźniki zaangażowania SOLARIS w działalność popularnonaukową.

Table 2. Table showing indicators of SOLARIS's involvement in popular science activities.

3

CZĘŚĆ
PART





**Systemy
akceleratorów
oraz zadania CS IT**

**Accelerator
systems
and CS IT Projects**

Źródło promieniowania synchrotronowego

dr Adriana Wawrzyniak

Parametry źródła promieniowania synchrotronowego

Źródło promieniowania synchrotronowego SOLARIS (Rysunek 1.) obejmuje system akceleratora liniowego z działem elektronowym wysokiej częstotliwości i wertykalną linią transferową typu „dog-leg”, który wstępnie przyspiesza wiązkę elektronową do energii 536 MeV oraz pierścien akumulacyjny o obwodzie 96 m z układem 12 komórek magnetycznych typu podwójnej achromaty zakrzywiającej i maksymalnej energii 1.5 GeV. Synchrotron został uruchomiony w 2015 r. i od tego czasu uzyskano wspaniałe wyniki parametrów wiązki, które zbliżone są do zaprojektowanych. Jednakże nieustannie, każdego roku w synchrotronie prowadzone są prace rozwojowe nad ulepszaniem źródła promieniowania synchrotronowego, aby osiągnąć jeszcze lepsze wyniki i bardziej stabilne warunki pracy. Parametry wiązki elektronowej krążącej w pierścieniu akumulacyjnym zestawione są w Tabeli 1.

The synchrotron radiation source

Dr. Adriana Wawrzyniak

Parameters of the Synchrotron Radiation Source

The SOLARIS light source (Figure 1.) includes a linear accelerator system with a high-frequency electron gun and a vertical dog-leg transfer line, which initially accelerates the electron beam up to the energy of 536 MeV, and a 96 m long storage ring with 12 double bend achromatic cells and a maximum energy of 1.5 GeV. The synchrotron was started in 2015 and since then, excellent beam performance results have been achieved that are close to the designed ones. The parameters of the electron beam circulating in the storage ring are summarized in Table 1. However, year to year, the synchrotron staff continues further development on improving the source of synchrotron radiation to achieve better results and more stable operating conditions.



Rysunek 1. Schemat źródła promieniowania synchrotronowego SOLARIS.

Figure 1. A scheme of SOLARIS light source.

PARAMETR PARAMETER	ZAPROJEKTOWANY DESIGNED
Energia Energy	1.5 GeV
Prąd Current	500 mA
Harmoniczna Harmonic number	32
Naturalna emitancja Natural emittance	5.982 nmrad
Sprężenie Coupling	1%
Dostrojenie ν_x, ν_y Tune ν_x, ν_y	11.22, 3.15
Chromatyczność skorygowana ξ_x, ξ_y Corrected chromaticity ξ_x, ξ_y	+2,+2
Strata energii/obieg Energy loss/turn	114.1 keV
Akceptancja pędu Momentum acceptance	4%
Faza synchroniczna Synchronous phase	168°
Dostrojenie synchrotronowe Synchrotron tune	0.00239
Akceptancja fizyczna (horyzontalna/wertykalna) Physical acceptance horizontal/vertical	18 /4 mmrad
Czas życia Lifetime	13h

Tabela 1. Parametry wiązki elektronów krążącej w pierścieniu akumulacyjnym SOLARIS.

Table 1. The parameters of the electron beam at SOLARIS storage ring.

Funkcjonowanie synchrotronu SOLARIS w latach 2021–2022

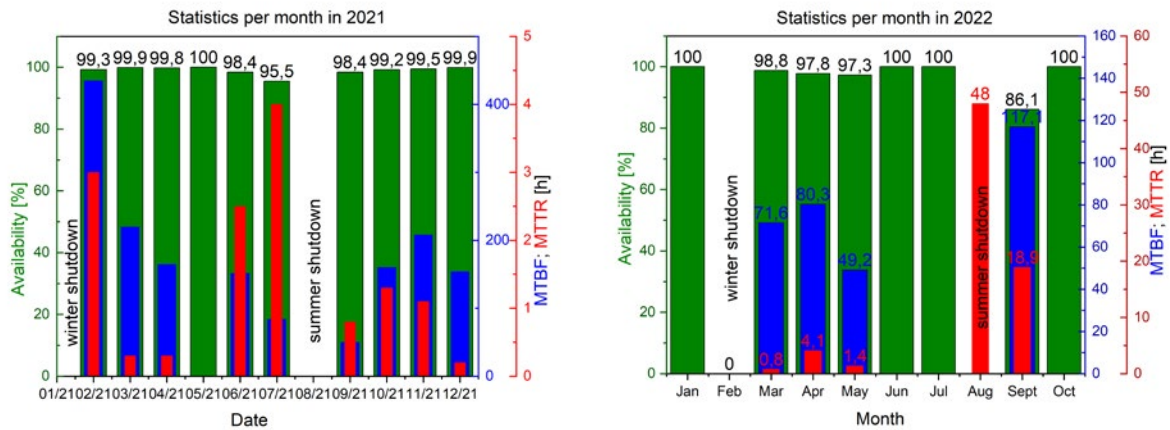
W 2021 roku przewidziano 4654 h na pracę z wiązką, co stanowi zwiększenie czasu badawczego o 20% w stosunku do poprzedniego roku. Tak jak w roku wcześniejszym, dla Użytkowników wiązka dostępna była 5 dni w tygodniu (od wtorku do soboty), natomiast poniedziałki przeznaczone były na rozwój i utrzymanie akceleratorów. W rezultacie, w roku 2021–3712 h zostały przydzielone dla linii pomiarowych, natomiast 942 h – na rozwój i poprawę parametrów akceleratorów. Ponadto 360 h przeznaczonych było na działania konserwacyjne, utrzymaniowe i instalacyjne w okresach wyłączeniowych synchrotronu. Dzięki wszelkim pracom rozwojowym oraz utrzymaniowym, w roku 2021 dostępność wiązki (ang. availability) w ośrodku wyniosła 99% (poprawa o 6% w stosunku do poprzedniego roku). Natomiast średni czas pomiędzy utratą wiązki (MTBF) 148.5 h, co jest znaczącą poprawą w stosunku do ubiegłego roku, gdy czas ten wynosił 76 h. Średni czas naprawy (MTTR) i odzyskania wiązki wyniósł 2.1 h. Dostępność wiązki elektronowej w poszczególnych miesiącach w roku przedstawiono na rysunku nr 2. Jak widać, przez większą część okresu pracy synchrotronu dostępność wynosiła powyżej 99%. W roku 2022 ze względu na planowany przestój, związany z rozbudową ośrodka, a w szczególności hali eksperymentalnej, oraz rozległą modernizacją układu chłodzącego czas dostępności wiązki został skrócony o ok. 30% w stosunku do roku poprzedniego i wynosił 3236 h. Podobnie jak w latach poprzednich, około 70% tego czasu było przeznaczone na badania na liniach eksperymentalnych, natomiast pozostały czas na prace usprawnieniowo-utrzymaniowe. Rozkład całego czasu pracy synchrotronu w latach 2021–2022 z podziałem na czas badawczy przeznaczony dla linii pomiarowych oraz czas wykorzystany na rozwój akceleratorów przedstawiono na rysunku nr 3.

Dostępność wiązki w roku 2022 była nieco niższa i wyniosła 94% (Rysunek 2). Główną przyczyną była awaria związana z rozszczelnieniem się układu

Operation of the SOLARIS Synchrotron in 2021–2022

In 2021, 4,654 hours were planned for all works with the beam in the SOLARIS synchrotron, which is an increase in research time by 20% compared to the previous year. As in the previous year, the beam was available to users 5 days a week (Tuesday to Saturday), whereas Mondays were dedicated to the development and maintenance of the accelerators. As a result, in 2021, 3,712 hours were allocated to the experimental beamlines, while 942 hours to the development and improvement of the accelerator parameters. In addition, 360 hours were devoted to the maintenance and installation work during the synchrotron shutdown periods. Thanks to all the development and maintenance works, in 2021, the availability of the beam in the Centre reached 99% (6% improvement compared to the previous year). The mean time between failure (MTBF) reached 148.5h, which is a significant improvement compared to the last year, where this time was 76h, and the mean time to recover (MTTR) was 2.1h. The availability of the electron beam in individual months of the year is presented in Figure 2. As it can be seen, in most months, the availability was above 99%. In 2022, due to the downtime related to the planned expansion of the facility, in particular the experimental hall, and a significant modernization of the cooling system, the beam availability time was shortened by approx. 30% compared to the previous year and amounted to 3,236h. As in previous years, about 70% of this time was devoted to research on the experimental beamlines. The rest was spent on the improvement and maintenance of the synchrotron. The distribution of the total synchrotron operation time in the years 2021–2022, broken down into the research time for the beamlines and the time used for the development of the accelerators, is shown in Figure 3.

The availability of the beam in 2022 was slightly lower and amounted to 94%. The main cause was



Rysunek 2. Dostępność wiązki elektronowej oraz średni czas między utratą wiązki (MTBF) i średni czas powrotu do operacji (MTTR) w poszczególnych miesiącach w roku 2021 i 2022.

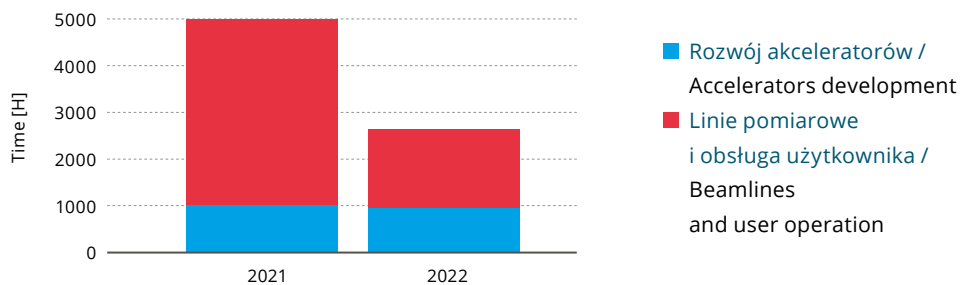
Figure 2. The availability of the electron beam together with the mean time before failures (MTBF) and the mean time to recover (MTTR) plotted per month in 2021 and 2022.

próżniowego w sektorze drugim synchrotronu. To spowodowało nieplanowany, tygodniowy przestój maszyny, celem wymiany uszkodzonego układu próżniowego i powrotu do parametrów nominalnych.

Na rysunku nr 4, zamieszczono rozkład średniego prądu wiązki elektronowej, dostarczanego Użytkownikom w poszczególnych miesiącach, w latach 2018–2022. Między lutym a lipcem 2021 r. średni prąd wiązki elektronowej był niższy niż w roku 2020 (ok. 250 mA), co było wynikiem poważnej awarii układów RF w pierścieniu. Mimo zaistniałej usterki, której diagnostyka oraz usuwanie było czasochłonne i wiązały się z długim okresem wyłączeniowym, została zachowana ciągłość pracy synchrotronu, poprzez pracę akceleratora przy zredukowanym prądzie. Usterka została naprawiona podczas planowego letniego okresu wyłączeniowego akceleratorów, bez straty dostępności infrastruktury dla Użytkownika. Od września 2021 możliwa była praca akceleratora przy nominalnym prądzie, ok. 400mA.

a failure related to the unsealing of the vacuum system in sector 2 of the synchrotron. This resulted in a week-long downtime of the machine aimed at the replacement of the vacuum system and the return to the nominal operating parameters.

Figure 4. shows the distribution of the average current delivered to a user in individual months in the years 2018–2022. Between February and July 2021, the average current of the electron beam was lower than in 2020 (approx. 250mA), which was the result of a serious failure of the RF circuits in the storage ring. Despite the malfunction, the diagnosis and removal of which was time-consuming and would involve a long downtime, the synchrotron operation was maintained at a reduced current. The failure was fixed during the planned summer shutdown period of the accelerators, without a loss of the infrastructure availability for users. From September 2021, it was possible to get back to the operation at a nominal current of approx. 400mA.



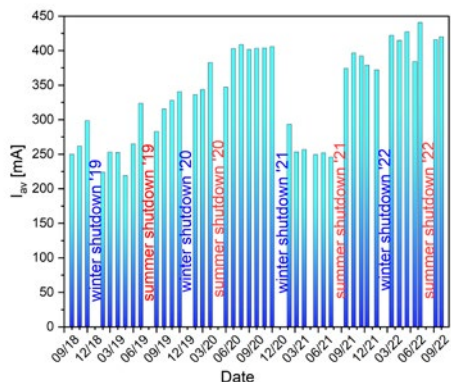
Rysunek 3. Całkowity czas pracy synchrotronu w latach 2021–2022 z podziałem na czas badawczy przeznaczony dla linii pomiarowych (niebieski) oraz na rozwój i optymalizację parametrów synchrotronu (czerwony).

Figure 3. The total beamtime of the synchrotron operation in 2021–2022 divided into beamtime for experimental beamlines (blue) and accelerator development and optimisation (red).

	CAŁKOWITY CZAS [h] TOTAL BEAMTIME [h]	DOSTĘPNOŚĆ [%] AVAILABILITY [%]	MTBF [h] MTBF [h]	MTTR [h] MTTR [h]
2021	4654 h	99.0%	168.7 h	2.2 h
2022	3236 h	94.0%	116 h	8.5 h

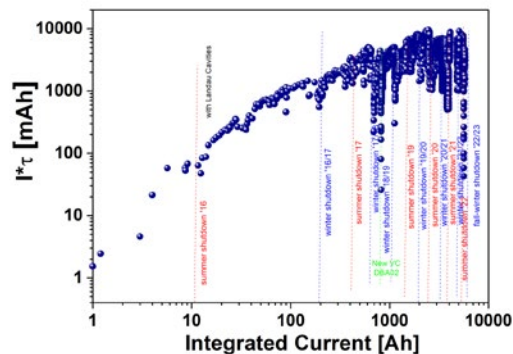
Tabela 2. Dane statystyczne działalności synchrotronu SOLARIS.

Table 2. Operation statistics of SOLARIS synchrotron.



Rysunek 4. Prąd wiązki dostarczany dla Użytkowników w poszczególnych miesiącach od początku obsługi Użytkowników (2018–2022).

Figure 4. The beam current delivered to users per month from the beginning of user operation (2018–2022).



Rysunek 5. Prąd zintegrowany w pierścieniu akumulacyjnym w funkcji iloczynu prądu wiązki i jej czasu życia.

Figure 5. Integrated current accumulated in the storage ring vs. beam current and lifetime product.

Rysunek nr 5 przedstawia zależność prądu zintegrowanego w pierścieniu akumulacyjnym w funkcji iloczynu prądu wiązki (I) i jej czasu życia (τ), od początku działania synchrotronu do końca 2022 roku. W przeciągu tego okresu nastąpił znaczący wzrost prądu dostarczanego dla Użytkowników z 250 mA na 450 mA. Czas życia wiązki osiągnął stałą wartość przy ok. 500Ah na poziomie 6Ah, co świadczy o postępującym kondycjonowaniu systemu próżniowego pierścienia synchrotronu. Na wykresie zauważalne są również spadki współczynnika $I \cdot \tau$ w pewnych okresach operacji. Jest to związane z instalacją nowych układów próżniowych w pierścieniu, które wymagały kondycjonowania, ale okres dojścia do parametrów nominalnych był w takich przypadkach krótki.

Najważniejsze prace rozwojowe synchrotronu w latach 2021–2022

W latach 2021–2022 prace rozwojowe synchrotronu związane były głównie z procesem wspierania funkcjonowania i poprawy stabilności wiązki elektronowej, a co za tym idzie także wiązki fotonowej na istniejących liniach pomiarowych. W ostatnich latach stworzono i wdrożono skrypty służące do kalibracji XBPM na frontendach linii DEMETER, PHELIX oraz POLYX. W roku 2021 dokonano modernizacji undulatora DEMETER, w tym instalacji i uruchomienia nowych zasilaczy do cewek. Szafa sterownicza wraz z komponentami PLC została przeniesiona z tunelu pierścienia do galerii serwisowej, co pozwoliło na swobodniejszy dostęp do tej infrastruktury. Zaprojektowano i wdrożono układ diagnostyczny służący do detekcji zaburzeń mających wpływ na pracę undulatora oraz przeprowadzono rozległe badania i testy jego otoczenia pod kątem wibracji, zaburzeń w układzie elektrycznym, geometrii, itp.

Ponadto Dział Akceleratorów wspiera aktywnie projektowanie, instalacje i uruchamianie nowych linii pomiarowych. W latach 2021–2022 prace te skupiały się na instalacji i uruchomieniu front endu nowej linii pomiarowej POLYX oraz pomocy i udziale w instalacji próżniowej linii pomiarowej ASTRA. Dodatkowo,

Figure 5. shows the dependence of the integrated current in the storage ring as a function of the product of the beam current (I) and its lifetime (τ) from the beginning of the synchrotron operation until the end of 2022. During this time, there was a significant increase of the current delivered to users, which raised from 250 mA to 450 mA. The lifetime of the beam reached a constant value at the level of 6Ah at ca. 500Ah, which proves the progressive conditioning of the synchrotron ring vacuum system. The graph also shows drops in the $I \cdot \tau$ coefficient in certain periods of operation. This is related to the installation of new vacuum systems in the ring, which required conditioning, but in such cases, the period of reaching nominal parameters was short.

The Most Important Developments of the Synchrotron in 2021–2022

In the years 2021–2022, the synchrotron development works were mainly related to the process of supporting operations and improving the stability of the electron beam, and thus the photon beam, on the existing beamlines. In recent years, scripts for XBPM calibration have been written and implemented on the frontends of the DEMETER, PHELIX and POLYX beamlines. In 2021, the DEMETER undulator was modernized, including the installation and commissioning of new coil power supplies. The control cabinet with PLC components was moved from the ring tunnel to the service gallery, which allowed easier access to the undulator's infrastructure. An additional diagnostic system was designed and implemented for detecting any disturbances that might affect the functionality of the undulator. Furthermore, an extensive research and tests of the undulator's surroundings were conducted to identify vibrations, electrical circuit malfunctions, geometry changes, etc. In addition, the Accelerators Department actively supports the design, installation and commissioning of new experimental beamlines. In 2021–2022, these works focused on the installation and commissioning

zamówiona została nowa, zmodyfikowana komora VK1 z lustrem M1-FMB dla linii CIRI wraz z komorą na podcierwień. Opracowano szczegółowy plan instalacji w pierścieniu, w tym zaprojektowanie i wykonanie narzędzi niezbędnych do przeprowadzenia tej operacji (np. nowy stół do instalacji). Instalacja ta wraz z uruchomieniem linii planowania jest na rok 2023. Kolejna linia będąca w fazie projektowej, w którą zaangażowany jest Dział Akceleratorowy, to linia na twarde promieniowanie X. Źródłem tego promieniowania będzie magnes o silnym polu w granicach 3-4,5 T. W ostatnich latach prace działu skupione były na doborze odpowiedniego źródła promieniowania wraz z jego integracją w pierścieniu akumulacyjnym, co wiązało się z modyfikacjami oraz zaprojektowaniem komór próżniowych, celem efektywnego wyprowadzenia promieniowania synchrotronowego o dużej mocy. Projekt jest w toku, a jego zakończenie planowane jest na rok 2024.

1. Rozwój i usprawnienia korekcji orbity.

W roku 2021 podjęto działania związane z optymalizacją działania korekcji orbity (ang. slow orbit feedback – SOFB). Została ona wykonana poprzez implementację algorytmu relaksacji korekcji opracowanego w SOLARIS. Algorytm optymalizacji wykorzystuje odpowiedź korektorów na zmianę przesunięcia BPM. Pozwala to na ustawienie nowej Złotej Orbity, w wyniku czego nastąpiła redukcja prądu w zasilaaczach korektorów z obszaru nasycenia sięgającego 11 A, do wartości poniżej 5 A. To również doprowadziło do redukcji poboru mocy elektrycznej o ponad 80% – od: 603 W do 113 W, co dało oszczędności w zużyciu energii elektrycznej na poziomie 372 kWh miesięcznie. Nowa orbita nie ma zauważalnego wpływu na parametry takie jak czas życia, chromatyczność i dyspersja. Potwierdzono również brak wzrostu temperatury termopar w pierścieniu. Jednakże zanotowano spadek wartości emitancji pionowej o 25% przy nowej orbicie.

