



SOLARIS
NARODOWE CENTRUM
PROMIENIOWANIA
SYNCHROTRONOWEGO



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



Synchrotron SOLARIS

2019 — 2020



Publikacja przygotowana przez członków zespołu
NCPS SOLARIS. Autorzy i redaktorzy rozdziałów:

*The publication prepared by the SOLARIS team
members. The authors and editors of the chapters:*

Katarzyna Bester-Ostrowska, Piotr Ciochoń, Alicja Górkiewicz,
Sebastian Glatt, Małgorzata Honc, Paulina Indyka,
Maciej Kozak, Emilia Król, Anna Mandziak, Alexey Maximenko,
Natalia Olszowska, Sylwia Orzechowska, Michał Rawski,
Marek Stankiewicz, Katarzyna Sowa, Jacek Szade,
Magdalena Szczepanik-Ciba, Adriana Wawrzyniak,
Kinga Wróbel, Tomasz Wróbel, Marcin Zając.

W publikacji wykorzystano abstrakty badań, których
autorami są Użytkownicy linii badawczych SOLARIS.

*Research abstracts prepared by the SOLARIS Users were
used in the publication.*

Główny edytor:

Lead editor:

Katarzyna Bester-Ostrowska

Copyright © Uniwersytet Jagielloński

Tłumaczenie i korekta wersji angielskiej:

English translation and correction:

Mikołaj Gołuński

Projekt graficzny i skład raportu:

Graphic design and DTP:

Pracownia Register

Druk:

Printing:

Drukarnia Beltrani

Kraków 2021



Spis treści

Wstęp 5

Wyjątkowe laboratorium 9

- Historia powstania 9
- Wielodziedzinowe zastosowanie 10
- Nie tylko synchrotron 12
- Polityka otwartych drzwi 14
- Interdyscyplinarny zespół 15

CZĘŚĆ 1

INFRASTRUKTURA BADAWCZA SOLARIS

Linie eksperymentalne 21

- Linie działające 23
- Linie w budowie 33

Krajowe Centrum Kriomikroskopii Elektronowej 43

- Prace rozwojowe – kluczowe wydarzenia 46
- Lista wykonanych eksperymentów 49
- Przykładowe eksperymenty 51

CZĘŚĆ 2

SOLARIS JAKO CENTRUM NAUKI I EDUKACJI

Użytkownicy 57

- Nabory wniosków w latach 2019–2020 57
- Eksperymenty w latach 2019–2020 59
- Procedura szybkiego dostępu 60
- SOLARIS w czasie pandemii Covid-19 61

Granty, projekty i nagrody 63

Popularyzacja nauki 67

CZĘŚĆ 3

AKCELERATORY

Udoskonalenie źródła promieniowania synchrotronowego 77

- Parametry źródła promieniowania synchrotronowego 77
- Działanie synchrotronu SOLARIS w latach 2019–2020 79
- Instalacja i uruchomienie linii diagnostycznej LUMOS 82
- Poprawa stabilności wiązki elektronowej 85

CZĘŚĆ 4

WSPÓŁPRACA KRAJOWA I ZAGRANICZNA

Współpraca krajowa 91

Współpraca międzynarodowa 93

Współpraca z przemysłem 101

KALENDARIUM SOLARIS 2019–2020

Kalendarium SOLARIS 2020 106

Kalendarium SOLARIS 2019 112

ANEKS – SPIS PUBLIKACJI 119

Contents

Introduction 5

Exceptional laboratory 9

- Laboratory's creation 9
- Multidisciplinary applications 10
- Not only the synchrotron 12
- Open door policy 14
- Interdisciplinary team 15

PART 1

SOLARIS RESEARCH INFRASTRUCTURE

Beamlines 21

- Active beamlines 23
- Beamlines under construction 33

National Cryo-EM Centre 43

- Development works – key events 46
- Full list of the experiments 49
- Examples of the experiments 51

PART 2

SOLARIS AS A CENTRE OF SCIENCE AND EDUCATION

Users 57

- Calls for proposals in 2019–2020 57
- Experiments in 2019–2020 59
- The rapid access procedure 60
- SOLARIS in the COVID-19 pandemic 61

Grants, projects and awards 63

Public outreach 67

PART 3

ACCELERATORS

An improvement of the synchrotron radiation source 77

- Parameters of the synchrotron radiation source 77
- Operation of the SOLARIS synchrotron in 2019 and 2020 79
- Installation and commissioning of the LUMOS diagnostic beamline 82
- Improvement of the electron beam's stability 85

PART 4

NATIONAL AND INTERNATIONAL COOPERATION

National cooperation 91

International cooperation 93

Industry cooperation 101

SOLARIS TIMELINE 2019–2020

SOLARIS timeline 2020 106

SOLARIS timeline 2019 112

ANNEX – LIST OF PUBLICATIONS 119

Wstęp

Szanowni Państwo,

W imieniu zespołu Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS działającego przy Uniwersytecie Jagiellońskim składam na Państwa ręce raport z naszej aktywności w latach 2019 i 2020.

To już nasze drugie takie sprawozdanie.

Poprzednie, obejmujące lata 2016–2018 przedstawiało początki naszych działań po zakończeniu projektu budowy NCPS SOLARIS. Okres ten poświęcony był optymalizacji parametrów systemu akceleratorów oraz konfiguracji i kalibracji zbudowanych linii eksperymentalnych. Był to też czas zdobywania doświadczeń i nowych kompetencji. Zwieńczeniem tego okresu było udostępnienie jesienią 2018 dwóch linii pomiarowych zewnętrznym grupom badawczym.

Rok 2019 rozpoczęliśmy z wdrożonym już systemem procedowania wniosków o „czas badawczy” w systemie „open call”, dwa razy do roku, poprzez stworzoną platformę internetową Digital User Office. Do końca

Introduction

Dear Reader,

On behalf of the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre team at Jagiellonian University, let me present the report of our activities in 2019 and 2020.

It is already our second report.

The previous one, covered the years 2016–2018; the period after accomplishing the construction of SOLARIS synchrotron. That time was dedicated to commissioning and optimization of the accelerator's system parameters as well as configuration and calibration of the experimental beamlines. It was also the time of acquiring experience, knowledge and new competences. The culmination of this period was the first open call – when SOLARIS has enabled access for external scientific groups to the two experimental beamlines in autumn 2018.

We entered 2019 with the implemented “beam time” application handling system within the open call framework – Digital User Office (DUO) internet



Prof. dr hab. Marek Stankiewicz, dyrektor NCPS SOLARIS

Prof. Marek Stankiewicz, the Director of the SOLARIS NSRC

fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska

2020 r., mając do dyspozycji trzy, w pełni działające linie badawcze oraz kriomikroskop, Centrum SOLARIS przeprowadziło cztery nabory wniosków o czas badawczy. Aktualne możliwości pomiarowe w Centrum spotkały się z ogromnym zainteresowaniem niemal wszystkich obszarów nauk ścisłych i przyrodniczych. Wychodząc naprzeciw potrzebom zespołów naukowych, których mobilność została ograniczona względami epidemiologicznymi, po raz pierwszy udostępniono możliwość zdalnego prowadzenia pomiarów. Z dostępnej infrastruktury skorzystało wielu polskich i zagranicznych naukowców. Efekty przeprowadzonych badań są publikowane, duża część jest w opracowaniu. Część II Raportu przedstawia podsumowanie statystyczne dwuletnich naborów wniosków o czas badawczy. Ich wyniki są powodem naszej ogromnej satysfakcji.

Oprócz wsparcia w badaniach na istniejącej infrastrukturze realizujemy niemniej ważne zadanie – wykorzystanie pełnych możliwości SOLARIS poprzez budowanie nowych linii badawczych. Robimy to w synergii z zewnętrznymi ośrodkami naukowymi, odpowiadając na plany badawcze jak największej liczby grup. Dzięki uznaniu przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (dawniej MNiSW) celu i rangi naszej misji, będąc ośrodkiem Polskiej Mapy Infrastruktury Badawczej, w sprawozdawczym okresie rozpoczęliśmy budowę szeregu nowych infrastruktur. Szczególnie warta podkreślenia w tym kontekście jest budowa linii do badań krystalograficznych, która umożliwi także ważne i aktualne badania struktury bio-molekuł. Nawiązując również do tego obszaru badawczego trzeba zaznaczyć, iż w Centrum SOLARIS znalazło swoje miejsce Krajowe Centrum Kriomikroskopii Elektronowej. Tym samym nasz ośrodek oferuje unikalne możliwości realizacji badań komplementarnymi metodami w obszarze niezwykle szybko rozwijającej się biologii strukturalnej. Szczegółowe omówienie tych i innych realizowanych przez nas projektów znajdziecie Państwo w Części I Raportu.