System szybkiej korekcji orbity (ang. fast orbit feedback-FOFB), o wiele bardziej zaawansowany i mniej

of the frontend of the new POLYX beamline, as well as the assistance and participation in the vacuum installation of the ASTRA beamline. In addition, a new, modified VK1 chamber with a M1-FMB mirror was ordered for the CIRI beamline together with an infrared chamber. A detailed plan for the installation in the storage ring was developed, including the design and manufacture of tools necessary for the installation process (e.g. a new installation table). This installation, together with the commissioning of the beamline, is scheduled for 2023. Another demanding beamline in the design phase is the hard X-ray beamline. The source of this radiation will be a magnet with a strong magnetic field of 3-4.5 T. In recent years, the Department's work has been focused on the selection of an appropriate radiation source together with its integration with the storage ring, which involves modifications and redesign the vacuum chambers in order to effectively extract high-power synchrotron radiation. The project is ongoing and is scheduled for completion in 2024.

1. Development and improvements of the orbit correction.

In 2021, new steps were taken to optimize the operation of the slow orbit correction (SOFB). Correction optimization was performed by implementing the correction relaxation algorithm developed at SOLARIS. The optimization algorithm uses the response matrix to change the BPM offset. This allowed to set a new Golden Orbit, as a result of which the power supplies of the correctors reduced the current from the saturation level of 11 A to a value below 5 A. Furthermore, this results in electric power reduction by more than 80% from 603 W to 113 W, thus 372 kWh less energy is consumed monthly. The new orbit has no noticeable effect on parameters such as vibration, chromaticity or dispersion. No increase in the temperature of the ring thermocouples was detected. Nevertheless, we have a 25% decrease in vertical emittance with a new orbit.

krytyczny dla rozruchu, był przewidziany jako późniejszy dodatek do projektu. Aktualnie Dział Akceleratorów jest w trakcie wdrażania tego dodatku. Od kilku lat instalowane były szybkie korektory w pierścieniu akumulacyjnym. Z końcem roku 2021 proces montażu został zakończony. Zainstalowano 24 magnesy oraz 24 zasilacze. System został podłączony, uruchomiony i przetestowany. Jego głównym motorem napędowym jest elektronika Libera Brilliance+ Instrumentation Technologies ze ścieżką danych Fast Acquisition i konfigurowalnymi modułami FPGA. Algorytm sprzężenia zwrotnego działający sprzętowo zapewnia szybkie obliczenia i bezpośrednią komunikację z szybkimi zasilaczami. Wykonano pierwsze pomiary macierzy odpowiedzi i testy sprawdzające poprawność koncepcji. Częstotliwość próbkowania korekcji wynosi 10 kHz. Sprzężenie zwrotne wykorzystuje 3 monitory położenia wiązki i 2 połączone dwupłaszczyznowe magnesy korekcyjne na komórkę DBA. Wszystkie połączenia pętli sprzężenia zwrotnego są realizowane sprzętowo w celu wyeliminowania opóźnień w sieci i systemie sterowania. Trwają prace nad dedykowanym oprogramowaniem do sterowania i wprowadzania parametrów. Pełne wdrożenie algorytmu i uruchomienie przewidziane jest na rok 2023. FOFB pozwoli na niezaburzoną pracę wiązki elektronowej, a co za tym idzie fotonowej, przy jednoczesnych zmianach ustawień urządzeń wstawkowych. Będzie to znaczące usprawnienie dla obecnie działającej korekcji.

2. Rozwój aplikacji wspierającej proces zdalnego wstrzykiwania wiązki.

W czasie pandemii COVID-19 opracowano nowe oprogramowanie wspierające pracę zdalną – One Button Machine (OBM), co umożliwiło automatyczne sekwencjonowanie całego procesu wstrzykiwania, począwszy od zrzutu wiązki, wstrzykiwania, zwiększania energii, aż po dostarczenie wiązki do Użytkowników. Oprogramowanie zostało uruchomione jako prosty ogranicznik prądu wstrzykiwanego do bezpiecznego zdalnego wstrzyknięcia w przypadku

The fast orbit feedback (FOFB) system, much more advanced and less critical to launch, was envisioned as a later addition to the project. Currently, the Accelerators Department is in the process of implementing this add-on. Fast correctors have been installed in the storage ring for several years. At the end of 2021, the installation process was completed. 24 magnets and 24 power supplies were installed. The system was connected, started up and tested. The main workhorse of the system is Libera Brilliance+ Instrumentation Technologies electronics with Fast Acquisition data path and configurable FPGA modules. The hardware-based feedback algorithm ensures fast calculations and direct communication with high-speed power supplies. First response matrix measurements and proof-of-concept tests were already performed. The design frequency of the correction is 10 kHz. The feedback uses 3 beam position monitors and 2 combined bipolar correction magnets per DBA cell. All feedback loop connections are hardware-based in order to eliminate delays in the network and control system. Works on a dedicated software for controlling and entering parameters are underway. The implementation and full launch of the algorithm is scheduled for 2023. FOFB will allow for undisturbed operation of the electron beam, and thus the photon beam, while changing the settings of the insertion devices. This will be a significant improvement to the current correction.

2. One Button Machine Software.

During the COVID-19 pandemic, new software, One Button Machine (OBM), was developed and implemented in the control room. This allowed automatic sequencing of all injection processes starting from beam dump, injection, energy ramping up to beam delivery to support users' remote operation.

The software started as a simple injected current limiter for safe remote injection in case of communication failure. Then, more and more steps of the injection procedure were incorporated. In its current

awarii komunikacji. Następnie dodawano kolejne etapy procedury iniekcji. W obecnej postaci prawie cała procedura może być wykonywana automatycznie, a operator uruchamia tylko wybrane sekwencje w określonej kolejności. Aplikacja oferuje odczyt najistotniejszych parametrów, automatyczne zatrzymanie przy blokadzie, dwa tryby zwiększania mocy wnęki oraz automatyczną konfigurację frontendów i urządzeń wystawkowych do pracy z wiązką. OBM stał się doskonałym narzędziem codziennej pracy, przydatnym również do strojenia parametrów akceleratora liniowego podczas iniekcji, oraz jako ściągawka szkoleniowa dla nowych operatorów.

3. Rozwój monitorów obrazujących wiązkę elektronową.

W roku 2021 przeprojektowano a następnie zmodyfikowano końcowy odcinek akceleratora liniowego. Blok zrzutu wiązki został oddalony, a w jego miejsce zainstalowano układ optyczny (kamera, scyntylator, lustro, przesłony) do pomiarów długości i rozmiarów poprzecznych wiązki. Taka konfiguracja pozwoli również na wykonywanie dodatkowych eksperymentów z wiązką elektronową i oddziaływaniem elektronów jak i promieniowania gamma na materię.

Ponadto trwa rozwój linii optycznej LUMOS. W 2022 roku układ został poszerzony o dodatkowe komponenty. Została dodana szybka dioda, która wraz z oscyloskopem pozwala na dokładny pomiar wypełnienia pierścienia akumulacyjnego paczkami elektronowymi. Układ ten wspiera również prace nad rozwojem nowych modów operacji pierścienia, tj. pojedynczej paczki elektronowej (ang. single bunch mode), które pozwolą na poszerzenie oferty badawczej Ośrodka SOLARIS.

4. Projekt nowego akceleratora liniowego o energii 1.5 GeV.

W roku 2021 rozpoczęto zaawansowane prace nad projektem nowego akceleratora liniowego, który będzie przyspieszał wiązkę elektronów do energii

form, almost the full procedure can be done automatically, with an operator running selected sequences in a specified order. The application features the most relevant parameter readout, automatic stop on interlock, two cavity power increase modes and automatic configuration of beamline frontends and insertion devices for beam operation.

It has become a great tool for a day-to-day activity, useful not only for tuning the linac parameters during injection, but also as a training cheat sheet for new operators.

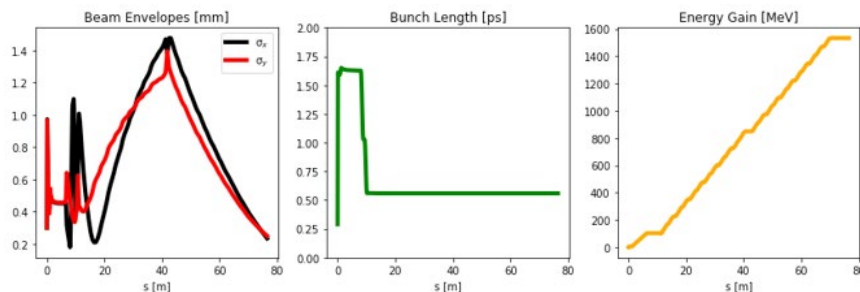
3. Development of electron beam monitors.

In 2021, the final section of the linear accelerator was redesigned and modified. The beam dump block was moved away and in its place an optical system (camera, scintillator, mirrors, shutters) was installed to measure the length and transverse dimensions of the electron beam. This configuration will also be used for additional experiments with the electron beam and the interaction of electrons and gamma radiation with matter.

In addition, the development of the LUMOS optical beamline is underway. In 2022, the layout was expanded with additional components. A fast diode has been added, which, connected to the oscilloscope, allows accurate measurements of the filling pattern of the storage ring with electron bunches. This system also supports work on the development of new ring operation modes, in this case a single bunch mode, which will allow to expand the research offer of SOLARIS Centre.

4. Design of the new 1.5 GeV linear accelerator.

In 2021, advanced work has begun on the design of a new linear accelerator that will accelerate the electron beam to the energy of 1.5 GeV. The project is based on a linac system operating mainly in the C-band technology with the photocathode RF gun. The design of the optics and advanced simulations using the Astra and Elegant codes has been



Rysunek 6. Ewolucja parametrów wiązki elektronowej wzdłuż akceleratora liniowego – od lewej: rozmiary poprzeczne wiązki, długość wiązki i energia.

Figure 6. Evolution of the electron beam parameters along the linear accelerator – from the left: transverse dimensions of the beam, beam length and energy.

1.5 GeV. Projekt bazuje na układzie liniaka pracującego głównie w paśmie C z działem wysokoczęstotliwościowym z fotokatodą. Dotychczas wykonany został projekt optyki oraz zaawansowane symulacje z pomocą kodów Astra i Elegant, przy pomocy których optymalizowany jest kształt i rozmiary wiązki elektronowej. Celem jest uzyskanie wiązki krótkiej poniżej 1 pikosekundy, o bardzo małej emitancji znormalizowanej rzędu 0.5 mmmrad. Na rysunku nr 6 przedstawiono niektóre wyniki tych optymalizacji, takie jak rozmiary wiązki oraz wzrost energii elektronów wzdłuż liniaka. Projekt jest w toku. Aktualnie projektowany jest układ diagnostyki i korekcji trajektorii wiązki, a w następnej kolejności projektowane będzie dystrybucja systemu RF, magnesy oraz system próżniowy wraz z mechaniką wspierającą cały układ.

Inne projekty rozwojowe

W 2022 roku zajęto się modernizacją układów elektronicznych do sterowania i stabilizacji fazy sygnałów RF w akceleratorze liniowym. Układy te są kluczowe przy synchronizacji wiązki elektronowej z falą elektromagnetyczną w układzie liniaka.

Nowy układ całkowicie zaprojektowany i gotowy do użycia widoczny jest na zdjęciu nr 1. Układ wykonano na płycie PCB, gdzie zintegrowano niezbędne komponenty. Dodano również szybkie przełączanie fazy (<10ns) i usunięto zbędne komponenty ze starego projektu.

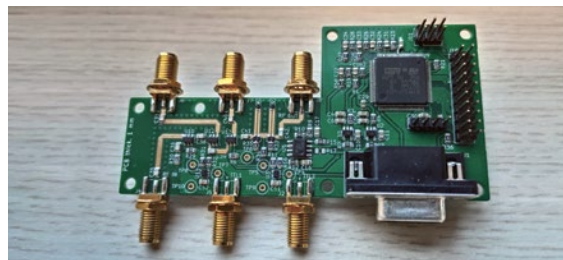
done, with the help of which the shape and size of the electron beam is optimized. The goal is to obtain a short beam of less than 1 picosecond with a very low normalised emittance of 0.5 mmmrad. Some results of these optimizations, such as beam sizes and the increase in electron energy along the linac are shown in Figure 6. The project is in progress: the diagnostics and beam trajectory correction system are currently being designed, followed by the design of the RF system distribution, magnets, and the vacuum system together with all mechanics supporting the entire setup.

Other Developments

In 2022, a modernization of electronic systems for controlling and stabilizing the phase of RF signals in the linear accelerator was undertaken. These systems are crucial for the synchronization of the electron beam with the electromagnetic wave in the linac system.

The new layout, completely designed and ready for use, is shown in Photo 1. The layout was made on a PCB where the necessary components were integrated. The fast phase switching (<10ns) was also added and redundant components from the old design were removed.

In addition, a plasma cleaning station constructed at SOLARIS NSRC will be used to remove carbon



Zdjęcie 1. Układy elektroniczne do sterowania i stabilizacji fazy sygnałów RF w akceleratorze liniowym.

Photo 1. Electronic circuits for controlling and stabilizing the phase of RF signals in a linear accelerator.

fot./photo: Piotr Andryszczak

Ponadto w NCPS SOLARIS skonstruowano stację czyszczenia plazmowego, która służyć będzie do usuwania związków węgla z układów optycznych. System wyposażony jest w aluminium antenę zainstalowaną w komorze próżniowej, w której można umieścić elementy optyczne. Antena jest połączona ze skonstruowanym na miejscu generatorem plazmy. Plazma niskociśnieniowa jest generowana w tlenie, azocie lub powietrzu. Czyste gazy są wprowadzane do komory próżniowej przez zawór dozujący. Plazma generowana jest przy ciśnieniu od 5×10^{-1} do 5×10^{-3} mbar poprzez impuls RF o mocy 47 dBm (50 W), częstotliwości 37,560 MHz. Pierwsze testy oczyszczania próbek pokazały, że układ działa poprawnie, a po zabiegu czyszczenia obserwuje się znaczną redukcję sygnału węglowego z jej powierzchni.

compounds from optical systems. The device is equipped with an aluminium antenna installed in a vacuum chamber in which optical elements can be placed. The antenna is connected to a plasma generator constructed on-site. Low pressure plasma is generated in oxygen, nitrogen or air. Pure gases are introduced through a dosing valve into the vacuum chamber, where plasma is generated at a pressure of 5×10^{-1} to 5×10^{-3} mbar by an RF pulse with a power of 47 dBm (50 W) and frequency of 37.560 MHz. The first tests of a sample cleaning showed that the system works properly and a significant reduction of the carbon signal from the surface after the cleaning procedure is observed.



Zdjęcie 2. Zespół Działu Akceleratorów przed budynkiem Centrum SOLARIS – maj 2022 r.

Photo 2. Department of Accelerators in front of the building – May 2022.

fot./photo: Joanna Kowalik

Zadania CS IT

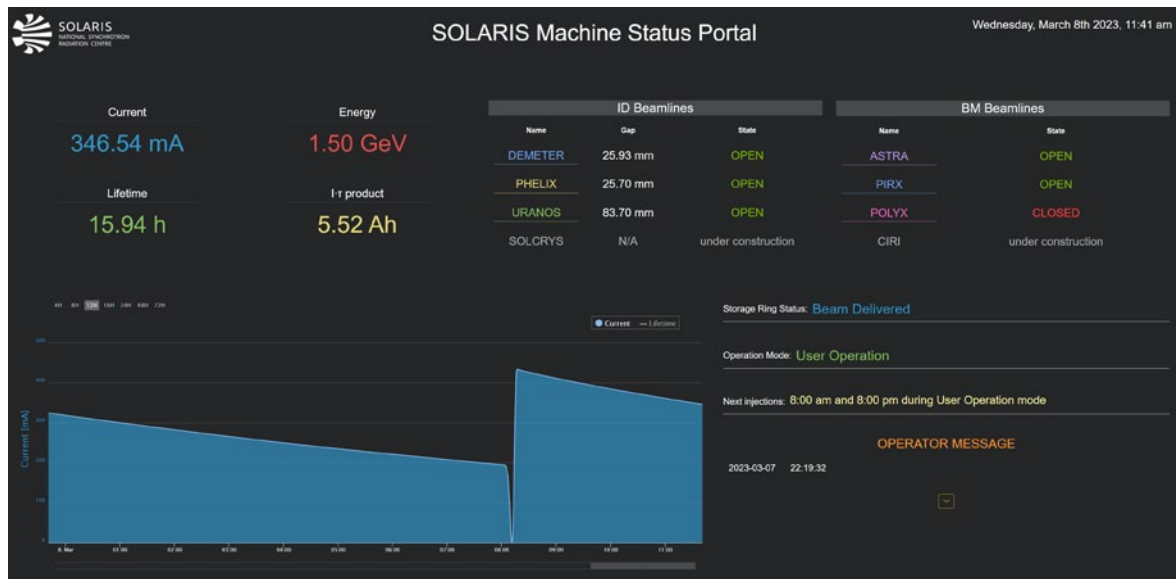
*mgr inż. Ireneusz Zadworny,
mgr inż. Michał Piekarski,
inż. Nadia Jamrozik,
mgr inż. Mirosław Burzyński*

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 opracowany w synchrotronie ESRF, oparty na mikroserwisach system sterowania. Wraz z dodatkowymi narzędziami środowiska Tango (takimi jak Sardana, Taurus czy Taranta) zapewnia on zarówno kontrolę i sterowanie urządzeniami, ale także dostarcza Użytkownikom możliwość wysokopoziomowego sterowania za pomocą systemów typu SCADA czy

CS IT Projects

*MSc. Eng. Ireneusz Zadworny,
MSc. Eng. Michał Piekarski,
Eng. Nadia Jamrozik,
MSc. Eng. Mirosław Burzyński*

To ensure reliable control, monitoring and diagnostics of such a complex and distributed research infrastructure as a synchrotron, appropriate programming tools are needed on many levels. SOLARIS, like many other research centres of this type, uses the Tango Controls system developed in the ESRF synchrotron and based on microservices. Together with additional tools of the its environment (such as Sardana, Taurus or Taranta), Tango allows not only control of devices, but also provides users with the high-level control using SCADA systems, as well as many macros to support research experiments. In SOLARIS, the Tango system controls over 3,000 devices and processes several thousand diagnostic signals.



Rysunek 1. Portal przedstawiający status synchrotronu.

Figure 1. SOLARIS Machine Status Portal

automatyzacji poprzez makra do obsługi eksperymentów badawczych. W SOLARIS, system Tango Controls nadzoruje ponad 3000 urządzeń, przetwarzając kilkadziesiąt tysięcy sygnałów diagnostycznych. Podstawowym zadaniem realizowanym przez grupę kontroli w tym zakresie jest utrzymanie, rozwój i wsparcie obsługi urządzeń oraz aplikacji Użytkownika w systemie Tango.

Grupa kontroli obrała trzy strategiczne ścieżki rozwoju. Pierwsza z nich dotyczy automatyzacji i inteligencji obliczeniowej procesów i usług, a więc odciążenie Operatorów od powtarzalnych czynności, zwiększenie niezawodności oraz optymalizację czasu wykonywania pomiarów. Przykładem może być automatyczne pozycjonowanie elementów optycznych za pomocą zaimplementowanego regulatora PID. Drugą ścieżką jest, zgodnie z obecnym trendem, zwiększenie udziału projektów webowych w ogóle tworzonych aplikacji. Jako przykład mogą tutaj posłużyć serwisy status synchrotronu czy monitorów radiacji. Tego typu aplikacje cechują się skalowalnością i dostępnością dla Użytkownika. Nie potrzebują instalacji, aktualizacji – wymagana jest jedynie przeglądarka internetowa. Trzecim strategicznym filarem rozwoju jest rozbudowa systemu wytwarzania oprogramowania oraz zarządzania systemami. Wdrożono konteneryzację wielu projektów oraz zarządzanie nimi w oparciu o platformę Kubernetes.

W zakresie infrastruktury IT zakupiliśmy nową macierz dyskową – hybrydową o pojemności ponad 500 TB. Pozwoliło to na konsolidację systemu wirtualizacji oraz utworzenie wysoko dostępnego środowiska dla wszystkich systemów informatycznych i systemu kontroli.

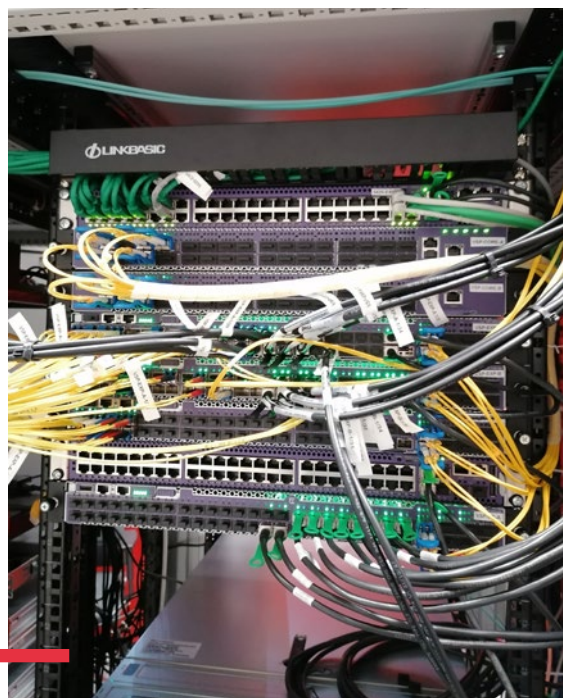
Zdjęcie 1. Fragment infrastruktury sieciowej.

Photo 1. A part of the network infrastructure.

fot./photo: Ireneusz Zadworny

The main task of the Control Group in this matter is to maintain, develop and support the operation of devices and user applications in the Tango ecosystem.

The Control Group has chosen three strategic development paths. The first one concerns the automation and computational intelligence of processes and services, thus helping Operators in repetitive tasks, increasing reliability and optimizing execution time, e.g. automatic positioning of optical elements using the implemented PID controller. The second path, following the current trends, is to increase the percentage of web projects in all of the created applications, e.g. the status of the synchrotron or radiation monitors portals. These types of applications are characterized by scalability and accessibility for the user; they do not require installation or updating – only a web browser is needed. The third strategic pillar is upgrade of the software development, deployment and services management system. Containerization and management of many projects based on the Kubernetes platform has been implemented.



Wdrożony został system transferu danych wytworzonych na liniach pomiarowych. Nasi użytkownicy mogą zgodnie z polityką Ośrodka pobierać dane, które uzyskali w ramach eksperymentów. Został też w pełni dopracowany mechanizm zdalnego eksperymentu na liniach dla Użytkowników, którzy nie mogą przyjechać. Mechanizm tego dostępu jest też wykorzystywany w przypadku eksperymentu (pomiaru) hybrydowego, gdy pojedynczy członkowie zespołu pomiarowego są nieobecni na terenie Centrum, ale mogą czynnie brać udział w pomiarach na liniach eksperymentalnych.

Bardzo duża zmiana nastąpiła w infrastrukturze sieciowej. Zastosowaliśmy rozwiązanie Fabric Connect firmy Extreme Networks. Jest ono architekturą sieci szkieletowej (i nie tylko) opartej o tzw. „Ethernet Fabric”. Nazwa nawiązuje do schematu połączeń urządzeń, który przypomina siatkę splecioną jak włókna w tkaninie (ang. Fabric). Fabric Connect wykorzystuje tunelowanie w warstwie 2 (tzw. MAC in MAC) z wykorzystaniem protokołu SPBm (Shortest Path Bridging MAC mode), unikanie pętli oraz routing, który jest realizowany za pomocą Shortest Path Bridging (SPB – 801.aq) z wykorzystaniem protokołu IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) jako warstwą kontroli. W czasie tego wdrożenia pojedynczy przełącznik główny został zamieniony na osiem przełączników rdzeniowych pozwalających na pełną redundancję przełączników dostępowych. Istotnym aspektem tego rozwiązania jest możliwość rozprowadzenia przełączników rdzeniowych po całym budynku – daje to efekt elastyczności infrastruktury sieciowej w kontekście nowych pomieszczeń powstających w ramach rozbudowy Ośrodka, takich jak nowa serwerownia, centrum obliczeniowe czy infrastruktura kriomikroskopów.

W SOLARIS został opracowany i zaimplementowany system obsługi Użytkowników DUO, który jest nadal rozwijany. Grupa rozwoju i wsparcia systemu DUO skupiała się przede wszystkim na rozwoju funkcjonalności wniosków o czas badawczy, oceny naukowej oraz przygotowaniu aplikacji do możliwości wdrożenia kalendarzy liniowych.

As regards the IT infrastructure, we purchased a new hybrid disk array with a capacity of over 500 TB. This allowed us to consolidate the virtualization system and create a highly available environment for all information and the control system.

We also succeeded in creating a system for transferring the measurement data produced by the beam-lines. In accordance with the Centre’s policy, our users can download the data they obtained in experiments. A mechanism for conducting remote experiments has also been fully developed. That mechanism is used in hybrid experiments (measurement), i.e. when individual users are not present at the Centre, but can actively participate in the measurements on the experimental lines.

Furthermore, the network infrastructure has been greatly improved. We have implemented the Fabric Connect solution delivered by Extreme Networks. This solution is a backbone network architecture (and beyond) based on the so-called Ethernet Fabric. The name refers to a device connection scheme, which resembles a mesh interwoven like fibres in a fabric. Fabric Connect uses Layer 2 tunnelling (the so-called MAC in MAC) using Shortest Path Bridging MAC mode (SPBm), loop avoidance and routing, which is implemented by using Shortest Path Bridging (SPB – 801.aq) with Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) as the control layer. During this implementation, a single core switch was replaced with 8 core switches allowing full redundancy of the access switches. Importantly, this solution makes it possible to distribute the core switches throughout the building, which is especially useful in the context of the Centre’s expansion, e.g. a new server room, a computing centre or a microscope facility.

SOLARIS created and implemented the Digital User Office system, which is still being developed. The DUO system development and support group focused primarily on the improvement of the proposals functionality, scientific evaluation and preparation of the application for the possibility of implementing



Zdjęcie 2. Zespół Działu Systemów Kontroli i IT przed budynkiem Centrum SOLARIS – maj 2022 r.

Photo 2. Department of Control Systems & IT in front of the building – May 2022.

fot./photo: Joanna Kowalik

poprawić działanie aplikacji, usunąć błędy oraz wciąż dostosowywać aplikację tak aby spełniała standardy ISO 27001.

Należy zaznaczyć, że SOLARIS uzyskał ponowną certyfikację w zakresie wdrożenia i stosowania systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji zgodnie z normą ISO 27001.

Ważnym punktem jest także współpraca międzynarodowa, udział oraz głos w wielu konferencjach branżowych i spotkaniach roboczych. Każdorazowo staramy się być obecni na najważniejszych tego typu wydarzeniach. W związku z tym uczestniczyliśmy m. in. Tango Meeting – spotkaniu Użytkowników systemu Tango Controls, które odbyło się w MAX IV w Lund oraz Taranta Meeting, podczas którego prezentowane były najnowsze projekty webowe. Warty wspomnienia jest także Szkoła Letnia programu Sylinda, która miała miejsce w synchrotronie Alba oraz spotkanie robocze projektu Sardana. Dodatkowo odbywały się liczne sympozja i webinary w tematyce m.in. przetwarzania i przechowywania danych pomiarowych.

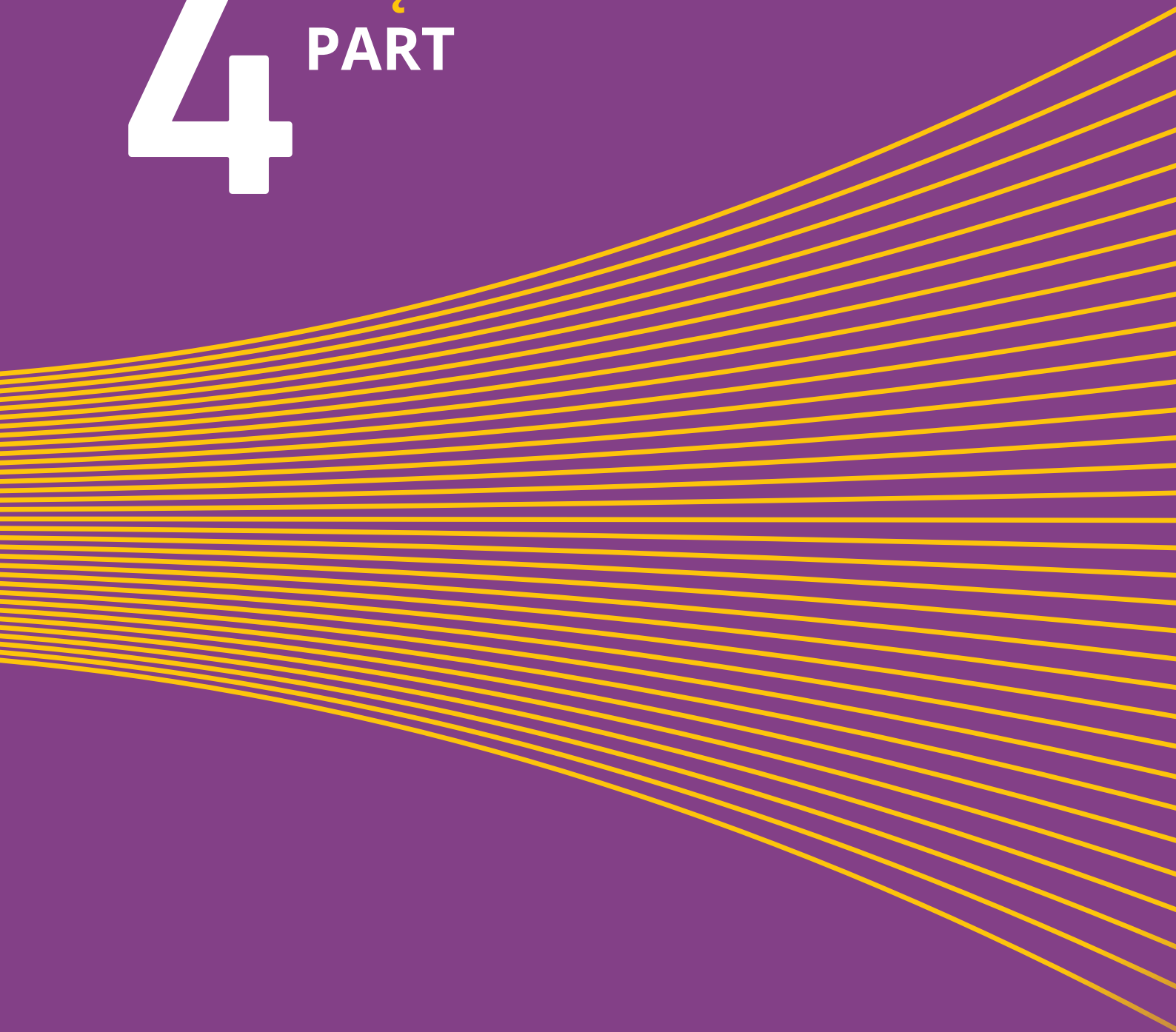
the DUO group. In recent years, we have managed to significantly improve the operation of the application, remove errors and adapt the application to meet the ISO 27001 standard.

It should be noted that SOLARIS has been re-certified for the implementation and use of the information security management system in accordance with the ISO 27001 standard.

Another vital undertaking is international cooperation, participation and active voice in many workshops and meetings. In June, the group participated in two events: Tango Meeting – a meeting of Tango Controls system users – in MAX IV in Lund, where current projects were presented, and Taranta Meeting that focused on web projects. In November, the Synchrotron Alba hosted the Summer School of the Sylinda programme (a project under Horizon 2020) and a development meeting of the Sardana project. In addition, numerous meetings and conferences were held on topics such as the processing and storing of scientific data.

4

CZĘŚĆ
PART





**Współpraca
krajowa
i zagraniczna**

**National and
international
cooperation**

Współpraca krajowa

*mgr inż. Kinga Wróbel,
dr hab. Jakub Szlachetko, prof. UJ
dr Adriana Wawrzyniak*

Centrum SOLARIS jest ważnym punktem na mapie naukowej w Polsce. Stawiając coraz odważniejsze kroki nawiązujemy współpracę z kolejnymi instytucjami, zdając sobie sprawę, że taka wymiana wiedzy i doświadczeń leży u podstaw prowadzenia nauki na najwyższym poziomie. Tworzenie konsorcjów i włączenie do pracy najlepszych specjalistów w kraju jest kluczowe do realizacji projektów z sukcesem. Owocem tego są najlepsze publikacje w renomowanych czasopismach, powstające w wyniku kooperacji między dwoma lub trzema ośrodkami badawczymi. Bliska współpraca umożliwia realizację nowych projektów linii badawczych, rozwój infrastruktury, prowadzenie nowoczesnych badań naukowych, przyciąganie nowych Użytkowników, ale także prowadzi do szerzenia wiedzy o ośrodku i popularyzacji nauki.

→ Kluczowym partnerem dla Centrum SOLARIS jest **Polskie Towarzystwo Promieniowania Synchrotronowego (PTPS)**. Dzięki wieloletnim staraniom naukowców z tego środowiska udało się zdobyć finansowanie na budowę synchrotronu w Polsce. Działania naukowców z PTPS na co dzień wspierają Centrum, szerząc świadomość istnienia SOLARIS w Polsce oraz przybliżając możliwości badawcze, jakie daje wykorzystanie promieniowania synchrotronowego. Zwieńczeniem współpracy jest odbywające się co dwa lata spotkanie „Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users”, które w roku 2022 zgromadziło około 150 specjalistów i sympatyków synchrotronu, dając przestrzeń do wymiany wiedzy naukowej i dyskusji dot. działania ośrodka.

National cooperation

*Msc. Eng. Kinga Wróbel,
Prof. Jakub Szlachetko,
Dr. Adriana Wawrzyniak*

SOLARIS is an important point on the scientific map in Poland. Taking increasingly bold steps, we have established partnership with further institutions, realizing that such an exchange of knowledge and experience is at the heart of conducting science at world-class level. The formation of consortia and the inclusion of the best specialists in the country is key to the successful implementation of projects that resulted in publications in the most reputable journals. A close cooperation between research centres makes it possible to implement new research beamline projects, develop infrastructure, conduct cutting-edge research, attract new users, but also leads to the spread of knowledge about the Centre and science popularization.

→ A key partner for SOLARIS Centre is the **Polish Synchrotron Radiation Society (PSRS)**. Thanks to the long-standing efforts of scientists, a funding was obtained for the construction of a synchrotron in Poland. The activities of PSRS scientists support the Centre on a daily basis, spreading awareness of SOLARIS existence in Poland and promoting research opportunities offered by the use of synchrotron radiation. The cooperation finally led to the biennial 'Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users', which in 2022 brought together about 150 specialists and supporters of the synchrotron, providing a space for the exchange of scientific knowledge and discussion of the operation of the Centre.

→ W tym samym roku (2022) SOLARIS rozpoczął współpracę z zespołem badawczym z **Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach**, w obszarze wykorzystania twardego promieniowania rentgenowskiego w badaniach spektroskopowych. W ramach współpracy, przeprowadzono instalację spektrometru na linii ASTRA oraz opracowano projekt nowej linii badawczej dedykowanej wysokorozdzielczej spektroskopii rentgenowskiej. Projekt, koordynowany jest przez Instytut Fizyki UJK przy współpracy z Instytutem Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, Instytutem Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu, PORT Sieci Badawczej Łukasiewicz we Wrocławiu oraz Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH.

→ W obszarze badań stosowanych nawiązano współpracę z naukowcami z **Wydziału Chemii oraz Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego oraz Instytutem Fizyki UJK** w Kielcach. Rozpoczęte działania mają na celu opracowanie koncepcji linii badawczej z detekcją fotoelektronów z wykorzystaniem środowiska w warunkach podwyższonego ciśnienia (tzw. NAP-XPS).

→ Niewątpliwym sukcesem ostatniego roku było podpisanie porozumienia z **Siecią Badawczą Łukasiewicz – Krakowskim Instytutem Technologicznym (KIT)**. Współpraca obejmuje prowadzenie badań naukowych, podejmowanie projektów rozwojowych oraz wymianę doświadczeń. Specjaliści z SOLARIS przeprowadzili szereg szkoleń dla pracowników Sieci Łukasiewicz w zakresie wykorzystania promieniowania synchrotronowego do badań.

→ **Laboratorium Neutronowej Analizy Aktywacyjnej** to projekt, w którego powstanie zaangażowanych jest dziewięć polskich instytucji na czele z naukowcami z Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ. Laboratorium pozwoli na



Zdjęcie 1. Konferencja „Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users”.

Photo 1. The conference ‘Joint Meeting of PSRS Members and SOLARIS Centre Users’.

fot./photo: Joanna Kowalik

→ In the same year (2022), SOLARIS developed partnership with a research team from the **Institute of Physics of Jan Kochanowski University of Kielce** in the area of using hard X-rays in spectroscopic research. The installation of a spectrometer on the ASTRA beamline was carried out, and the design of a new research beamline dedicated to high-resolution X-ray spectroscopy was prepared. The project is coordinated by the Institute of Physics at the JKU in cooperation with the Institute of Physical Chemistry of the Polish Academy of Sciences in Warsaw, the Institute of Low Temperatures and Structural Research of the Polish Academy of Sciences in Wrocław, the PORT Łukasiewicz Research Network in Wrocław, as well as the Academic Centre for

prowadzenie unikatowych badań biomedycznych w zakresie testowania nowych nośników wychwytu neutronów dla terapii neutronowej NCT (Neutron Capture Therapy), a także badania materiałowe w zakresie nieinwazyjnego wykrywania substancji niebezpiecznych oraz charakteryzacji materiałów osłonowych i detektorów promieniowania, zarówno w polu promieniowania gamma, w zakresie energii do 10 MeV, jak i neutronów termicznych i szybkich.

- Centrum SOLARIS wraz z **Instytutem Chemii Fizycznej PAN w Warszawie** podjęło się realizacji wspólnych projektów polegających na badaniu m.in. przemian chemicznych, materiałów istotnych dla katalizy i nowych związków molekularnych.
- SOLARIS od momentu swojego powstania prowadzi stałą współpracę z ekspertami przy instalacji i obsłudze poszczególnych linii badawczych. Doskonałym tego przykładem jest wieloletnia kooperacja z **Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH, Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera, Zespołem Nanostruktur Powierzchniowych Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH** przy budowie, pracach rozwojowych, jak i bieżącej eksploatacji linii PIRX i DEMETER. Taka praktyka wymiany wiedzy i doświadczeń jest kontynuowana na co dzień w postaci oddelegowania specjalistów z tych ośrodków do opieki nad liniami badawczymi oraz prowadzenia prac rozwojowych.
- Zaangażowanie zewnętrznych ekspertów z **Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ** obejmuje również zespół opiekujący się linią URANOS. Naukowcy – konsultanci zatrudnieni na co dzień na WFAiIS pomagają przy obsłudze Użytkowników oraz służą im swoim doświadczeniem.

Materials and Nanotechnology of AGH University of Science and Technology.

- In the area of applied research, cooperation has been established with scientists from **University of Warsaw Biological and Chemical Research Centre (CNBCh) and Department of Chemistry, as well as Institute of Physics at Jan Kochanowski University of Kielce**. The initiated activities are aimed at developing the concept of a beamline with Near-Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy (the so-called NAP-XPS).
- Without a doubt, the last year's success was the signing of an agreement with the **Łukasiewicz Research Network – Kraków Institute of Technology (KIT)**. The collaboration comprises conducting research, undertaking development projects and exchanging experience. SOLARIS professionals conducted a number of training courses for employees of the Łukasiewicz Research Network in the use of synchrotron radiation in science.
- **The Laboratory of Neutron Activation Analysis** is a project involving nine Polish institutions led by scientists from Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science (JU). The laboratory will allow to conduct unique biomedical research in testing new neutron capture carriers for NCT neutron therapy (Neutron Capture Therapy), as well as material research in a non-invasive detection of hazardous substances and characterization of shielding materials and radiation detectors, both in the gamma-ray field, in the energy range up to 10 MeV and thermal and fast neutrons.
- SOLARIS Centre, together with the **Institute of Physical Chemistry PAS in Warsaw**, has undertaken joint projects involving the study of chemical transformations, materials relevant to catalysis and new molecular compounds.