Osobnym, niezwykle ważnym obszarem działania Centrum w minionych dwóch latach, było ciągłe

platform – which enables all researchers to apply for experimental time at chosen SOLARIS infrastructure. Since then the open call has been held twice a year. By the end of 2020, having three fully operational research beamlines and the cryomicroscope the SOLARIS Centre held four open calls. Research infrastructures and techniques already offered by the Centre have met with a great interest from scientists representing many field of natural sciences. To fight the constraints and the limitations emerging from the restricted mobility due to the COVID-19 pandemic, to enable external groups to perform measurements at SOLARIS, the remote access to the beamlines has been implemented for the first time. Many Polish and foreign scientists took advantage of this option and were able to perform the planned measurements. Results are being published. Significant part of them are still actively processed and interpreted. Part II of the Report presents the statistical summary of the two-year calls for applications for the beamtime. The outcomes are the subject of our great satisfaction.

In addition to supporting research on the existing infrastructure, we carry out an equally important goal – development of the full potential of the Centre by building new beamlines. We do so in synergy with other research facilities, responding to the ideas of as many groups as possible. Thanks to the recognition by the Polish Ministry of Education and Science (formerly Ministry of Science and Higher Education) of our goals and the importance of our mission, we have been listed on the Polish Roadmap for Research Infrastructures. The significant support of the Ministry allowed for commencing in 2019 and 2020 the construction of several new infrastructures. In this context, especially worth mentioning is the construction of a beamline dedicated to crystallography. It will allow, among other, for studies of the biomolecular structures, a subject which is at present one of the most crucial research areas. This field of research can be further studied thanks to the creation of the National Cryo-EM Centre in the SOLARIS Centre. Therefore, our facility offers

ulepszanie parametrów źródła promieniowania – synchrotronu. W tym zakresie osiągnięto bardzo duże postępy, poprawiając istotnie stabilność oraz niezawodność wiązki elektronowej, co przekłada się bezpośrednio na precyzję wykonywania pomiarów. W Centrum SOLARIS znajduje się największy tak zaawansowany układ akceleratorowy w Polsce. Gwarancją sukcesu w jego doskonaleniu są stale rosnące, unikalne kompetencje zespołu. Postęp w optymalizacji pracy akceleratorów osiągnięty w ciągu ostatnich dwóch lat sprawia, iż parametry SOLARIS dorównują obecnie światowym standardom. Szczegółowe informacje na ten temat prezentuje Część III Raportu, do której lektury gorąco zachęcam.

Pragnę polecić Państwu uwzględnić także międzynarodową aktywność Centrum. Dzięki powstaniu NCPS SOLARIS Polska dołączyła do elitarnego grona krajów posiadających tak zaawansowane ośrodki badań. Jesteśmy w europejskim konsorcjum LEAPS (League of Accelerator based Photon Sources) – zrzeszającym 16 europejskich synchrotronów i laserów na swobodnych elektronach. Od początku współtworzymy Konsorcjum na Rzecz Środkowoeuropejskiej Infrastruktury Badawczej CERIC-ERIC, które zapewnia dostęp do różnorodnych infrastruktur badawczych w ośmiu krajach. Dzięki naszej obecności na światowej mapie synchrotronów oraz aktywności zespołu jesteśmy partnerami w szeregu inicjatywach rozwojowych. Na specjalną uwagę zasługuje przyznanie dofinansowania w ramach unijnego programu Horyzont 2020 na realizację międzynarodowego projektu TWINNING pn. Sylinda, którego celem jest włączenie w działalność Centrum SOLARIS doświadczeń zagranicznych ośrodków w obszarze współpracy z przemysłem. Uczestnictwo członków zespołu SOLARIS w charakterze ekspertów w projekcie BEATS, mającego na celu rozbudowę infrastruktury badawczej synchrotronu SESAME w Jordanii, jest wyrazem uznania dla wysoko wykwalifikowanej kadry Centrum. SOLARIS, współpracując w szeregu międzynarodowych projektów, reprezentuje polską naukę na świecie. Szczegóły

access to complementary, state-of-the-art methods used in the rapidly developing area of structural biology. A detailed overview of these and other our projects can be found in the Part I of the Report.

A separate, fundamental activity of our Team during the last two years has been a continuous improvement of the synchrotron radiation source parameters. The significant progress has been achieved in this area, essentially improving the stability and reliability of the electron beam, which increased the accuracy and precision of the measurements. The system of accelerators in the SOLARIS Centre is the largest and most advanced one in Poland. Its development is driven by the growing unique skills and expertise of the SOLARIS team. The progress in the optimization of the accelerators achieved in the last two years, makes the SOLARIS parameters match the world standards. Part III of the Report includes a comprehensive description of this topic. I heartily invite you to read it.

I would also like to draw your attention to the international activity of the Centre. Due to the founding of SOLARIS Centre, Poland joined the elite group of countries providing such advanced research facilities. We are proudly the member of the LEAPS consortium (the League of European Accelerator-based Photon Sources), associating 16 European synchrotrons and free-electron lasers. From the beginning, we are also the part of the CERIC-ERIC consortium (the Central European Research Infrastructure Consortium), which grants open free access to various research infrastructures in eight countries. Because of our presence on the global synchrotron map and the activity of the SOLARIS team, we are partners in several development initiatives and projects. Special attention should be given to the “Sylinda” project. Its goal is to increase the competencies of the Centre in the area of cooperation with industry by integrating the experiences of the partner research facilities in this field. The project was funded through the TWINNING project of the Horizon 2020 programme. The participation of the SOLARIS team members as experts in the BEATS

współpracy krajowej i zagranicznej zostały zawarte w Części IV Raportu.

Rok 2021 będzie dla nas kontynuacją realizacji dotychczasowych zadań jak i z pewnością źródłem nowych wyzwań. Będziemy je realizować z tym większą satysfakcją im więcej grup będzie prowadzić badania w Centrum SOLARIS i im więcej infrastruktur badawczych będziemy mogli im zaoferować. Wierzimy, iż wzrastająca liczba Użytkowników, coraz lepszy warsztat badawczy, a także nieustanna potrzeba nawiązywania nowej współpracy będzie stymulowała rozwój nowych technologii i rozwiązań zarówno w nauce, jak i w przemyśle. Dziękując zespołowi SOLARIS za dotychczasowy wkład w rozwój Centrum oraz Użytkownikom za zaufanie i współpracę, gorąco zapraszam do lektury niniejszego raportu, do śledzenia naszej aktywności na [www \(https://synchrotron.uj.edu.pl\)](https://synchrotron.uj.edu.pl) oraz do bezpośredniego kontaktu.

Prof. dr hab. Marek Stankiewicz
Dyrektor NCPS SOLARIS

project, which main goal is to develop the research infrastructure of the SESAME synchrotron in Jordan, is the recognition of the growing competences of the SOLARIS staff. The details of national and international cooperation and spectrum of the project SOLARIS is involved in can be found in Part IV of the Report.

The year 2021 is going to be for us a continuation of our existing tasks and will certainly be the source of new challenges. Our satisfaction from tackling them will rise with the growing pool of research groups using our facility and with the increasing number of research infrastructures we can offer. We believe that the rise in the number of Users, the development of our research facility, and the constant drive to initiate new collaborations will stimulate the development of new technologies, new discoveries and advances, both in science and in industry. Concluding I want to thank the SOLARIS team for their involvement and contribution in the Centre's development and above all, our Users for their trust, cooperation and feedback. I warmly invite you to read this Report, follow our activity on the website (<https://synchrotron.uj.edu.pl>), and to contact us directly.

Prof. dr hab. Marek Stankiewicz
The director of SOLARIS NSRC

Wyjątkowe laboratorium

Historia powstania

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS zostało otwarte 21 września 2015 roku. Powstanie ośrodka stanowiło odpowiedź na potrzeby środowiska naukowego, już wykorzystującego lub dopiero mającego zamiar stosować w swoich badaniach promieniowanie synchrotronowe. Pierwszy w Polsce i jedyne w Europie Środkowo-Wschodniej synchrotron zainaugurował swoje działanie przy Uniwersytecie Jagiellońskim. Na jego lokalizację wybrany został teren Kampusu 600-lecia Odnowienia UJ, w południowej części Krakowa. Budowa trwała pięć lat, a jej realizacja możliwa była dzięki dofinansowaniu Unii Europejskiej ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013. Całkowity budżet projektu wyniósł 50 milionów euro. Dzięki projektowi powstały: infrastruktura budynku, infrastruktura techniczna, wstępny akcelerator liniowy, synchrotron oraz dwie linie eksperymentalne PEEM/XAS i UARPES.

Projekt skonstruowania źródła światła trzeciej generacji rozpoczął się w 2010 r. przy unikalnej współpracy ze szwedzkim laboratorium naukowym MAX-Lab w Lund. W ramach tej współpracy zostały zaprojektowane i wybudowane dwa bliźniacze pierścienie akumulacyjne o energii 1,5 GeV. Instalacja akceleratorów liniowego i kołowego SOLARIS rozpoczęła się w maju 2014 r., a zakończyła rok później. W czerwcu 2015 roku zaobserwowano – przy pomocy monitora fluorescencyjnego zainstalowanego na front endzie linii pomiarowej PEEM/XAS – pierwsze światło synchrotronowe z magnesu zakrzywiającego. Następnie trwały prace nad jak najszybszą optymalizacją (tj. kalibracją i stabilizacją) parametrów pracy zarówno systemu akceleratorów, jak i linii badawczych tak, aby jak najszybciej udostępnić SOLARIS pierwszym naukowcom.