Zdjęcie 2. Podpisanie porozumienia z Instytutem Chemii Fizycznej PAN.

Photo 2. Signing of the agreement with the Institute of Physical Chemistry PAS.

fot./photo: Joanna Kowalik

- Nieustannie prowadzone są intensywne prace rozwojowe przy budowie linii POLYX i SOLCRYX. Szereg specjalistów z **Uniwersytetu Jagiellońskiego, Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Instytutu Fizyki Jądrowej PAN** bierze czynny udział w projektowaniu, optymalizacji i dopracowaniu końcowej stacji badawczej linii POLYX. Naukowcy mogą pochwalić się już pierwszymi zebranymi wynikami testowymi na tej linii. Natomiast infrastruktura SOLCRYX, która jest we wczesnej fazie projektowej, korzysta z doświadczenia specjalistów z **Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu**.
- Niezwykle owocną jest także współpraca z sąsiadującym **Małopolskim Centrum Biotechnologii**, która pozwoliła na pozyskanie dla SOLARIS dwóch mikroskopów elektronowych. Ciągła kooperacja ze specjalistami z dziedziny biologii strukturalnej opiekującymi się mikroskopem, pozwala nie tylko na doszkalanie pracowników SOLARIS, ale również pomaga w budowaniu silnej społeczności biologów strukturalnych, zgromadzonych wokół tego najnowocześniejszego mikroskopu w Polsce.
- Since its founding, NSRC has had ongoing collaboration with experts in the installation and operation of individual research beamlines. An excellent example is the long-standing partnership with the **Academic Centre for Materials and Nanotechnology of the AGH University of Science and Technology, Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry PAS, and Surface Nanostructures Group of the Faculty of Physics and Applied Computer Science of the AGH University of Science and Technology** in the construction, development and ongoing operation of the PIRX and DEMETER beamlines. Knowledge and experience are shared by their professionals who daily supervise the beamlines and conduct developmental work.
- **The Jagiellonian University Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science** aids in taking care of the URANOS beamline. Their scientists-consultants help with user support and lend their expertise.
- Intensive development work on the construction of the POLYX beamline and the SOLCRYX beamline is continued. A great number of experts from the **Jagiellonian University, the AGH University of Science and Technology and the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences** are actively involved in designing, optimizing and fine-tuning the end station of the POLYX beamline. The researchers have already collected their first test results from the beamline. Meanwhile, the SOLCRYX infrastructure, which is in the early design phase, benefits from the experience of scientists from the **Adam Mickiewicz University Poznań**.
- The collaboration with the neighbouring **Malopolska Centre of Biotechnology**, which has allowed SOLARIS to acquire two cryo-electron microscopes, has also been extremely fruitful. Structural

- Nieustannie kontynuowana jest także współpraca z **Polskim Towarzystwem Fizycznym**, które promuje Centrum w kraju i za granicą. SOLARIS również wspiera działalność towarzystwa, którego celem jest upowszechnianie wiedzy fizycznej, rozwijanie więzi między fizykami oraz reprezentowanie środowiska fizyków w społeczeństwie.

- Wartą wspomnienia jest również trwająca od 2019 r. współpraca w ramach projektu **PolFEL**. Jego celem jest zaprojektowanie, konstrukcja i uruchomienie lasera na swobodnych elektronach. Urządzenie to będzie badać z ogromną precyzją materiały, molekuly chemiczne, cząsteczki biologiczne i dynamikę przemian procesów elektro-nowych, molekularnych i strukturalnych. Wyniki badań prowadzonych przy użyciu takich urządzeń mogą mieć ogromny wpływ na rozwój medycyny, chemii czy elektroniki. PolFEL jest realizowany w ramach konsorcjum, które zrzesza 8 polskich instytucji (**Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Wojskową Akademię Techniczną, Politechnikę Warszawską, Politechnikę Łódzką, Politechnikę Wrocławską, Uniwersytet Zielonogórski, Uniwersytet w Białymstoku**, a także SOLARIS). Projekt czerpie korzyści również z kooperacji z instytucjami zagranicznym tj. **DESY** (Hamburg), **HZB** (Berlin), **HZDR** (Drezno), **STFC** (Daresbery) i **ELETTRA** (Triest). Centrum SOLARIS w ramach projektu realizuje zadania związane z opracowaniem koncepcji diagnostyki wiązki elektronowej, jak również jest zaangażowane w prace pozycjonowania komponentów akceleratora. Zakończenie projektu planowane jest na koniec 2023 roku.

- biologists, who supervise the microscopes, train SOLARIS staff and by doing so, contribute to building a strong community gathered around the state-of-the-art microscopes in Poland.

- Another important partnership has been developed with **the Polish Physical Society**. The Polish Physical Society promotes the Centre nationally and internationally and SOLARIS supports the society's activities. This mutual interest facilitates popularization of knowledge of physics, development of ties between physicists and representation of the community to the general public.

- The ongoing collaboration within the framework of the **PolFEL project**, which started in 2019, is one more area worth mentioning. Its aim is to design, construct and launch a free-electron laser (FEL). This device will study with great precision materials, chemical molecules, biological molecules and the dynamics of the processes in which they participate. The results of research using FEL could have a huge impact on the development of medicine, chemistry or electronics. PolFEL is carried out as part of a consortium that brings together 8 Polish institutions (**National Centre for Nuclear Research, Military University of Technology, Warsaw University of Technology, Lodz University of Technology, Wrocław University of Technology, University of Zielona Góra, University of Białystok** and SOLARIS). The project also benefits from the partnership with foreign institutions, i.e. **DESY, Hamburg, HZB, Berlin, HZDR, Dresden, STFC, Daresbery and ELETTRA (Trieste)**. Within the framework of the project, SOLARIS Centre carries out tasks related to the development of the concept of electron beam diagnostics, as well as is involved in the work of positioning the accelerator's components. The project is scheduled to be completed by the end of 2023.

Współpraca zagraniczna

mgr Agnieszka Cudek

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS prowadzi wielopłaszczyznową współpracę z wieloma podmiotami o charakterze międzynarodowym. Wśród nich znajdują się konsorcja zrzeszające europejskie ośrodki synchrotronowe (LEAPS), wyspecjalizowane laboratoria (CERIC), a także międzykontynentalne platformy internetowe (LIGHTSOURCES.ORG oraz WAYFORLIGHT.EU). W ramach realizowanych działań Centrum reprezentuje polską naukę na forum największych organizacji zrzeszających infrastruktury badawcze.

Pracownicy SOLARIS blisko współpracują z najlepszymi synchrotronami i jednostkami badawczymi na świecie – konsultują projekty linii, korzystają z doświadczenia zagranicznych ośrodków, nawiązują współpracę naukową i wyjeżdżają na szkolenia. Linia ASTRA powstała przy współpracy aż 3 jednostek zagranicznych – Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Niemcy), Synchrotron Light Research Institute (Tajlandia) i Instytutu Fizyki w Bonn University (Niemcy), a projekt linii CIRI, szczególnie część układu luster, jest opiniowana przez wybitnego profesora Paula Dumas z synchrotronu SOLEIL.

International cooperation

MSc. Agnieszka Cudek

SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre built up multifaceted cooperation with many international entities. Among them, there are consortia associating European synchrotron facilities (LEAPS), specialised laboratories (CERIC), as well as intercontinental web platforms (LIGHTSOURCES.ORG and WAYFORLIGHT.EU). The main goal of the implemented activities is to represent Polish science on the forum of the major research infrastructure organisations.

SOLARIS employees work closely with the best synchrotrons and research units in the world; they consult the beamlines design, benefit from the experience of foreign centres, establish scientific cooperation and participate in trainings. The ASTRA beamline was developed with as many as 3 foreign units, namely: Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Germany), Synchrotron Light Research Institute (Thailand) and the Institute of Physics at Bonn University (Germany). The design of the CIRI beamline, especially the part of the mirror system, is consulted with the distinguished Professor Paul Dumas of the SOLEIL synchrotron.



Mapa synchrotronów zrzeszonych w ramach LEAPS

Map of synchrotrons associated within LEAPS



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. Podczas spotkania plenarnego w 2022 roku walne zgromadzenie LEAPS powierzyło SOLARIS koordynację komunikacji między ukraińskim środowiskiem Użytkowników promieniowania synchrotronowego a największymi ośrodkami wchodzącymi w skład konsorcjum.

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. At a plenary meeting in 2022, the LEAPS General Assembly entrusted SOLARIS with the coordination of communication between the Ukrainian society of synchrotron radiation users and the largest centres that are part of the consortium.

www.leaps-initiative.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 terminy najbliższych naborów wniosków o czas badawczy.

W 2022 trwały prace nad zmianą całego profilu poświęconego SOLARIS. Dzięki nim użytkownicy Wayforlight.eu mają dostęp do bieżących informacji o całej infrastrukturze Centrum.

www.wayforlight.eu

WAYFORLIGHT.EU This European web platform 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 data about facilities and beamlines are available in standardised datasheets. Moreover, there is an industry-dedicated section and an interactive user forum. A separate section offers an overview of the dates of the forthcoming calls for proposals.

In 2022, the entire profile dedicated to SOLARIS was changed. Now, Wayforlight.eu users have access to the current information on the entire infrastructure of the Centre, including the five operating beamlines: ASTRA, DEMETER, PHELIX, PIRX and URANOS.

www.wayforlight.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 r. 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. W 2022 roku w ramach współpracy z CERIC-ERIC powstał cykl filmów promujących kolejne trzy techniki badawcze dostępne w SOLARIS. Bohaterami materiałów były linie badawcze PIRX, DEMETER, PHELIX oraz infrastruktura Cryo-EM.

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 proposals 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. In 2022, as part of the cooperation with CERIC-ERIC, a series of films promoting the next three research techniques available at SOLARIS was created. The materials present the PIRX, DEMETER, PHELIX beamlines and the cryo-EM infrastructure.

www.ceric-eric.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, wydany na warunkach licencji GPL i LGPL. Został stworzony w 1999 r. 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. Nowadays, the system is also used in other fields, including industry.

www.tango-controls.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 elektronowej 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 fizyczne, energetykę, inżynierie środowiska oraz nauki o ziemi, a także medycynę, zdrowie, żywność i dziedzictwo kulturowe. Wgląd w materiały i materię żywą, możliwy dzięki zespołowi udostępnianych przez konsorcjum narzędzi badawczych, stanowi podstawę zaawansowanych badań, szczególnie zaangażowanych w realizację misji zawartych w projekcie Unii Europejskiej „Horizon Europe”. ARIE zapewnia bezpłatny dostęp do nich społeczności Użytkowników naukowych w oparciu o doskonałość naukową i dostępność danych. 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: physical science, energy, engineering, the environment and the earth sciences, as well as medicine, health, food and cultural heritage. The insights into materials and living matter, possible thanks to the collective research tools, underpin the advanced research necessary for the success of the ‘Horizon Europe’ project. The ARIEs provide free access to research equipment for the scientific user community based on scientific excellence and open data. ARIEs members are e-DREAM, EMFL, Inspire Project, Laserlab-Europe, LEAPS, LENS and RADIATE. SOLARIS Centre is involved in the consortium projects as a member of the LEAPS group.

www.arie-eu.org



LIGHTSOURCES.ORG to konsorcjum i globalna platforma internetowa powstała dzięki współpracy specjalistów do spraw komunikacji z wielu ośrodków dysponujących źródłami światła. Skupia 23 centra synchrotronowe oraz 7 jednostek z laserami na swobodnych elektronach, reprezentujących 24 organizacje z trzech stref geograficznych: Europy i Bliskiego Wschodu, obu Ameryk oraz Azji i Australii. Konsorcjum stworzyło portal internetowy Lightsources.org, 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 kwietniu 2022 r. wspólnie ze społecznością Lightsources.org obchodziliśmy 75-lecie odkrycia światła synchrotronowego. W ramach jubileuszu zorganizowano szereg akcji informacyjnych oraz wirtualne sympozjum, w którym wzięło udział ponad 500 osób z całego świata.

www.lightsources.org

LIGHTSOURCES.ORG It 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 23 synchrotrons and 7 FEL facilities representing 24 organisations from three geographic zones: Europe/ the Middle East, the Americas and Asia/ Australia. The consortium created the Lightsources.org 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.

In April 2022, together with Lightsources.org, we celebrated the 75th anniversary of the first direct observation of synchrotron light in a laboratory. As part of the jubilee, a number of information campaigns were organized; the most important one was a virtual symposium attended by over 500 people from around the world.

www.lightsources.org

Projekty międzynarodowe

*dr Adriana Wawrzyniak,
mgr Alicja Górkiewicz,
dr Piotr Ciochoń,
mgr Agnieszka Cudek*

W latach 2021–2022 Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS prowadziło lub współprowadziło cztery projekty o charakterze międzynarodowym. W katalogu celów realizowanych w tych przedsięwzięciach znalazły się m.in. wsparcie w budowie i uruchomieniu linii badawczej na synchrotronie SESAME w Jordanii, ułatwienie dostępu do aparatury badawczej dla naukowców z Europy i Bliskiego Wschodu, zawiązanie partnerstw z przedstawicielami przemysłu oraz zwiększenie potencjału SOLARIS w aspekcie badań stosowanych.

W perspektywie kolejnych lat Centrum zamierza powiększyć swój potencjał w zakresie prowadzonych i planowanych projektów, z udziałem najbardziej znaczących partnerów z Europy i zza oceanu.

International projects

*Dr. Adriana Wawrzyniak,
MA Alicja Górkiewicz,
Dr. Piotr Ciochoń,
MSc. Agnieszka Cudek*

In 2021–2022, SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre led and co-led four international projects. The project catalogue includes, e.g. the support in the construction and implementation of the beamline at the SESAME synchrotron in Jordan, providing access to the research equipment for European and the Middle East scientists, establishing partnerships with the industry representatives and ensuring SOLARIS's ability to contribute to their research.

In the upcoming years, the Centre intends to further grow when it comes to projects developed with renowned partners in Europe and around the world.





BEATS (ang. BEAmline for Tomography at SESAME) to projekt, którego celem jest zaprojektowanie, zakup, zbudowanie 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. Koordynatorem projektu jest ESRF. Europejski grant ma wartość 6 mln EUR i trwa od początku 2019 r. do połowy 2023 r. BEATS angażuje wiodące ośrodki badawcze na Bliskim Wschodzie (SESAME i Instytut Cypryjski) oraz europejskie ośrodki promieniowania synchrotronowego ALBA-CELLS (Hiszpania), DESY (Niemcy), ESRF (Francja), Elettra (Włochy), INFN (Włochy), PSI (Szwajcaria), SESAME (Jordania) i SOLARIS. Linia tomograficzna w SESAME ma służyć Użytkownikom w regionie, w szczególności społeczności zajmującej się dziedzictwem kulturowym i archeologią. Innym bardzo ważnym zastosowaniem jest szczegółowa charakterystyka mikrostruktury próbek geologicznych. Region obsługiwany przez SESAME ma duże udziały w wydobyciu ropy i gazu, ale cierpi też na brak wody. Dzięki szczegółowej wiedzy na temat drobnej struktury porów w strukturze geologicznej można uzyskać wiedzę na temat odzyskiwania ropy, gazu i wody z podziemnych zbiorników. Projekt linii tomograficznej SESAME jest inspirowany linią tomograficzną w Swiss Light Source (SLS w Szwajcarii) i zostanie w pełni zoptymalizowany pod kątem obrazowania absorpcyjnego i kontrastu fazowego. Szczególna uwaga zostanie zwrócona na zachowanie spójności promieni rentgenowskich. Źródłem promieniowania rentgenowskiego jest 3-polowy wiggler, który znacznie zwiększa strumień fotonów przy wyższych energiach, oferując dalsze możliwości zastosowań naukowych.

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€, will span from the beginning of 2019 to mid-2023. BEATS comprises leading research facilities in the Middle East (SESAME and the Cyprus Institute) and European synchrotron radiation facilities: ALBA-CELLS (Spain), DESY (Germany), ESRF (France), Elettra (Italy), INFN (Italy), PSI (Switzerland), SESAME (Jordan) and SOLARIS (Poland). The SESAME beamline for tomography is aimed at serving user communities in the region that deal with cultural heritage and archaeology. Moreover, the beamline allows for a detailed characterisation of the microstructure of geological samples. The region served by SESAME has large shares in the extraction of oil and natural gas, but also suffers from lack of water. Owing to a detailed knowledge on the fine-structure of the pores in the geological structure, further details can be obtained on how to recover oil, natural gas and water from underground reservoirs. The layout of the SESAME tomography beamline is inspired by the tomography beamline at the Swiss Light Source (SLS) and will be fully optimised for absorption and phase contrast imaging. Particular attention will be given to preserving the coherence of X-rays. The X-ray source is a 3-pole wiggler that significantly increases the photon flux at higher energies, offering further opportunities for scientific applications. Installation of the beamline started in the middle of 2022 and is ongoing. The beginning of the commissioning phase is planned for December 2022. The SOLARIS team actively participates in those tasks.



CALIPSOplus (Convenient Access to Light Sources Open to Innovation, Science and to the World) to międzynarodowy projekt finansowany w ramach programu badań i innowacji Horyzont 2020 Unii Europejskiej.

Główne zadania projektu opierały się na silnej współpracy europejskich ośrodków synchrotronowych i laserów na swobodnych elektronach ze środowiskiem Użytkowników tych infrastruktur badawczych. Celem projektu było ułatwienie dostępu do zaawansowanych i nowoczesnych aparatur, czekających na naukowców w Europie i na Bliskim Wschodzie.

Kolejnym priorytetem była integracja europejskiego środowiska naukowego, ożywienie mniej aktywnych naukowo regionów Europy oraz inicjowanie projektów badawczych, dzięki którym młodzi naukowcy mieli możliwość współpracy z doświadczonymi Użytkownikami synchrotronowymi. Główną oś projektu CALIPSOplus stanowił tzw. program Transnational Access, umożliwiający Użytkownikom bezpłatny i ponadnarodowy dostęp do europejskich instytutów badawczych poprzez finansowanie podróży i pobytu w miejscu prowadzonych badań. W ostatnim okresie trwania projektu (01.01 – 30.10.2021) w SOLARIS odbyło się 16 eksperymentów, których uczestnicy skorzystali z dofinansowania. Około 40 Użytkowników prowadziło u nas swoje eksperymenty przez blisko tysiąc godzin. Byli to naukowcy z Austrii, Chorwacji, Hiszpanii, Francji, Niemiec, Włoch, Rosji oraz Ukrainy.

Projekt oficjalnie zakończył się 30 października 2021 roku, ale część jego założeń, przede wszystkim ścisła współpraca między instytucjami badawczymi a ESUO (European Synchrotron and Free Electron Laser User Organisation) – stowarzyszeniem europejskich Użytkowników ośrodków synchrotronowych – jest realizowana w projekcie LEAPS.

CALIPSOplus (Convenient Access to Light Sources Open to Innovation, Science and to the World) is an international project financed under the EU Horizon 2020 research and innovation programme.

The project's main tasks were based on a strong cooperation of European synchrotron centres and free electron lasers with the community of users of these research infrastructures. The project aimed to facilitate access to advanced and modern infrastructure within reach for scientists in Europe and the Middle East.

Another priority was the integration of the European scientific community, the revitalization of scientifically less active European regions and the initiation of research projects, thanks to which young scientists had the opportunity to cooperate with experienced synchrotron users. The main goal of the CALIPSOplus project was the Transnational Access programme, providing users with free access to European research institutes by financing their travel and stay. In the final period of the project (01/01 – 30/10/2021), 16 experiments were carried out at SOLARIS and its participants were reimbursed by the project. About 40 Users performed their experiments at SOLARIS for nearly a thousand hours. They were scientists from Austria, Croatia, Spain, France, Germany, Italy, Russia and Ukraine. The project officially ended on October 30, 2021; however, a number of its assumptions, such as close cooperation between research institutions and ESUO (European Synchrotron and Free Electron Laser User Organization) – an association of European users of synchrotron centres – is implemented in the LEAPS project.



LEAPS-INNOV to projekt pilotażowy skupiający się na wdrożeniu nowych strategii i działań dążących do długoterminowego partnerstwa między przemysłem a europejskimi źródłami światła, synchrotronami i laserami na swobodnych elektronach wraz z jego dziesiątkami tysięcy Użytkowników. LEAPS-INNOV dąży do wdrożenia Mapy Drogowej LEAPS oraz w tym samym czasie wzmacniania partnerstwa z przemysłem w Europie poprzez otwartą innowację. Oferuje rozwój technologiczny i zaawansowane badania z członkami konsorcjum LEAPS dla przemysłu, jako współpracownika dostawcy i Użytkownika. Serce LEAPS-INNOV stanowi sześć technologicznych pakietów roboczych (WP), opartych na ich potencjale do współtworzenia innowacji i ich zdolności do wzmocnienia europejskiego przywództwa zarówno w ośrodkach LEAPS, jak i w przemyśle. Integruje on ok. 50 firm, które są wspierane przez branżową sieć WP i uzupełniane działaniami pilotażowymi w kierunku współpracy z klastrami Horyzontu Europa. W kontekście otwartej innowacji LEAPS-INNOV koncentruje się na nowych podejściach do partnerstwa między przemysłem a społecznością zajmującą się fotonami, mając na celu zgromadzenie strategii długoterminowego zaangażowania przemysłu w LEAPS w Europie. Projekt został sfinansowany ze środków UE w ramach funduszy H2020-INFRAINNOV-2020-2 i rozpoczął się 1 kwietnia 2021 r., a jego wartość to 10 MEUR. SOLARIS jest zaangażowany w realizację kilku pakietów roboczych.

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, synchrotrons and free-electron lasers, with their tens of thousands of users. LEAPS-INNOV aims at kick-starting the implementation of the LEAPS Technology Roadmap and, at the same time, at fostering a partnership with the European industry through open innovation. It offers joint technological developments and advanced research capabilities with LEAPS members for industry as collaborator, supplier and user. 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. They integrate approx. 50 companies, which are supported by the industry WP networking and complemented by pilot activities towards partnership with the Horizon Europe clusters. As regards open innovation, LEAPS-INNOV focuses on new approaches for partnership between the industry and the photon science community, with the goal of accumulating a strategy for long-term industry engagement for LEAPS in Europe. The project, with a value of 10 MEUR, was financed by EU under the H2020-INFRAINNOV-2020-2 funds and has begun on 1 April, 2021. SOLARIS is involved in the implementation of several work packages.



Sylinda (Synchrotron Light Industry Applications) to projekt koordynowany przez Centrum SOLARIS w latach 2021-2023, który jest finansowany przez Komisję Europejską w ramach programu Horyzont 2020 (Grant Agreement No. 952148). Projekt ma na celu zwiększenie potencjału SOLARIS, zwłaszcza w aspekcie badań stosowanych i przemysłowych wykonywanych z wykorzystaniem techniki absorpcji promieniowania rentgenowskiego (X-ray absorption spectroscopy: XAS) w zakresie miękkiego promieniowania rentgenowskiego, umożliwiającego pomiar praktycznie wszystkich pierwiastków oraz zwiększenie stopnia wykorzystania synchrotronu przez partnerów przemysłowych. Partnerami projektu są: Hochschule Niederrhein, Uniwersytet w Bonn oraz synchrotron ALBA.

W ramach projektu, w Centrum SOLARIS utworzone zostały struktury dedykowane do współpracy z przemysłem oparte o: specjalistę ds. współpracy z przemysłem, opiekuna linii badawczej ASTRA oraz specjalistę ds. pozyskiwania funduszy zewnętrznych. Pracownicy zostali wyszkoleni przez partnerów projektu w zakresie specyfiki współpracy z przemysłem, poprzez regularne, dedykowane spotkania online, wymiany pracownicze i wizyty studyjne oraz udział w różnorodnych wydarzeniach i szkoleniach zewnętrznych. We współpracy z partnerami projektu oraz kierownictwem Centrum SOLARIS, została opracowana strategia współpracy z przemysłem, która stanowi podstawę działań podejmowanych w tym zakresie.

Rozpoczął się również program szkoleniowy dla naukowców na wczesnym etapie kariery z instytucji partnerskich projektu, którego celem jest wzmocnienie kompetencji oraz rozwój współpracy pomiędzy jednostkami partnerskimi. W ramach programu zorganizowana została pięciodniowa szkoła letnia w synchrotronie ALBA. Kolejne działania, w tym wizyty studyjne, są planowane na rok 2023.

Sylinda (Synchrotron Light Industry Applications) is a project that has been coordinated by SOLARIS in 2021-2023. Funded by the European Commission within the **Horizon 2020** programme (Grant Agreement No. 952148), the project aims to increase SOLARIS potential, especially in terms of applied and industrial research performed using X-ray absorption spectroscopy (XAS) in the hard energy range, suitable for measuring virtually all elements. Moreover, its goal is to increase the use of the synchrotron facility by industrial partners. The project partners are: Hochschule Niederrhein, the University of Bonn and the ALBA synchrotron. Within the project's framework, dedicated industry cooperation structures have been established at SOLARIS Centre based on the cooperation of Industry Liaison Officer, ASTRA Beamline Scientist and Fundraising Specialist. The employees have been trained by Sylinda in industry cooperation via regular dedicated online meetings, staff exchanges and study visits, as well as participation in various external events and workshops. The Industry Liaison Officer, in cooperation with the project partners and the management of SOLARIS Centre, developed an industry cooperation strategy, which forms the basis of the activities undertaken in this area.

A training programme for early-career scientists from the project's partner institutions has also begun. It aims at strengthening competencies and developing cooperation between partner units. With that in mind, a five-day summer school was organized at the ALBA synchrotron. Further activities, including study visits, are planned for 2023.

Współpraca z przemysłem

dr Piotr Ciochoń

Głównym impulsem wzrostu produktywności w gospodarkach rozwiniętych są innowacje oparte na solidnym fundamencie, tworzonym na bazie wiedzy, edukacji oraz działalności badawczo-rozwojowej. Innowacyjność jest istotnym ogniwem w poprawie wydajności i wzrostu gospodarczego. Dotychczasowe doświadczenia związane z łączeniem światów nauki i biznesu wskazują, że umiejętnie wykorzystana wiedza i innowacyjność pozwalają uzyskiwać przewagę konkurencyjną w wielu branżach.

Zauważając, iż wraz z kolejnymi inwestycjami w infrastrukturę Centrum SOLARIS, rośnie jego potencjał wspierania transferu wiedzy do przemysłu, w 2021 roku Centrum rozpoczęło realizację programów ukierunkowanych na rozwój współpracy z sektorem przemysłowym.

Lista infrastruktury badawczej pozostającej w dyspozycji Centrum, która może być udostępniana w ramach czasu komercyjnego, była systematycznie uzupełniana od 2020 roku, o kolejne urządzenia i nowe techniki. Katalog obejmuje obecnie trzy linie badawcze (ASTRA, PIRX i URANOS), kriomikroskop elektronowy (ThermoScientific Glacios) oraz urządzenia metrologiczne (tracker laserowy Leica AT401 i ramię pomiarowe Romer Absolute Arm 7525).

Szereg podjętych w ostatnich latach działań odzwierciedla zauważalne wzrosty przychodów z działalności komercyjnej Centrum. W istotnym stopniu przyczyniło się do tego uruchomienie stanowiska badań z wykorzystaniem wykorzystaniem kriomikroskopu elektronowego ThermoScientific Glacios.

W 2021 roku łączny przychód z działalności odpłatnej SOLARIS wyniósł około 30 000 PLN netto, natomiast już w kolejnym roku odnotował skok do poziomu

Industry cooperation

Dr. Piotr Ciochoń

Driving force behind productivity growth in developed economies are innovations based on a solid foundation created on the basis of knowledge, education, research and development activities. Innovation is essential for improving productivity and economic growth. Experience in combining the worlds of science and business shows that skilfully used knowledge and innovation make gaining a competitive advantage in many industries possible.

With subsequent investments in the SOLARIS infrastructure, its potential to support the transfer of knowledge to industry is growing. In 2021, the Centre has begun implementing programmes aimed at developing partnerships with the industrial sector.

The list of SOLARIS research infrastructure, available for commercial use, announced in 2020, was systematically expanded with additional research equipment and other vital elements. Currently, the list comprises three beamlines (ASTRA, PIRX, URANOS), ThermoScientific Glacios cryo-electron microscope and metrology equipment (Leica AT401 laser tracker and Romer Absolute Arm 7525 measuring arm).

A number of actions taken in recent years resulted in noticeable increase in revenues from the Centre's commercial activities. The opening of Glacios cryo-electron microscope for research significantly contributed to this success. In 2021, the total revenue amounted to approx. PLN 30,000 net, while in the following year it grew to over PLN 145,000 net. In the last two years, the Glacios cryo-electron microscope has been made available to external users 28 times (including three times in 2021 and 25 times in 2022).

In order to increase the knowledge of the SOLARIS brand among industrial and commercial partners,

Rysunek 1. SOLARIS Industry Day.

Figure 1. SOLARIS Industry Day.

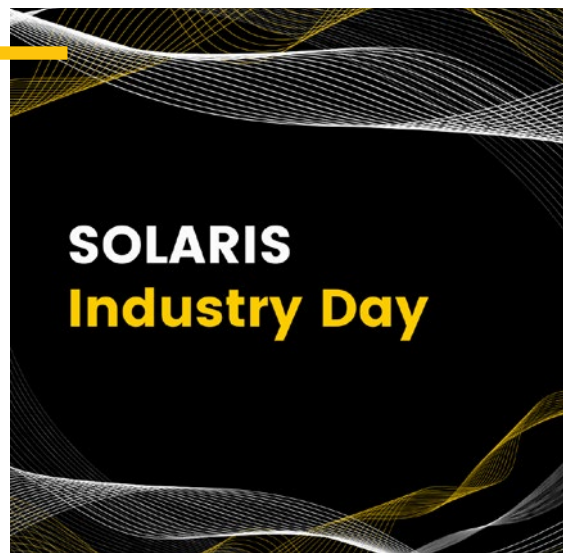
przeszło 145 000 PLN netto. W przeciągu ostatnich dwóch lat kriomikroskop elektronowy ThermoScientific Glacios był udostępniany Użytkownikom zewnętrznym 28 razy (w tym trzykrotnie w 2021 r. i 25-krotnie w roku 2022).

Istotną aktywnością na rzecz wzmocnienia transferu wiedzy do przemysłu jest także podejmowanie działań informacyjno-promocyjnych, ukierunkowanych na zwiększenie świadomości marki SOLARIS wśród partnerów przemysłowych i komercyjnych. Aktywności te obejmowały udział w konferencjach, targach i innych wydarzeniach zewnętrznych, wysyłkę celowanych wiadomości do wybranych przedstawicieli partnerów przemysłowych i komercyjnych, udział w różnorodnych krajowych i międzynarodowych inicjatywach, konsorcjach i projektach (w tym w przedsięwzięciu pn. „Synchrotron Light Industry Applications – Sylinda”) oraz organizację serii warsztatów dla przemysłu pod wspólną marką „SOLARIS Industry Days”.

W ramach serii odbyły się trzy spotkania ukierunkowane na sprecyzowane techniki badawcze i określone sektory przemysłowe:

- kriomikroskopia elektronowa dla branży life science (warsztaty organizowane we współpracy z Małopolskim Centrum Biotechnologii),
- branża nanotechnologiczna (warsztaty organizowane we współpracy ze Śląskim Klastrem Nano),
- branża metali żelaznych i nieżelaznych (warsztaty organizowane we współpracy z Deloitte Polska).

Spotkania poświęcone były wprowadzeniu uczestników do tematyki związanej z wykorzystaniem metod synchrotronowych oraz kriomikroskopii elektronowej



the Centre undertakes information and promotion activities. These activities included the participation in conferences, fairs and other external events aimed at sending targeted messages to selected representatives of industrial and commercial partners. Various national and international initiatives realized within consortia and projects (including ‘Synchrotron Light Industry Applications – Sylinda’), as well as organizing a series of workshops for the industry under the common brand ‘SOLARIS Industry Days’ were also crucial for achieving desired goals.

Three meetings were held as part of the series, targeting the following techniques and industrial sectors:

- Cryo-Electron Microscopy for the life science industry (workshop organized in cooperation with the Małopolska Centre of Biotechnology)
- Nanotechnology industry (workshop organized in cooperation with the Silesian Nano Cluster)
- Ferrous and non-ferrous metals industry (workshop organized in cooperation with Deloitte Poland).

The workshops aimed at introducing the participants to topics related to the use of synchrotron

w badaniach stosowanych i przemysłowych oraz omówieniu konkretnych problemów i wyzwań stojących przed danymi branżami przemysłu wraz ze sposobami ich rozwiązania z wykorzystaniem metod badawczych dostępnych w Centrum SOLARIS. Warsztaty umożliwiły nawiązanie cennych kontaktów z partnerami przemysłowymi, wymiennie podniosły poziom rozpoznawalności marki SOLARIS, oraz zainicjowały współpracę badawczo-rozwojową i komercyjną.

W ramach programu współpracy z przemysłem przeprowadzono również eksperymenty pilotażowe, które miały na celu zbadanie możliwości rozwiązania problemów partnerów przemysłowych z wykorzystaniem technik synchrotronowych. Prace prowadzono na linii badawczej ASTRA, a skupione były na charakteryzacji próbek produktów naftowych i ropopochodnych oraz pyłów zbieranych przez filtry kominowe instalacji grzewczych i przemysłowych. Pomiary wykazały przydatność techniki absorpcji promieniowania rentgenowskiego w badaniach próbek przemysłowych, w tym określania stopnia utlenienia pierwiastków. Eksperymenty pilotażowe stanowiąc będą podstawę dalszej współpracy z partnerami zewnętrznymi.



Zdjęcie 2. SOLARIS Industry Day – NANO.

Photo 2. SOLARIS Industry Day – NANO.

fot./photo: Joanna Kowalik



Zdjęcie 1. Otwarcie linii badawczej ASTRA.

Photo 1. The ASTRA beamline opening ceremony.

fot./photo: Kinga Wróbel

radiation-based methods and cryo-Electron Microscopy in applied and industrial research. Moreover, specific problems and challenges faced by the industry, as well as the potential solutions possible to achieve using the research methods available at SOLARIS Centre were discussed. The meetings helped obtaining valuable partners from the industry and commerce, increased the SOLARIS brand recognition and initiated R&D cooperation and commercial.

Several pilot experiments were also conducted in order to solve the specific industrial problems by using synchrotron radiation-based techniques. The experiments were carried out at the ASTRA beamline and were focused on the characterization of petroleum and oil products, as well as samples of ash collected by the chimney filters of heating and industrial plants. The measurements demonstrated the usefulness of the X-ray absorption technique for studying industrial samples, with the determination of the oxidation states of various elements. Pilot experiments will become the basis for future cooperation with external partners.

5

CZĘŚĆ
PART





**Kalendarium SOLARIS
2021–2022**

**2021–2022
SOLARIS timeline**



Kalendarium SOLARIS 2021–2022

2021–2022 SOLARIS timeline

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

KALENDARIUM 2021

TIMELINE 2021

Styczeń 2021

January 2021



Zespół naukowców opiekujących się kriomikroskopami wraz z zastępcą Dyrektora NCPS SOLARIS / The team of scientists looking after the cryo-microscopes together with the Deputy Director of SOLARIS NSRC

foto./photo: Materiały NCPS SOLARIS / SOLARIS NSRC materials

Przekazanie kriomikroskopu Glacios

W obecności przedstawicieli Centrum SOLARIS oraz firmy LABSOFT odbyło się oficjalne przekazanie kriomikroskopu Glacios. Tym samym ośrodek stał się jedynym w Polsce, który dysponuje dwoma komplementarnymi kriomikroskopami o najwyższych parametrach technicznych – Titan Krios G3i oraz Glacios.

Acceptance of the Glacios cryo-microscope

The official acceptance of the Glacios cryo-microscope took place in the presence of representatives of SOLARIS Centre and LABSOFT. Thus, the Centre became the only one in Poland having two complementary cryo-microscopes characterized by the highest technical parameters – Titan Krios G3i and Glacios.

Luty 2021

February 2021

Pozwolenie na rozbudowę SOLARIS

Prezydent Miasta Krakowa wydał decyzję o pozwoleniu na budowę nowej hali eksperymetalnej w ramach strategicznego projektu „Przebudowa i rozbudowa budynku NCPS SOLARIS”.

Permission for the SOLARIS expansion

The Mayor of the City of Kraków issued a decision to allow the construction of a new experimental hall as part of the strategic project ‘Reconstruction and extension of the SOLARIS NSRC building’.



Wizualizacja nowej hali eksperymetalnej NCPS SOLARIS / Visualisation of the new experimental hall of SOLARIS NSRC

Marzec 2021
March 2021
Komora próżniowa dla linii CIRI

Podpisano umowę na zaprojektowanie, wykonanie oraz dostawę zmodyfikowanej komory próżniowej VK1 oraz pierwszego lustra M1 dla linii badawczej CIRI. Wykonawcą została firma FMB Berlin.

Vacuum chamber for the CIRI beamline

A contract was signed for the design, manufacture and delivery of a modified VK1 vacuum chamber and the first M1 mirror. The contractor was FMB Berlin.

Kwiecień 2021
April 2021
Siódmy nabór wniosków

Do siódmego naboru wniosków o czas badaczy przystąpiły 84 zespoły naukowe z Polski i zagranicy, reprezentujące 31 instytucji naukowych. 48 aplikacji dotyczyło linii pomiarowych PIRX, URANOS, PHELIX, i DEMETER (udostępniona po raz pierwszy) a 36 kriomikroskopu elektronowego Cryo-EM.

Seventh call for proposals

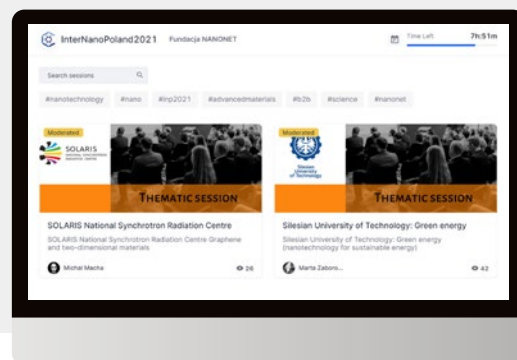
The seventh call for applications for research time attracted 84 scientific teams from Poland and abroad, representing 31 scientific institutions. 48 applications were submitted for the PIRX, URANOS, PHELIX and DEMETER (made available for the first time) measurement beamlines and 36 for Cryo-EM.

Konferencja InterNanoPoland 2021

Centrum było współorganizatorem i partnerem konferencji InterNanoPoland 2021. Była to największa w Polsce konferencja naukowo-biznesowa, poświęcona tematyce nanotechnologii. Podczas wydarzenia zaprezentowano możliwości badawcze NCPS SOLARIS.

InterNanoPoland 2021 conference

The Centre was a co-organiser and partner of InterNanoPoland 2021, which was Poland's largest science and business conference devoted entirely to nanotechnology. During the event, the research capabilities of SOLARIS NSRC were presented.



Strona konferencji InterNanoPoland2021 / InterNanoPoland 2021 conference website

Czerwiec 2021

June 2021

Instalacja front-endu na linii POLYX

Zakończono instalację front-endu na linii badawczej POLYX. Element ten składający się z zestawu urządzeń, umożliwi transport wiązki promieniowania synchrotronowego z magnesu zakrzywiającego w pierścieniu akumulacyjnym do hali eksperymentalnej.