Exceptional laboratory

Laboratory's creation

National Synchrotron Radiation Centre SOLARIS has been opened since the 21st of September 2015 as an answer to the scientific community's demand for synchrotron radiation. SOLARIS is the first synchrotron in Poland and the only one in East-Central Europe. It is operating as a part of Jagiellonian University. It has been built in the southern part of Kraków at the Campus of the 600th Anniversary of the Jagiellonian University Revival. The construction of the synchrotron, which took five years, was possible thanks to the financial support of the European Union's European Regional Development Fund as a part of the Innovative Economy Operational Programme for years 2007–2013. The project's total budget was over 50 million euro. It led to the construction of the building's infrastructure, technical infrastructure, introductory linear accelerator, synchrotron, and two experimental stations (beamlines): PEEM/XAS and UARPES.

The creation of the third-generation light source began in 2010 in a one-of-a-kind collaboration with the Swedish scientific laboratory MAX-Lab in Lund. The partnership resulted in the design of a 1.5 GeV storage ring and subsequent construction of two of them. The setup of linear and circular SOLARIS accelerators began in May 2014 and finished a year later. In June 2015, for the first time, we observed the synchrotron light coming from the bending magnet, using the fluorescence monitor installed on the PEEM/XAS beamline's front end. Optimisation of the operating parameters (calibration and stabilisation) for the accelerator's systems and research beamlines was the next priority. The fast pace of works made it possible to grant access to the SOLARIS to the first researchers as fast as possible.



Kampus UJ, teren pod budowę
synchrotronu SOLARIS
(fot. lewa)

Synchrotron SOLARIS dzisiaj
(fot. prawa)

Jagiellonian University Campus,
area for the SOLARIS synchrotron
construction (photo: left)

SOLARIS synchrotron today
(photo: right)

fot./photo: Michał Domański



Inauguracyjny nabór wniosków o czas badawczy na liniach eksperymentalnych został ogłoszony w kwietniu 2018 roku, a pierwsi Użytkownicy pojawili się w ośrodku w październiku tego samego roku. Od tamtej pory ośrodek odwiedziło około 450 Użytkowników z kraju i zagranicy. W efekcie przeprowadzonych w latach 2019–2020 eksperymentów powstało 14 publikacji w znakomitych czasopismach takich, jak *Nature Scientific Reports* czy *Nano Letters*.

Wielodzinowe zastosowanie

Synchrotron SOLARIS to 96 metrowy akcelerator kołowy, w którym przyspieszone niemal do prędkości światła elektrony, generują promieniowanie synchrotronowe. Unikalne właściwości tego światła to m.in. ogromna intensywność – jest ono miliony razy jaśniejsze od światła, które dociera do Ziemi ze Słońca. Ponadto promieniowanie synchrotronowe zawiera fale elektromagnetyczne od podczerwieni, przez światło widzialne i ultrafiolet aż do promieniowania rentgenowskiego. Dzięki niemu możliwe jest wieloaspektowe badanie powierzchni, jak i wnętrza różnych materiałów. Daje ono wiedzę o tym, jak materiały są

In April 2018, the first call for proposals for research time at the beamlines was announced. First Users were welcomed in the Centre in the October of the same year. Since then, our Centre has been visited by around 450 national and international Users. Experiments held in 2019 and 2020 resulted in 14 publications in excellent quality journals such as *Nature Scientific Reports* or *Nano Letters*.

Multidisciplinary applications

SOLARIS synchrotron is a 96 meters circular accelerator generating synchrotron radiation through the acceleration of electrons to the speed close to the speed of light. One of the unique properties of such light is its enormous intensity – it is a million times brighter than the light coming to Earth from the Sun. Additionally, synchrotron radiation consists of electromagnetic waves in infrared, visible light, ultraviolet, and X-ray spectrum. It allows us to investigate the surfaces and insides of the materials looking from a multitude of perspectives. Synchrotron radiation gives us information about the structure of materials, their chemical composition, and their electric

zbudowane, jaki mają skład chemiczny oraz właściwości elektryczne czy magnetyczne. Światło synchrotronowe wykorzystywane przez wiele dziedzin nauki takich, jak biologia, chemia, fizyka, inżynieria materiałowa, nanotechnologia, medycyna, farmakologia, geologia i krystalografia a nawet archeologia czy konserwacja zabytków.