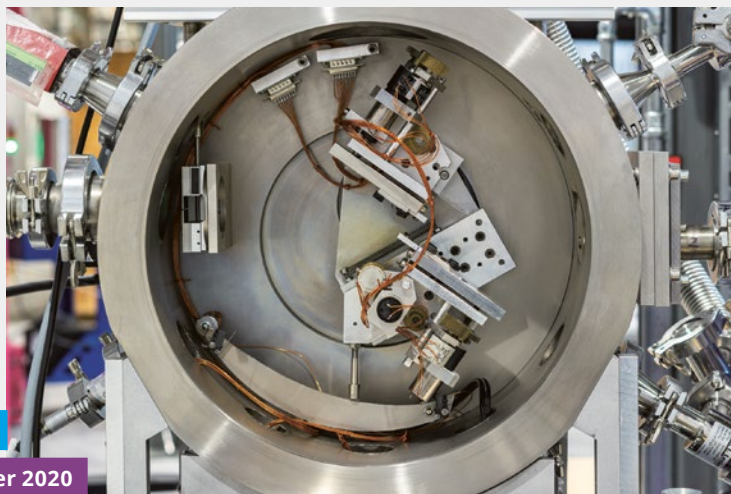
Frontend installation on the POLYX beamline

The frontend installation on the POLYX research beamline was completed. This component, consisting of a set of equipment, will enable the transport of the synchrotron radiation beam from the curving magnet in the accumulation ring to the experimental hall.



Zespół NCPS SOLARIS po zakończeniu instalacji front-endu linii badawczej POLYX / SOLARIS NSRC team after completing the installation of the POLYX beamline frontend

fot./photo: Materiały NCPS SOLARIS / SOLARIS NSRC materials



Wrzesień 2020

September 2020

Montaż monochromatora na linii ASTRA

Zainstalowano swoiste serce nowopowstającej linii badawczej ASTRA – jej monochromator. 24 września 2021 roku zespół linii zaobserwował pierwszą, monochromatyczną wiązkę promieniowania na kryształach YAG, zamontowanym na wyjściu monochromatora.

Installation of the monochromator on the ASTRA beamline

The heart of the newly created ASTRA beamline, its monochromator, was installed. On 24 September 2021, the beamline team observed the first beam of monochromatic radiation on the YAG crystal mounted at the output of the monochromator.

Monochromator na linii ASTRA / Monochromator on the ASTRA beamline

fot./photo: Agnieszka Cudek



Wrzesień 2020

September 2020

Wykład z okazji rocznicy urodzin S. Lema / Lecture to mark the anniversary of S. Lem's birthday

fot./photo: Agnieszka Cudek

Obchody urodzin Stanisława Lema

NCPS SOLARIS był patronem jednego z wydarzeń w ramach 100. rocznicy urodzin Stanisława Lema. W Muzeum Inżynierii Miejskiej w Krakowie odbył się wykład pod tytułem: „Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS a twórczość Stanisława Lema”.

Celebration of Stanisław Lem's birthday

SOLARIS NSRC was a patron of one of the events of the 100th anniversary of Stanisław Lem's birthday. The Museum of Engineering and Technology (former Museum of Municipal Engineering in Kraków) hosted a lecture entitled: 'SOLARIS Synchrotron Radiation Centre and the work of Stanisław Lem'.

Październik 2020

October 2020

Pierwsze widmo XAFS na linii ASTRA

Po raz pierwszy zaobserwowano monochromatyczną wiązkę promieniowania na budowanej linii ASTRA. Było to widmo dla krawędzi absorpcji K tytanu, które zostało zmierzone w dwóch trybach pomiarowych – w trybie transmisji oraz przez pomiar całkowitego prądu próbki.

First XAFS spectrum on the ASTRA beamline

For the first time, a monochromatic radiation beam was observed on the constructed ASTRA beamline. This was a spectrum for the K absorption edge of titanium, which was measured in two modes: transmission and total sample current.

Listopad 2021

November 2021

Seminarium dla Sieci Badawczej Łukasiewicz – Krakowskiego Instytutu Technologicznego

NCPS SOLARIS zorganizowało seminarium na temat możliwości wykorzystania promieniowania synchrotronowego i kriomikroskopii elektronowej dla Sieci Badawczej Łukasiewicz – Krakowskiego Instytutu Technologicznego.

Seminar for the Łukasiewicz Research Network – KIT

SOLARIS NSRC organised a seminar on the potential use of synchrotron radiation and cryo-Electron Microscopy for the Łukasiewicz Research Network – Kraków Institute of Technology.



Wiktor Niedzicki podczas nagrywania materiału o Centrum SOLARIS / Wiktor Niedzicki during the recording of the material on SOLARIS Centre
fot./photo: Agnieszka Cudek

SOLARIS w materiałach Wiktora Niedzickiego

Gościem Centrum SOLARIS był znany dziennikarz radiowy i telewizyjny, autor programu „Laboratorium” – Wiktor Niedzicki. Znany popularyzator nauki przedstawił w swoim materiale tajniki działania krakowskiego synchrotronu.

SOLARIS in the footage of Wiktor Niedzicki

The SOLARIS Centre's guest, Wiktor Niedzicki, is a well-known radio and television journalist and author of the 'Laboratory' programme. In his material, the well-known populariser of science presented the secrets of the operation of the synchrotron.

Grudzień 2021

December 2021

Pierwsze kątowno i spinowo rozdzielcze pomiary na linii PHELIX

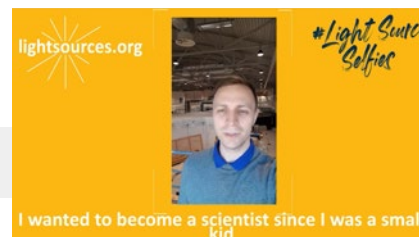
Dr Ewa Młyńczak z Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN przeprowadziła pierwsze kątowno i spinowo rozdzielcze pomiary (spin-ARPES) na linii PHELIX.

First angular and spin-resolved measurements on the PHELIX beamline

Dr. Ewa Młyńczak from the Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry Polish Academy of Sciences has performed the first angular and spin-resolved measurements (spin-ARPES) on the PHELIX beamline.

Grudzień 2021

December 2021



Ogólnościwiatowa kampania promująca pracę w synchrotronach

Konsorcjum Lightsources.org zorganizowało ogólnościwiatową kampanię #LightSourceSelfies, w ramach której naukowcy i inżynierowie z 25 największych placówek na świecie inspirowali do rozpoczęcia kariery zawodowej związanej z synchrotronami i laserami na swobodnych elektronach. W kampanii ze strony NCPS SOLARIS wzięł udział dr hab. Tomasz Wróbel.

Worldwide campaign to promote synchrotron jobs

The Lightsources.org consortium organised a worldwide #LightSourceSelfies campaign, with scientists and engineers from 25 of the world's largest facilities inspiring others to start careers related to synchrotrons and free-electron lasers. Dr. Tomasz Wróbel participated in the #LightSourceSelfies campaign on behalf of SOLARIS NSRC.

Dr hab. Tomasz Wróbel w kampanii #LightSourceSelfies / Dr. Tomasz Wróbel in the #LightSourceSelfies campaign



Ministerstwo Edukacji i Nauki.
Na zdjęciu od lewej: Minister Edukacji i Rozwoju, Przemysław Czarnek, Rektor Uniwersytetu Jagiellońskiego, prof. dr hab. Jacek Popiel / Minister of Education and Science Przemysław Czarnek (on the left) and Rector of the Jagiellonian University, Professor Jacek Popiel at the Ministry of Education and Science

foto./photo: Materiały MEiN / MFS materials

NCPS SOLARIS otrzymuje finansowanie na kolejne lata

Minister Edukacji i Nauki ogłosił przedsięwzięcie pn. *Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS – nauka dla zdrowia i innowacji* i przekazał decyzję o przyznaniu ok. 200 mln zł. na utrzymanie unikatowego instrumentarium Centrum i bezpłatny dostęp do niego dla wszystkich grup badawczych w perspektywie kolejnych pięciu lat. Otrzymane finansowanie umożliwi także prace rozwojowe oraz działania aktywizujące krajowe i zagraniczne środowisko naukowe.

SOLARIS NSRC receives funding for the next years

The Minister of Education and Science announced the project entitled 'SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre – science for health and innovation' and issued the decision to allocate approx. PLN 200 million for the maintenance of the Centre's unique instrumentation and free access for all research groups over the next 5 years. The received funding will also allow development works and activities to engage the national and international scientific community.

KALENDARIUM 2022

TIMELINE 2022

Styczeń 2022

January 2022



Przedstawiciele NCPS SOLARIS oraz Sieci Badawczej Łukasiewicz po podpisaniu umowy o współpracy. Od lewej: Michał Młynarczyk, prof. dr hab. Marek Stankiewicz, dr inż. Michał Kwiecień, dr hab. Katarzyna Marzec / Representatives of SOLARIS NSRC and the Łukasiewicz Research Network after signing the cooperation agreement. From left: Michał Młynarczyk, Prof. Marek Stankiewicz, Dr. Eng. Michał Kwiecień, Dr. Katarzyna Marzec
fot./photo: Joanna Kowalik

Inauguracja współpracy z Siecią Badawczą Łukasiewicz – Krakowskim Instytutem Technologicznym

NCPS SOLARIS oraz Sieć Badawcza Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny rozpoczęły współpracę w zakresie badań naukowych, projektów rozwojowych i wymiany doświadczeń. Umowę inaugurującą współpracę podpisali Prof. dr hab. Marek Stankiewicz, Dyrektor NCPS SOLARIS oraz dr inż. Michał Kwiecień, Dyrektor Sieci Badawczej Łukasiewicz – KIT.

Inauguration of cooperation with the Łukasiewicz Research Network – Kraków Institute of Technology

SOLARIS NSRC and the Łukasiewicz Research Network – Kraków Institute of Technology have begun collaboration in scientific research, development projects and exchange of experience. The agreement was signed by Prof. Marek Stankiewicz, Director of SOLARIS NSRC, and Dr. Michał Kwiecień, Director of Łukasiewicz Research Network – KIT.



Prof. dr hab. Marek Stankiewicz w filmie z okazji Dnia Polskiej Nauki / Prof. Marek Stankiewicz in a film celebrating Polish Science Day

Luty 2022

February 2022

Dzień Polskiej Nauki w SOLARIS

Dyrektor NCPS, Prof. Marek Stankiewicz opowiedział o Centrum SOLARIS w filmie, który powstał z okazji Dnia Polskiej Nauki. Jego celem było zaprezentowanie potencjału badawczego stolicy Małopolski. W filmie wystąpili również: dr Danuta Earnshaw-Mossakowska – Dyrektor Małopolskiego Centrum Biotechnologii UJ, Kazimierz Murzyn – Prezes Fundacji Klaster LifeScience Kraków i Dyrektor Zarządzający Klaster LifeScience Kraków.

Polish Science Day at SOLARIS

NSRC Director Prof. Marek Stankiewicz presented SOLARIS Centre in a film that was made to celebrate Polish Science Day. Its aim was to depict the research potential of the capital of Małopolska. The film also featured Dr. Danuta Mossakowska-Earnshaw – Director of the Małopolska Centre of Biotechnology, Jagiellonian University and Kazimierz Murzyn – President of the LifeScience Krakow Cluster Foundation and Managing Director of the LifeScience Krakow Cluster.



Magazyn SOLARIS NEWS / SOLARIS NEWS magazine

Luty 2022

February 2022

Pierwszy numer Magazynu Informacyjnego SOLARIS

Ukazał się pierwszy numer, powstającego w ramach projektu Sylinda, Magazynu Informacyjnego SOLARIS, pt. „SOLARIS NEWS”. Czasopismo opisywało program współpracy przemysłu w NCPS SOLARIS oraz dostępne linie i techniki. Szczególny nacisk w tym numerze położono na linię badawczą ASTRA, a także kriomikroskopię elektronową.

First issue of the SOLARIS information magazine

The first issue of the magazine, created as a part of the Sylinda project, was published. ‘SOLARIS NEWS’ describes the industry cooperation programme at SOLARIS NSRC, as well as the beamlines and techniques available. The 2022 issue placed particular emphasis on the ASTRA beamline and cryo-Electron Microscopy.

Kwiecień 2022

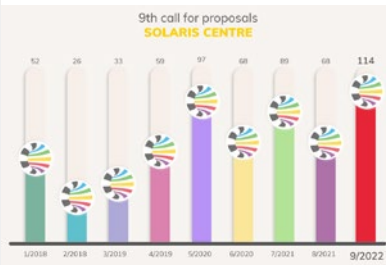
April 2022

Dziewiąty nabór wniosków

W dziewiątym naborze wniosków o czas badawczy na infrastrukturze SOLARIS wpłynęło 114 aplikacji, co stanowi znaczący wzrost liczby zainteresowanych pomiarami. Linie badawcze PIRX, URANOS, PHELIX, DEMETER, ASTRA oraz kriomikroskop były przedmiotem odpowiednio 18, 15, 12, 20, 19 i 30 wniosków.

Ninth call for applications

In the ninth call for applications for research time on the SOLARIS infrastructure, 114 applications were received, which is a significant increase in interest in measurement. The PIRX, URANOS, PHELIX, DEMETER, ASTRA beamlines and the cryo-microscopes were the subject of 18, 15, 12, 20, 19 and 30 applications respectively.



Wyniki 9-ego naboru wniosków zestawione z pozostałymi latami / Results of the 9th call for proposals juxtaposed with previous years



Maj 2022

May 2022

Rozpoczęcie budowy hali eksperymentalnej

Powiększenie ośrodka jest niezbędne, aby zmieścić nową infrastrukturę badawczą i poszerzyć możliwości NCPS SOLARIS o kolejne kluczowe dla polskich naukowców techniki pomiarowe. To jeden z kroków milowych związanych z rozwojem Centrum.

Start of the experimental hall extension

The Centre’s expansion is necessary to accommodate new research infrastructure and to increase the SOLARIS capacity so that further key measurement techniques for Polish scientists are included. This is one of the milestones associated with the Centre’s development.

Dyrektorzy NCPS SOLARIS na terenie budowy nowej hali eksperymentalnej / SOLARIS NSRC directors at the construction site of the new experimental hall
fot./photo: Joanna Kowalik

Maj 2022

May 2022

SOLARIS Industry Day – CRYO-EM

Zespół Centrum zorganizował pierwsze z serii "SOLARIS Industry Day" – spotkań dedykowanych Użytkownikom ze świata przemysłu. Tematem przewodnim były techniki kriomikroskopii elektronowej. Uczestnikami warsztatów zostali przedstawiciele z branży life-science oraz przemysłu farmaceutycznego i chemicznego.

SOLARIS Industry Day – CRYO-EM

The Centre's team organised the first of a series of 'SOLARIS Industry Days' – meetings dedicated to users from the industrial world. The main topic was cryo-Electron Microscopy techniques. Participants in the workshop included representatives from the life-science, pharmaceutical and chemical industries.



Wykład podczas SOLARIS Industry Day – Cryo-EM / Lecture at SOLARIS Industry Day – Cryo-EM

fot./photo: Joanna Kowalik



Pierwsze światło zaobserwowane na linii POLYX / First light observed on the POLYX beamline

fot./photo: Materiały NCPS SOLARIS / SOLARIS NSRC materials

Pierwsze światło na linii POLYX

Po przejściu testów radiologicznych linii, udało się uchwycić wiązkę promieniowania rentgenowskiego trafiającą na ekran fluorescencyjny i powodującą silną emisję światła synchrotronowego.

First light on the POLYX beamline

Once the radiological testing of the beamline was completed, an X-ray beam hitting the fluorescence screen and causing strong synchrotron light emission was detected.

Zakończenie Projektu Wyszehradzkiego pn. „Razem silniejsi”

Naukowcy z czterech krajów: Polski, Słowacji, Węgier i Czech zbrali się w SOLARIS na spotkaniu zamykającym projekt. Jego celem było ustalenie metodologii spektroskopii rentgenowskiej w rozdzielczości czasowej w ELI Beamlines oraz zaangażowanie ekspertów z komplementarnej metody spektroskopii optycznej.

Completion of the Visegrad Project 'Stronger Together'

Researchers from four countries: Poland, Slovakia, Hungary and the Czech Republic gathered at SOLARIS for the closing meeting of the project. Its aim was to establish a methodology for time-resolved X-ray spectroscopy in ELI Beamlines and to involve experts from the complementary method of optical spectroscopy.



Zakończenie Projektu Wyszehradzkiego „Razem silniejsi” / The closing of the Visegrad Project 'Stronger Together'

fot./photo: Materiały NCPS SOLARIS / SOLARIS NSRC materials

Czerwiec 2022

June 2022

SOLARIS Industry Day – NANO

W Centrum odbyło się kolejne z serii spotkań dedykowanych Użytkownikom komercyjnym synchrotronu. Tym razem partnerami warsztatów byli Śląski Klaster Nano oraz Fundacja Wspierania Nanonauk i Nanotechnologii NANONET. Skupiono się na omówieniu możliwości prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w branży zaawansowanych materiałów i nanotechnologii.

SOLARIS Industry Day – NANO

The Centre hosted another meeting in the series dedicated to commercial users of the synchrotron. This time, the workshop partners were the Silesian Nano Cluster and the Foundation for the Support of Nanosciences and Nanotechnology NANONET. The main theme was opportunities for research and development in advanced materials and nanotechnology.



Wykład podczas SOLARIS Industry Day – NANO /
Lecture during SOLARIS Industry Day – NANO

fot./photo: Joanna Kowalik



Przecięcie wstęgi podczas otwarcia linii badawczej ASTRA /
Cutting the ribbon at the opening of the ASTRA beamline

fot./photo: Agnieszka Cudek

Uroczyste otwarcie linii badawczej ASTRA

W ceremonii uczestniczyło wielu znakomych gości wraz z międzynarodowym zespołem zaangażowanym w budowę linii. ASTRA powstała dzięki współpracy 4 instytucji naukowych, Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Niemcy), Synchrotron Light Research Institute (Tajlandia), Instytutu Fizyki Uniwersytetu w Bonn (Niemcy) i Centrum SOLARIS.

Ceremonial opening of the ASTRA beamline

The ceremony was attended by many distinguished guests together with the international team involved in the creation of the beamline. The ASTRA beamline was created as a joint project of 4 scientific institutions: the Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Germany), the Synchrotron Light Research Institute (Thailand), the Institute of Physics of the University of Bonn (Germany) and SOLARIS Centre.

Czerwiec 2022

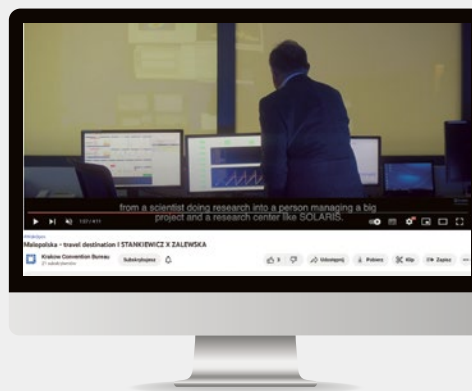
June 2022

Dyrektor NCPS SOLARIS małopolskim ambasadorem nauki

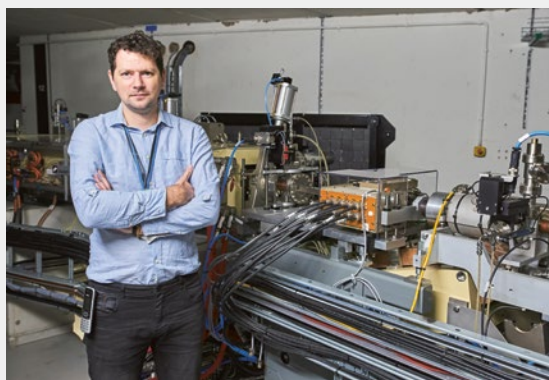
W ramach projektu pn. „Małopolska – travel destination” został nagrany cykl spotów reklamujących południowy region Polski. Prof. Marek Stankiewicz, Dyrektor NCPS SOLARIS obok Prof. Agnieszki Zalewskiej zostali małopolskimi ambasadorami nauki, promując w ten sposób akademicki potencjał Krakowa.

The SOLARIS director becomes Małopolska's ambassador of science

As part of the project entitled 'Małopolska – a travel destination', a series of spots advertising the southern region of Poland was recorded. Prof. Marek Stankiewicz, Director of SOLARIS NSRC, together with Prof. Agnieszka Zalewska became ambassadors of science in Małopolska, thus promoting Kraków's academic potential.



Dyrektor Centrum SOLARIS – Prof. dr hab. Marek Stankiewicz w filmie „Małopolska travel destination” / Director of SOLARIS Centre – Prof. Marek Stankiewicz in the film 'Małopolska travel destination'



Dr Roman Panaś – inicjator projektu /
Dr. Roman Panaś – initiator of the project
fot./photo: Piotr Andryszczak

Nowa orbita dla elektronów

W ramach projektu zainicjowanego przez dra Romana Panaśa z Działu Akceleratorów możliwe będzie rozwiązanie wyzwania związanego z korekcją orbity wiązki akceleratora, a także wymierne oszczędności wykorzystywanej energii. Optymalizacja orbity była niezbędna z uwagi na jej pośredni wpływ na jakość i moc światła synchrotronowego. Wypracowanie i wdrożenie nowych algorytmów pozycjonowania wiązki zajęło około 2 miesiące.

A new orbit for electrons

The project initiated by Dr. Roman Panaś of the NCPS Accelerator Department will allow to solve the challenge of correcting the orbit of the accelerator beam, as well as measurably save the energy used. Optimisation of the orbit was necessary because of its indirect effect on the quality and power of synchrotron light. It took about two months to develop and implement the new beam positioning algorithms.



Czerwiec 2022

June 2022

Tango Community Meeting

Przedstawiciele zespołu Działu CS IT wzięli udział w spotkaniu użytkowników systemu Tango Controls w synchrotronie MAXIV w Lund, gdzie prezentowane były aktualnie prowadzone projekty związane z systemem sterowania Tango.

Tango Community Meeting

The team of the CS IT Department participated in the meeting of Tango Controls system users in synchrotron MAXIV in Lund, where current projects related to the Tango control system were presented.

Zespół Działu SC IT podczas Tango Community Meeting /
The team of the CS IT Department during Tango
Community Meeting

fot./photo: Michał Piekarski

Sierpień 2022

August 2022

Nawiązanie współpracy z COGITEON

Centrum SOLARIS sygnowało umowę o współpracy z Małopolskim Centrum Nauki COGITEON. Jej celem jest popularyzacja nauki podczas ogólnopolskich wydarzeń typu Noce Naukowców, a także konsultacje nowopowstającego Laboratorium Cząstek i Pracowni Innowacji MCN.

Establishment of collaboration with COGITEON

SOLARIS Centre has signed a cooperation agreement with the Małopolska Science Centre COGITEON. Its aim is to popularise science during nationwide events, such as Researchers' Nights, as well as to consult the MCN's newly established Particle Laboratory and Innovation Laboratory.



Podpisanie umowy o współpracy z Małopolskim
Centrum Nauki COGITEON /
Signing of a cooperation agreement with the
Małopolska COGITEON Science Centre

fot./photo: Joanna Kowalik

Wrzesień 2022

September 2022

Międzynarodowa konferencja IBIC 2022

Centrum było gospodarzem International Beam Instrumentation Conference 2022. W Auditorium Maximum UJ zebrało się przeszło 250 światowej klasy naukowców, inżynierów oraz przedstawicieli firm zajmujących się technikami diagnostyki i pomiarów cząstek naładowanych, przyspieszanych w akceleratorach do wysokich energii. Współorganizatorem wydarzenia był GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung w Darmstadt (Niemcy).

IBIC International Beam Instrumentation Conference 2022

The Centre hosted the International Beam Instrumentation Conference 2022. Over 250 world-class scientists, engineers and representatives of companies involved in diagnostic and measurement techniques for charged particles accelerated in accelerators to high energies gathered. The event, which took place in the Auditorium Maximum JU, was co-organised by GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt.

Uczestnicy Konferencji IBIC 2022 przed budynkiem Auditorium Maximum / Participants at the IBIC 2022 Conference in front of the Auditorium Maximum building
foto./photo: Jaromir Ludwin





Konferencja SOLARIS User Meeting 2022

Wspólnie z Polskim Towarzystwem Promieniowania Synchrotronowego zorganizowano drugą w historii NCPS, międzynarodową konferencję pn. „Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users”. Symposium było jedynym tego typu wydarzeniem w kraju, umożliwiającym wymianę wiedzy i doświadczeń związanych z badaniami naukowymi wykorzystującymi promieniowanie synchrotronowe.

SOLARIS User Meeting 2022 conference

The second international conference in the history of the NSRC entitled 'Joint meeting of PSRS members and SOLARIS Centre Users' was organised together with the Polish Synchrotron Radiation Society. The symposium was unique on a national scale, enabling the exchange of knowledge and experience in scientific research using synchrotron radiation.

Uczestnicy Konferencji "Joint Meeting of Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Centre Users" przed budynkiem Wydz. Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego / Participants of the 'Joint Meeting of the Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Centre Users' conference in front of the Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science, Jagiellonian University

fot./photo: Piotr Andryszczak



Małopolska Noc Naukowców 2022 w NCPS SOLARIS /
Małopolska Night of Scientists 2022 at SOLARIS NSRC

fot./photo: Piotr Andryszczak

Małopolska Noc Naukowców w SOLARIS

W ramach przygotowanego programu uczestnicy mogli partycypować w szeregu warsztatów, eksperymentów i pokazów, a także odwiedzić z przewodnikiem halę eksperymentalną synchrotronu. NCPS SOLARIS odwiedziło przeszło 500 osób, które wzięły udział w atrakcjach przygotowanych przez zespół Centrum.

the Małopolska Researchers' Night at SOLARIS

As part of the prepared programme, the visitors were able to participate in a number of workshops, experiments and demonstrations, as well as had a guided tour of the synchrotron experimental hall. SOLARIS was visited by more than 500 people who took part in the attractions prepared by the Centre's team.

Październik 2022

October 2022

SOLARIS Industry Day – DELOITTE

Dzięki współpracy z firmą Deloitte – międzynarodową siecią spółek handlowych świadczących usługi doradcze i audytorskie – odbyło się trzecie z serii spotkań dedykowanych Użytkownikom ze świata przemysłu. Tematem przewodnim warsztatów były innowacje w branży wytwarzającej i przetwarzającej metale.

SOLARIS Industry Day – DELOITTE

Thanks to the cooperation with Deloitte, an international network of commercial companies providing consulting and auditing services, the third in the series of meetings dedicated to users from the world of industry took place. The theme of the workshop was innovation in the metal manufacturing and processing industry.



Uczestnicy spotkania SOLARIS Industry Day – DELOITTE podczas oprowadzania po budynku / Participants of SOLARIS Industry Day – DELOITTE meeting during a guided tour around the building
fot./photo: Joanna Kowalik



Październik 2022

October 2022

Spotkanie plenarne konsorcjum LEAPS

Reprezentacja pracowników SOLARIS wzięła udział w spotkaniu plenarnym The League of European Accelerator based-Photon Sources, które odbyło się w Villigen (Szwajcaria). Główne rozmowy dotyczyły wizji nowoczesnych źródeł światła opartych na akceleratorach odpowiadających na współczesne wyzwania związane z kryzysem energetycznym. W trakcie obrad SOLARIS został wybrany na lidera komunikacji z ukraińskim środowiskiem naukowym, w jego dążeniach do budowy synchrotronu po zakończeniu wojny.

October 2022 – Plenary meeting of the LEAPS consortium

SOLARIS staff representation attended the plenary meeting of The League of European Accelerator-based Photon Sources held in Villigen, Switzerland. The main discussions focused on the vision of modern accelerator-based light sources responding to today's challenges of the energy crisis. During the deliberations, SOLARIS was chosen to lead communication with the Ukrainian scientific community in its efforts to build a synchrotron after the war.

Spotkanie LEAPS w Villigen, w Szwajcarii / LEAPS meeting in Villigen, Switzerland
fot./photo: Markus Fisher



Październik 2022

October 2022

Sardana Bug Squasing Party

Przedstawiciele zespołu Działu CS IT wzięli udział w spotkaniu programistów z różnych instytutów naukowych, które odbyło się w synchrotronie ALBA. Wydarzenie odbyło się w duchu wymiany wiedzy przy jednoczesnym doskonaleniu międzynarodowego projektu Sardana.

Sardana Bug Squasing Party

Representatives of the CS IT Department took part in a meeting of programmers from various scientific institutes, which was organised by ALBA synchrotron. The event was held in the spirit of knowledge exchange while improving the international Sardana project.

Zespół Działu CS IT podczas Sardana Bug Squasing Party / Figure 29. CS IT Team during Sardana Bug Squashing Party
fot./photo: Wojciech Wantuch

Grudzień 2022

December 2022

Drugi numer Magazynu Informacyjnego SOLARIS

Ukazał się drugi numer, powstającego w ramach projektu Sylinda, Magazynu Informacyjnego SOLARIS, pt. „SOLARIS NEWS”. Wydanie było poświęcone pierwszym wynikom badań uzyskanych na linii ASTRA oraz pilotażowym eksperymentom przemysłowym.

Second issue of the SOLARIS information magazine

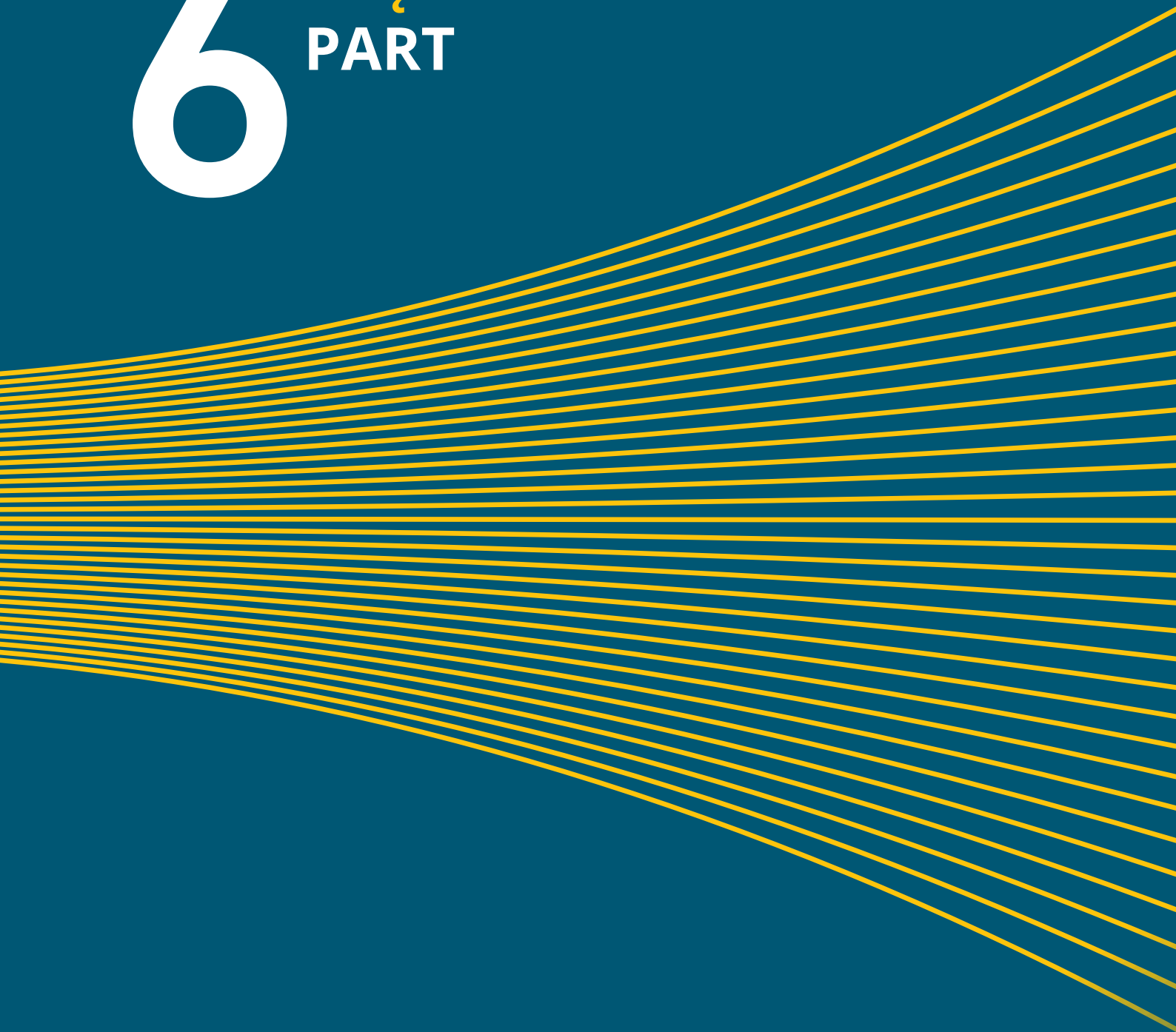
The second issue of the magazine prepared as part of the Sylinda project and entitled ‘SOLARIS NEWS’ was published. The issue was dedicated to the first results obtained on the ASTRA beamline and to pilot experiments for industry.



Magazyn SOLARIS NEWS / SOLARIS NEWS magazine

6

CZĘŚĆ
PART





Aneks
Annex



Aneks

Annex

MSc. Eng. Kinga Wróbel

LISTA PUBLIKACJI 2021

LIST OF PUBLICATIONS 2021

- [1] M. Parcheta, R. Swislocka, S. Orzechowska, M. Akimowicz, R. Choinska, and W. Lewandowski, *Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties*, *Materials* **14**, 1984 (2021).
- [2] K. Grochot, L. Karwacki, S. Lazarski, W. Skowronski, J. Kanak, W. Powroznik, P. Kuswik, M. Kowacz, F. Stobiecki, and T. Stobiecki, *Current-Induced Magnetization Switching of Exchange-Biased NiO Characterized by Spin-Orbit Torque*, *Phys Rev Appl* **15**, 014017 (2021).
- [3] K. Redel, A. Kulka, K. Walczak, A. Plewa, E. Hanc, M. Marzec, L. Lu, and J. Molenda, *Origin of Extra Capacity in Advanced Li-Rich Cathode Materials for rechargeable Li-Ion Batteries*, *Chem. Eng. J.* **424**, 130293 (2021).
- [4] D. Liberda, K. Kosowska, P. Koziol, and T. P. Wrobel, *Spatial Sampling Effect on Data Structure and Random Forest of Tissue Types in High Definition and Standard FT-IR Imaging*, *Chemometrics Intell. Lab. Syst.* **217**, 104407 (2021).
- [5] D. Liberda, P. Koziol, M. K. Raczowska, W. M. Kwiatek, and T. P. Wrobel, *Influence of Interference Effects on the Spectral Quality and histological Classification by FT-IR Imaging in Transfection Geometry*, *Analyst* **146**, 646 (2021).
- [6] M. Gielnik, M. Taube, L. Zhukova, S. K. T. S. Zhukov Igor and Warmlander, Z. Svedruzic, W. M. Kwiatek, A. Graslund, and M. Kozak, *Zn(II) Binding Causes Interdomain Changes in the Structure and flexibility of the Human Prion Protein*, *Sci Rep* **11**, 21703 (2021).
- [7] D. Koziol, P. Jelen, J. Stepien, Z. Olejniczak, M. Sitarz, and Z. Pedzich, *Surface Properties and Morphology of Boron Carbide Nanopowders Obtained by Lyophilization of Saccharide Precursors*, *Materials* **14**, 3419 (2021).
- [8] M. Roman, T. P. Wrobel, A. Panek, C. Paluszkiwicz, and W. M. Kwiatek, *Exploring Subcellular Responses of Prostate Cancer Cells to Clinical of X-Rays by Raman Microspectroscopy*, *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc* **255**, 119653 (2021).

- [9] M. Rogala, S. Sokolowski, U. Ukegbu, A. Mierzwa, and R. Szoszkiewicz, *Direct Identification of Surface Bound MoO₃ on Single MoS₂ Flakes Heated in Dry and Humid Air*, *Adv Mater Interfaces* **8**, 2100328 (2021).
- [10] M. Slezak et al., *Controllable Magnetic Anisotropy and Spin Orientation of a Prototypical Easy-Plane Antiferromagnet on a Ferromagnetic Support*, *Phys Rev B* **104**, 134434 (2021).
- [11] J. J. Kolodziej, D. Wutke, J. Lis, and N. Olszowska, *Electronic Structure of Two-Dimensional Electron Gases at Differently Prepared Indium Arsenide Surfaces*, *Appl Surf Sci* **555**, 149516 (2021).
- [12] G. Jajko, P. Kozyra, M. Strzemppek, P. Indyka, M. Zajac, S. Witkowski, and W. Piskorz, *Structural Studies of Aluminated Form of Zeolites-EXAFS and XRD, STEM Micrography, and DFT Modelling*, *Molecules* **26**, 3566 (2021).
- [13] P. Maciol, J. Falkus, P. Indyka, and B. Dubiel, *Towards Automatic Detection of Precipitates in Inconel 625 Superalloy Additively Manufactured by the L-PBF Method*, *Materials* **14**, 4507 (2021).
- [14] D. Liberda, E. Pieta, K. Pogoda, N. Piergies, M. Roman, P. Koziol, T. P. Wrobel, C. Paluszkiwicz, and W. M. Kwiatek, *The Impact of Preprocessing Methods for a Successful Prostate Cell Lines Discrimination Using Partial Least Squares Regression and Discriminant Analysis Based on Fourier Transform Infrared Imaging*, *Cells* **10**, 953 (2021).
- [15] S. Harizanova, E. Faulques, B. Corraze, C. Payen, M. Zajac, D. Wilgocka-Slezak, J. Korecki, G. Atanasova, and R. Stoyanova, *Composites between Perovskite and Layered Co-Based Oxides for Modification of the Thermoelectric Efficiency*, *Materials* **14**, 7019 (2021).
- [16] K. Wojtaszek et al., *Determination of Crystal-Field Splitting Induced by Thermal Oxidation of Titanium*, *J Phys Chem A* **125**, 50 (2021).
- [17] F. Genuzio, T. Giela, M. Lucian, T. O. Menten, C. A. Brondin, G. Cautero, P. Mazalski, S. Bonetti, J. Korecki, and A. Locatelli, *A UHV MOKE Magnetometer Complementing XMCD-PEEM at the Elettra Synchrotron*, *J Synchrotron Radiat* **28**, 995 (2021).
- [18] M. Zajac et al., *The First Experimental Results from the 04BM (PEEM/XAS) Beamline At*, *Nucl Instrum Methods Phys Res B* **492**, 43 (2021).
- [19] J. Hormes et al., *A New SOLARIS Beamline Optimized for X-Ray Spectroscopy in the Tender Range*, *Nucl Instrum Methods Phys Res B* **489**, 76 (2021).
- [20] M. Szczepanik-Ciba, T. Sobol, and J. Szade, *PHLIX – A New Soft X-Ray Spectroscopy Beamline at SOLARIS Synchrotron*, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B-Beam Interact. Mater. Atoms* **492**, 49 (2021).
- [21] A. I. Wawrzyniak, R. Panas, A. Curcio, M. Knafel, G. Kowalski, and A. Marendziak, *Solaris Synchrotron Performance and Operational Status*, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B-Beam Interact. Mater. Atoms* **493**, 19 (2021).
- [22] A. Curcio, R. Panas, M. Knafel, and A. I. Wawrzyniak, *Liouville Theory for Fully Analytic Studies of Longitudinal Beam Dynamics and Bunch Profile Reconstruction in Dispersive Lines*, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Dect. Assoc. Equip.* **986**, 164755 (2021).
- [23] K. Pogoda, E. Pieta, M. Roman, N. Piergies, D. Liberda, T. P. Wrobel, P. A. Janmey, C. Paluszkiwicz, and W. M. Kwiatek, *In Search of the Correlation between Nanomechanical and*

- Biomolecular Properties of Prostate Cancer Cells with Different Metastatic Potential*, Arch Biochem Biophys **697**, 108718 (2021).
- [24] D. Bystranowska, A. Skorupska, K. Soltys, M. Padjasek, A. Krezel, A. Zak, M. Kaus-Drobek, M. Taube, M. Kozak, and A. Ozyhar, *Nucleobindin-2 Consists of Two Structural Components: The Zn²⁺-Sensitive N-Terminal Half, Consisting of Nesfatin-1 and -2, and the Ca²⁺-Sensitive C-Terminal Half, Consisting of Nesfatin-3*, Comput Struct Biotechnol J **19**, 4300 (2021).
- [25] A. Plewa, A. Kulka, E. Hanc, J. Sun, M. Nowak, K. Redel, L. Lu, and J. Molenda, *Abnormal Phenomena of Multi-Way Sodium Storage in Selenide Electrode*, Adv Funct Mater **31**, 2102406 (2021).
- [26] M. Nowacka, E. Nowak, M. Czarnocki-Cieciura, J. Jackiewicz, K. Skowronek, B. M. Szczepanowski Roman H. and Woehrl, and M. Nowotnya, *Structures of Substrate Complexes of Foamy Viral Protease-Reverse*, J Virol **95**, e0084821 (2021).
- [27] R. Pompili et al., *Time-Resolved Study of Nonlinear Photoemission in Radio-Frequency*, Opt Lett **46**, 2844 (2021).
- [28] K. Cysewska, M. Zajac, M. Lapinski, J. Karczewski, M. K. Rybarczyk, B. Kamecki, P. Jasinski, and S. Molin, *The Effect of Cobalt Incorporation into Nickel-Iron Oxide/(Oxy)Hydroxide on Electrocatalytic Performance Toward Oxygen Evolution*, Energy Technol **9**, 2100688 (2021).
- [29] M. Weis et al., *Hot-Carrier and Optical-Phonon Ultrafast Dynamics in the Topological Bi₂Te₃ upon Iron Deposition on Its Surface*, Phys Rev B **104**, 245110 (2021).
- [30] S. Prasad V et al., *Targeting Bacteria Causing Otitis Media Using Nanosystems Containing Nonspherical Gold Nanoparticles and Ceragenins*, Nanomedicine **16**, 2657 (2021).
- [31] M. Marcinkowski et al., *Effect of Posttranslational Modifications on the Structure and Activity of FTO Demethylase*, Int J Mol Sci **22**, 4512 (2021).
- [32] M. Chrabaszczewska et al., *Insight into the Binding and Hydrolytic Preferences of HNUdt16 Based on Nucleotide Diphosphate Substrates*, Int J Mol Sci **22**, 10929 (2021).
- [33] A. R. Romero et al., *A Fragment-Based Approach Identifies an Allosteric Pocket That Impacts Malate Dehydrogenase Activity*, Commun Biol **4**, 949 (2021).
- [34] R. Kurlito et al., *Photoemission Signature of Momentum-Dependent Hybridization in CeCoIn₅*, Phys Rev B **104**, 125104 (2021).
- [35] P. Piekarczyk et al., *Trimeron-Phonon Coupling in Magnetite*, Phys Rev B **103**, 104303 (2021).
- [36] M. Szefczyk et al., *Hierarchical Approach for the Rational Construction of Helix-Containing Using Alpha,Beta-Peptides*, Nanoscale **13**, 4000 (2021).
- [37] D. Ghilarov et al., *Molecular Mechanism of SbmA, a Promiscuous Transporter Exploited by Antimicrobial Peptides*, Sci Adv **7**, eabj5363 (2021).
- [38] A. Abd-Elnaiem, R. El-baki, F. Alsaqa, S. Orzechowska, and D. Hamad, *Composite Nanoarchitectonics of Graphene Oxide for Better Understanding on Structural Effects on Photocatalytic Performance for Methylene Blue Dye*, J Inorg Organomet Polym Mater **32**, 1191 (2021).