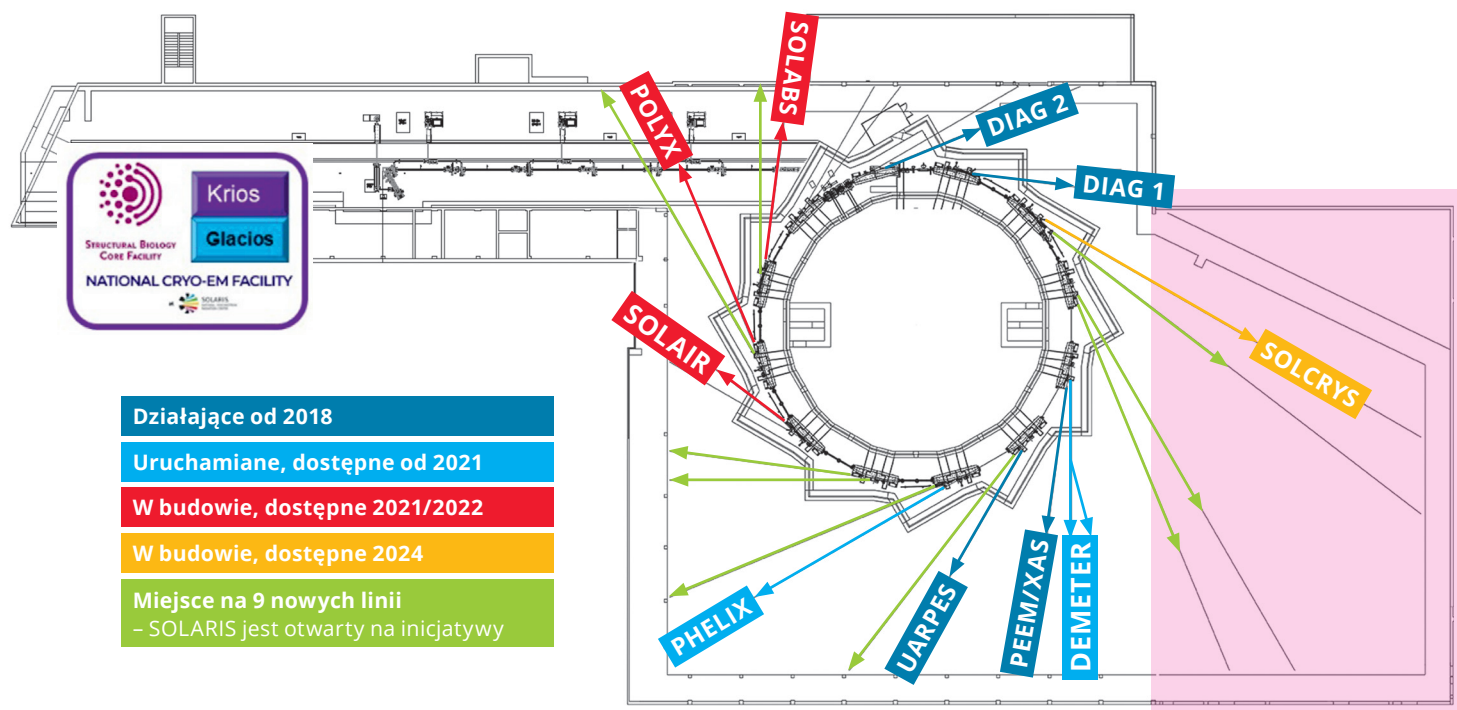
Centrum SOLARIS udostępniało pod koniec 2020 roku 2 linie badawcze (**PEEM/XAS, UARPES**), oferujące 3 techniki eksperymentalne. Istniejące linie to jednak dopiero początek. Wraz z końcem 2020 roku niemal gotowa do udostępniania była także linia **PHELIX**, umożliwiająca szeroki zakres badań spektroskopowych i absorpcyjnych. Trwają prace nad kolejnymi liniami badawczymi. Wśród nich znajdzie się **linia na podczerwień SOLAIR (poprzednia nazwa FTIR)**, 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. Zaprojektowana jest już także **linia krystalograficzna SOLCRY**, która będzie wykorzystywać twarde promieniowanie rentgenowskie. Delikatne (ang. *tender*) promieniowanie rentgenowskie będzie wykorzystywała linia badawcza **SOLABS**, która pozwoli na sekwencyjne badanie lokalnej struktury każdego wybranego pierwiastka chemicznego jako części obiektu o dużej złożoności. Pozostałe linie w budowie to **POLYX, linia do multimodalnego obrazowania rentgenowskiego**, która pozwoli uzyskiwać przestrzenną (2D oraz 3D) informację o składzie pierwiastkowym, związkach chemicznych, a także o fazach krystalicznych występujących w badanych próbkach. Jej zastosowanie jest bardzo szerokie, od medycznych badań klinicznych przez elektronikę do badań z zakresu ochrony zabytków. Wkrótce ukończona zostanie również linia **DEMETER (poprzednia nazwa XMCD)**, która dzięki wykorzystaniu promieniowania o zmiennej polaryzacji połączy możliwości spektrometrii absorpcyjnej promieniowania rentgenowskiego oraz mikroskopii.

and magnetic properties. Synchrotron light is utilised in many fields of science such as biology, chemistry, physics, materials engineering, nanotechnology, medicine, pharmacology, geology, crystallography, and even archaeology, or cultural heritage conservation and restoration.

At the end of 2020, SOLARIS Centre had granted access to two beamlines (**PEEM/XAS, UARPES**), providing three experimental techniques. It was just the beginning, though. At the end of 2020, another beamline was almost ready – **PHELIX**, which will provide a broad range of spectroscopic and absorption experiments. Other beamlines are being designed as well. Among them, there is a **SOLAIR (previous name FTIR) infrared beamline** that will make chemical analysis in microscale and investigation of intramolecular interactions possible. SOLAIR will be especially useful in biomedicine, nanotechnology, environmental sciences, archaeology, and cultural heritage conservation and restoration. The **crystallographic beamline SOLCRY** is already designed as well. It will be using hard X-ray radiation. Radiation in the tender energy range will be used by the **SOLABS beamline**, allowing researchers to perform a sequential investigation of the chosen chemical element's local structure regarding that element as a part of an object with high complexity. **POLYX, a beamline for multimodal x-ray imaging**, is also being constructed. It will let researchers obtain spatial information (2D and 3D) on elemental content, chemical compounds, and crystallographic phases in investigated samples. Its use is vast, including clinical medical research, investigation of electronics, and studies regarding cultural heritage conservation and restoration. The **DEMETER (previous name XMCD) beamline** will be constructed soon as well. It will use variably-polarised radiation and combine X-ray absorption spectroscopy with microscopy.

Schemat działających i planowanych linii badawczych synchrotronu SOLARIS wraz z planowaną rozbudową – kolor różowy

Diagram of the operational and planned beamlines of the SOLARIS synchrotron along with the planned extension – pink color



Nie tylko synchrotron

Centrum SOLARIS to jednak nie tylko synchrotron. Pod dachem ośrodka znajdują się także dwa najnowszej generacji kriomikroskopy elektronowe. Pierwszy z nich Titan Krios został udostępniony dla Użytkowników już we wrześniu 2020 roku. Drugi z nich Glacios został zakupiony pod koniec tego samego roku i od jesieni 2021 będzie służył badaniom naukowym i przemysłowym. Dostęp do tego urządzenia będzie odpłatny. Obydwa narzędzia badawcze stanowią część Krajowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej, które rozwija się w budynku SOLARIS.

Centrum zostało oficjalnie otwarte 1 marca 2019 roku podczas pierwszego Zjazdu Konsorcjum Cryo-EM, organu skupiającego specjalistów biologii strukturalnej z całej Polski, oraz podmioty naukowo-badawcze, które przyczyniły się do powstania Centrum. Zakup

Not only the synchrotron

SOLARIS Centre is more than the synchrotron alone. In our building, there are also two cryo-electron microscopes of the latest generation. The first one, a Titan Krios G3i, has been already available to Users since September 2020. The second one, Glacios, was bought at the end of 2020 and will be used in scientific and industrial research from the autumn of 2021. Access to the GLACIOS will be provided as a paid service. Both pieces of research equipment are parts of the National Electron Cryo-Microscopy Centre which is being developed in the SOLARIS building.