- [39] K. Kosowska, P. Koziol, D. Liberda, and T. P. Wrobel, *Spatially Resolved Macromolecular Orientation in Biological Tissues Using FT-IR Imaging*, *Clinical Spectroscopy* **3**, 100013 (2021).
- [40] Y. Shvyd'ko, S. Terentyev, V. Blank, and T. Kolodziej, *Diamond Channel-Cut Crystals for High-Heat-Load Beam-Multiplexing Narrow-Band X-Ray Monochromators*, *J Synchrotron Radiat* **28**, 1720 (2021).
- [41] P. Pappas, E. Liarokapis, M. Calamiotou, and A. Bussmann-Holder, *Magnetic Interactions and the Puzzling Absence of Any Raman Mode in EuTiO₃*, *J. Raman Spectrosc.* **52**, 914 (2021).
- [42] A. Curcio, M. Knafel, G. Kowalski, R. Panaś, M. Waniczek, and A. Wawrzyniak, *Bunch Length Characterizations for the SOLARIS Injector LINAC*, in *12th Int. Particle Acc. Conf* (JACoW Publishing, Campinas, 2021), pp. 2117–2119.
- [43] G. Iori, M. al Shehab, M. Al-Najdawi, M. Altissimo, I. Cudin, A. Kaprolat, T. Kolodziej, A. Lausi, J. Reyes-Herrera, and P. van Vaerenbergh, *Design and Ray-Tracing of the BEATS Beamline of SESAME*, in *Mech. Eng. Design of Synchrotron Radiat. Equip. and Instrum.*, Vol. MEDSI2020 (JACoW Publishing, Chicago, 2021), pp. 246–248.
- [44] R. Kwiatkowski, M. Krakówiak, S. Mianowski, R. Nietubyc, J. Szewiński, and A. Wawrzyniak, *Design and Numerical Investigations of Scintillation Beam Loss Monitor for PoFEL*, in *10th Int. Beam Instrum. Conf*, Vol. IBIC2021 (JACoW Publishing, Pohang, 2021), pp. 281–284.
- [45] R. Panaś, A. Curcio, and A. Wawrzyniak, *LUMOS: A Visible Diagnostic Beamline for the SOLARIS Storage Ring*, in *12th Int. Particle Acc. Conf.* (JACoW Publishing, Campinas, 2021), pp. 3901–3903.
- [46] M. Waniczek, A. Curcio, G. Kowalski, R. Panaś, and A. Wawrzyniak, *X-Ray Beam Position Monitor (XBPM) Calibration at NSRC SOLARIS*, in *12th Int. Particle Acc. Conf.* (JACoW Publishing, Campinas, 2021), pp. 4292–4295.

LISTA PUBLIKACJI 2022

LIST OF PUBLICATIONS 2022

- [1] A. Berezicka, M. Szumera, J. Sułowska, P. Jeleń, Z. Olejniczak, J. Stępień, M. Zając, S. Pollastri, and L. Olivi, *Unraveling the Nature of Sulfur-Bearing Silicate-Phosphate Glasses: Insights from Multi-Spectroscopic (Raman, MIR, 29Si, 31P MAS-NMR, XAS, XANES) Investigation*, *Ceram Int* **48**, 4238 (2022).
- [2] K. Cichy, M. Zając, and K. Świerczek, *Evaluation of Applicability of Nd- and Sm-Substituted Y_{1-XR}XM-nO_{3+δ} in Temperature Swing Absorption for Energy-Related Technologies*, *Energy* **239**, 122429 (2022).

- [3] A. I. Wawrzyniak et al., *Recent Developments At SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre*, in *13th Int. Particle Acc. Conf. (JACoW Publishing, Bangkok, 2022)*, pp. 1051–1054.
- [4] A. Brodzicki, D. Kucharski, M. Piekarski, A. Kostuch, and J. Jaworek-Korjakowska, *Deep Neural Network Interpretability Methods for Supervised and Unsupervised Problems*, in *Proceedings of the 3rd Polish Conference on Artificial Intelligence (Gdynia Maritime University, Gdynia, 2022)*, pp. 25–28.
- [5] J. Stremper et al., *Possibilities at the Polar Beamline with APS-U*, *J Phys Conf Ser* **2380**, 012038 (2022).
- [6] M. Piekarski, J. Jaworek-Korjakowska, and A. Wawrzyniak, *A Hybrid Deep Learning Based Anomaly Detection Framework Dedicated for Big Research Infrastructures*, in *2022 17th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV) (IEEE, Singapore, 2022)*, pp. 887–892.
- [7] K. Nowak et al., *Influence of Doping on the Topological Surface States of Crystalline Bi₂Se₃ Topological Insulators*, *Materials* **15**, 2083 (2022).
- [8] M. Sharma et al., *Shape-Morphing of an Artificial Protein Cage with Unusual Geometry Induced by a Single Amino Acid Change*, *ACS Nanoscience Au* **2**, 404 (2022).
- [9] Z. Kaczmarska et al., *Structural Basis of Transposon End Recognition Explains Central Features of Tn7 Transposition Systems*, *Mol Cell* **82**, 2618 (2022).
- [10] M. Ślęzak, P. Drózdź, W. Janus, M. Szpytma, H. Nayyef, A. Koziół-Rachwał, M. Zajęc, and T. Ślęzak, *Tailorable Exchange Bias and Memory of Frozen Antiferromagnetic Spins in Epitaxial CoO(111)/Fe(110) Bilayers*, *J Magn Magn Mater* **545**, 168783 (2022).
- [11] K. Majsterkiewicz, A. P. Biela, S. Maity, M. Sharma, B. M. A. G. Piette, A. Kowalczyk, S. Gawel, S. Chakraborti, W. H. Roos, and J. G. Heddle, *Artificial Protein Cage with Unusual Geometry and Regularly Embedded Gold Nanoparticles*, *Nano Lett* **22**, 3187 (2022).
- [12] J. Kuciakowski et al., *Thermal Decomposition Pathways of Zn_xFe_{3-x}O₄ Nanoparticles in Different Atmospheres*, *Ind Eng Chem Res* **61**, 12532 (2022).
- [13] D. A. Estyunin, T. P. Makarova, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, A. M. Shikin, and I. I. Klimovskikh, *Contact of the Intrinsic Magnetic Topological Insulator Mn(Bi, Sb)₂Te₄ with a Superconducting Pb Film*, *Phys Rev B* **106**, 155305 (2022).
- [14] M. Mozdierz et al., *High-Entropy Sn_{0.8}(Co_{0.2}Mg_{0.2}Mn_{0.2}Ni_{0.2}Zn_{0.2})(2.2)O₄ Conversion – Alloying Anode Material for Li-Ion Cells: Altered Lithium Storage Mechanism, Activation of Mg, and Origins of the Improved Cycling Stability*, *ACS Appl Mater Interfaces* **14**, 42057 (2022).
- [15] K. Kwiecinska, A. Stachowicz-Kusnierz, B. Korchowicz, M. Roman, W. M. Kwiatek, A. Jagusiak, I. Roterman, and J. Korchowicz, *Congo Red as a Supramolecular Carrier System for Doxorubicin: An Approach to Understanding the Mechanism of Action*, *Int J Mol Sci* **23**, 8935 (2022).

- [16] S. Sovizi, S. Tosoni, and R. Szoszkiewicz, *MoS₂ Oxidative Etching Caught in the Act: Formation of Single (MoO₃)_n Molecules*, *Nanoscale Adv* **4**, 4517 (2022).
- [17] M. Nowakowski, A. Kalinko, J. Szlachetko, R. Fanselow, and M. Bauer, *High Resolution off Resonant Spectroscopy as a Probe of the Oxidation State*, *J Anal At Spectrom* **37**, 2383 (2022).
- [18] M. Slezak, P. Drozd, K. Matlak, A. Koziol-Rachwal, A. A. S. Devi, M. Alatalo, and T. Slezak, *From Termination Dependent Chemical Sensitivity of Spin Orientation in All-Bcc Fe/Co Magnetic Superlattices toward the Concept of an Artificial Surface of a Ferromagnet*, *J Phys Chem Lett* **13**, 8522 (2022).
- [19] M. Rosmus, N. Olszowska, Z. Bukowski, P. Starowicz, P. Piekarz, and A. Ptok, *Electronic Band Structure and Surface States in Dirac Semimetal LaAgSb₂*, *Materials* **15**, 7168 (2022).
- [20] S. Ruiz-Gomez, A. Mandziak, L. Martin-Garcia, J. E. Prieto, P. Prieto, C. Munuera, M. Foerster, A. Quesada, L. Aballe, and J. de la Figuera, *Magnetic Domain Wall Pinning in Cobalt Ferrite Microstructures*, *Appl Surf Sci* **600**, 154045 (2022).
- [21] M. Przesniak-Welenc, M. Nadolska, K. Jurak, J. Li, K. Gornicka, A. Mielewczyk-Gry, M. Rutkowska, and A. P. Nowak, *The Valance State of Vanadium-Key Factor in the Flexibility of Potassium Vanadates Structure as Cathode Materials in Li-Ion Batteries*, *Sci Rep* **12**, 18751 (2022).
- [22] D. Wojciechowska, M. Taube, K. Rucinska, J. Maksim, and M. Kozak, *Oligomerization of Human Cystatin C-An Amyloidogenic Protein: An Analysis of Small Oligomeric Subspecies*, *Int J Mol Sci* **23**, 13441 (2022).
- [23] I. Zglobicka and K. J. Kurzydowski, *Multi-Length Scale Characterization of Frustule Showing Highly Hierarchical Structure in the Context of Understanding Their Mechanical Properties*, *Mater Today Commun* **33**, 104741 (2022).
- [24] I. I. Klimovskikh, D. A. Estyunin, T. P. Makarova, O. E. Tereshchenko, K. A. Kokh, and A. M. Shikin, *Electronic Structure of Pb Adsorbed Surfaces of Intrinsic Magnetic Topological Insulators*, *J Phys Chem Lett* **13**, 6628 (2022).
- [25] P. Blaszczyk, M. Zajac, A. Ducka, K. Matlak, B. Wolanin, S. F. Wang, A. Mandziak, B. Bochenryn, and P. Jasinski, *High-Temperature Co-Electrolysis of CO₂/H₂O and Direct Methanation over Co-Impregnated SOEC. Bimetallic Synergy between Co and Ni*, *Int J Hydrogen Energy* **47**, 35017 (2022).
- [26] P. Koziol, K. Kosowska, D. Liberda, F. Borondics, and T. P. Wrobel, *Super-Resolved 3D Mapping of Molecular Orientation Using Vibrational Techniques*, *J Am Chem Soc* **144**, 14278 (2022).
- [27] J. Sitnicka et al., *Systemic Consequences of Disorder in Magnetically Self-Organized Topological MnBi₂Te₄/(Bi₂Te₃)_n Superlattices*, *2d Mater* **9**, 015026 (2022).
- [28] P. Pawlik et al., *Application of Iron-Based Magnetic Nanoparticles Stabilized with Triethanolammonium Oleate for Theranostics*, *J Mater Sci* **57**, 4716 (2022).
- [29] A. P. Biela, A. Naskalska, F. Fatehi, R. Twarock, and J. G. Heddle, *Programmable Polymorphism of a Virus-like Particle*, *Commun Mater* **3**, 7 (2022).

- [30] A. S. Wadge et al., *Electronic Properties of TaAs₂ Topological Semimetal Investigated by Transport and ARPES*, *Journal of Physics: Condensed Matter* **34**, 125601 (2022).
- [31] K. Lankauf, K. Ostrowska, K. Gornicka, J. Karczewski, P. Jasinski, and S. Molin, *Tetrahedrally Modified MnMe_{0.1}Co_{1.9}O₄ (Me = Zn, Mg, Li) Spinel for Non-Enzymatic Glucose Sensing*, *Mater Lett* **323**, 132574 (2022).
- [32] A. Koziol-Rachwal et al., *Beating the Limitation of the Neel Temperature of FeO with Antiferromagnetic Proximity in FeO/CoO*, *Appl Phys Lett* **120**, 072404 (2022).
- [33] M. Gielnik, L. Zhukova, I. Zhukov, A. Graslund, M. Kozak, and S. Warmlander, *The Engineered Peptide Construct NCAM1-A Beta Inhibits Fibrillation of the Human Prion Protein (PrP)*, *Acta Biochim Pol* **69**, 257 (2022).
- [34] P. Popcevic et al., *Role of Intercalated Cobalt in the Electronic Structure of Co_{1/3}NbS₂*, *Phys Rev B* **105**, 155114 (2022).
- [35] K. Walczak, A. Plewa, C. Ghica, W. Zajac, A. Trenczek-Zajac, M. Zajac, J. Tobo, and J. Molenda, *NaMn_{0.2}Fe_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Ti_{0.2}O₂ High-Entropy Layered Oxide – Experimental and Theoretical Evidence of High Electrochemical Performance in Sodium Batteries*, *Energy Storage Mater* **47**, 500 (2022).
- [36] M. Smolilo-Utrata et al., *Modulation of ODH Propane Selectivity by Zeolite Support Desilication: Vanadium Species Anchored to Al-Rich Shell as Crucial Active Sites*, *Int J Mol Sci* **23**, 5584 (2022).
- [37] D. A. Glazkova, D. A. Estyunin, I. I. Klimovskikh, T. P. Makarova, O. E. Tereshchenko, K. A. Kokh, V. A. Golyashov, A. v Koroleva, and A. M. Shikin, *Electronic Structure of Magnetic Topological Insulators Mn(Bi_{1-x}Sb_x)₂Te₄ with Various Concentration of Sb Atoms*, *JETP Lett* **115**, 286 (2022).
- [38] A. S. Wadge, B. J. Kowalski, C. Autieri, P. Iwanowski, A. Hruban, N. Olszowska, M. Rosmus, J. Kolodziej, and A. Wisniewski, *Topological Lifshitz Transition in Weyl Semimetal NbP Decorated with Heavy Elements*, *Phys Rev B* **105**, 235304 (2022).
- [39] D. Wlodarczyk et al., *Synthesis Attempt and Structural Studies of Novel A(2+)CeWO₆ Double Perovskites (A(2+) = Ba, Ca) in and Outside of Ambient Conditions*, *ACS Omega* **7**, 18382 (2022).
- [40] Y. Syryanyy, M. Zajac, E. Guziewicz, W. Wozniak, Y. Melikhov, M. Chernyshova, R. Ratajczak, and I. N. Demchenko, *Polarized Dependence of Soft X-Ray Absorption near Edge Structure of ZnO Films Implanted by Yb*, *Mater Sci Semicond Process* **144**, 106609 (2022).
- [41] M. Ruszkowski, A. Strugala, P. Indyka, G. Tresset, M. Figlerowicz, and A. Urbanowicz, *Cryo-EM Reconstructions of BMV-Derived Virus-like Particles Reveal Assembly Defects in the Icosahedral Lattice Structure*, *Nanoscale* **14**, 3224 (2022).
- [42] M. Gaik et al., *Functional Divergence of the Two Elongator Subcomplexes during Neurodevelopment*, *EMBO Mol Med* **14**, e15608 (2022).
- [43] R. Faselow, M. Sobstel, W. Błachucki, and J. Szlachetko, *Performance of a Laboratory von*

Hámos Type X-Ray Spectrometer in x-Ray Absorption Spectroscopy Study on 3d Group Metals, X-Ray Spectrometry (2022).

- [44] A. Wawrzyniak et al., *Concept of Electron Beam Diagnostics for PoFFEL*, in *13th Int. Particle Acc. Conf.*, Vol. IPAC2022 (JACoW Publishing, Bangkok, 2022), pp. 1055–1058.
- [45] G. Kowalski, K. Gula, R. Panaś, A. Wawrzyniak, and J. Wiechecki, *Design and Status of Fast Orbit Feedback System at SOLARIS*, in *13th Int. Particle Acc. Conf.*, Vol. IPAC2022 (JACoW Publishing, Bangkok, 2022), pp. 1059–1062.
- [46] R. Kwiatkowski, R. Nietubyc, J. Szewiński, A. Wawrzyniak, and D. Zaloga, *Beam Loss Monitor for Polish Free Electron Laser (PoFFEL): Design and Tests*, in *11th Int. Beam Instrum. Conf.*, Vol. IBIC2022 (JACoW Publishing, Krakow, 2022), pp. 225–228.
- [47] M. Rossetti Conti et al., *Arc Compressor Test in a Synchrotron – the ACTIS Project*, in *13th Int. Particle Acc. Conf.*, Vol. IPAC2022 (JACoW Publishing, Bangkok, 2022), pp. 473–476.
- [48] R. Panaś, A. Curcio, and K. Łasocha, *Coherent Diffraction Radiation for Longitudinal Electron Beam Characteristics*, in *11th Int. Beam Instrum. Conf.*, Vol. IBIC2022 (JACoW Publishing, Krakow, 2022), pp. 291–293.
- [49] M. Piekarski, *Deep Neural Network for Beam Profile Classification in Synchrotron*, in *11th Int. Beam Instrum. Conf.*, Vol. IBIC2022 (JACoW Publishing, Krakow, 2022), pp. 323–326.



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





UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



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

www.synchrotron.pl



@synchrotron.solaris.badania



@Synchrotron SOLARIS



@synchrotronsolaris



@SynchrotronSolaris



@SOLARIS_science



ISBN 978-83-967410-1-1



9 788396 741011