The Centre was officially opened on the 1st of March 2019 during the first Cryo-EM Consortium Meeting. The Consortium consists of structural biology experts from all over Poland and R&D organisations that helped in the Centre's foundation. The acquisition

najnowszej generacji kriomikroskopu elektronowego (Cryo-EM) oraz otwarcie ośrodka badawczego możliwe było dzięki wyjątkowej konsolidacji środowiska naukowego, wspólnej inicjatywie konsorcjum, złożonego z 18 najlepszych polskich instytucji naukowych, które prowadzą badania z zakresu biologii strukturalnej. Przedsięwzięcie stanowiło modelowy przykład owocnej współpracy różnych ośrodków naukowych. Utworzenie Krajowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej pozwoli polskim badaczom na dotrzymanie kroku zagranicy i umożliwi im dołączenie do grona światowych liderów w biologii strukturalnej. Konsorcjum działało pod przewodnictwem dr. Sebastiana Glatta (Małopolskie Centrum Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie) i dr. hab. Marcina Nowotnego (Międzynarodowy Instytut Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie).

W 2020 roku Centrum SOLARIS otrzymało dofinansowanie w ramach projektu POIR, działanie 4.2 „Rozwój nowoczesnej infrastruktury badawczej sektora nauki”, dzięki któremu w październiku tego samego roku został zakupiony drugi, znakomity kriomikroskop – Glacios. Tym samym ośrodek stał się jedyną jednostką w Polsce, który dysponuje dwoma komplementarnymi kriomikroskopami o najwyższych parametrach technicznych.

of the latest generation cryo-electron microscope (Cryo-EM) and the creation of the research centre was possible thanks to the unprecedented consolidation of the scientific community revolving around structural biology, which resulted in the creation of the Consortium of 18 best Polish research institutions in the field. National Electron Cryo-microscopy Centre will give the Polish scientists opportunity to join the world leaders of structural biology. The Consortium is led by Dr. Sebastian Glatt (Małopolska Centre of Biotechnology, Jagiellonian University, Kraków) and Dr Marcin Nowotny (International Institute of Molecular and Cell Biology in Warsaw).

In 2020, SOLARIS Centre got financing from the Smart Growth Programme (POIR) operation 4.2 “Development of the modern research infrastructure”, leading to a purchase of a second, excellent cryo-microscope, Glacios, in October 2020. It made the Centre the only place in Poland to possess the two highest quality, complementary cryo-microscopes.

Uczestnicy 1. Spotkania Konsorcjum Cryo-EM

Participants of the 1st Cryo-EM Consortium Meeting

fot./ photo: Katarzyna Bester-Ostrowska

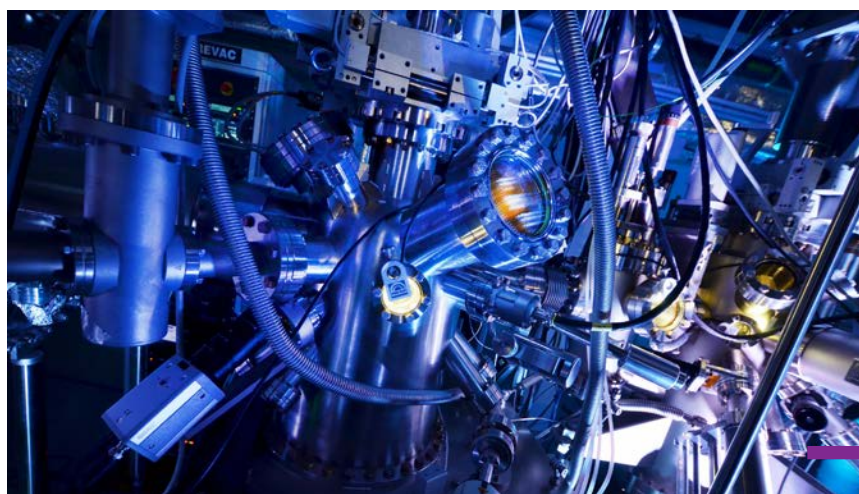


Polityka otwartych drzwi

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS jest ośrodkiem zapewniającym otwarty i bezpłatny dostęp do infrastruktury badawczej. Jako unikalne narzędzie badawcze w Europie Środkowo-Wschodniej źródło promieniowania synchrotronowego otwiera nowe perspektywy w wielu obszarach badań podstawowych i stosowanych, oferując szerokie spektrum nowoczesnych technik badawczych. Centrum jest również platformą rozwoju współpracy krajowej i międzynarodowej oraz pełni funkcję inkubatora nowych technologii. SOLARIS, współpracując z krajowym i międzynarodowym środowiskiem naukowym, projektuje, tworzy i udostępnia stanowiska do prowadzenia badań z wykorzystaniem unikalnych metod doświadczalnych, bazujących na właściwościach promieniowania synchrotronowego. Infrastruktura ośrodka służy badaniom podstawowym i materiałowym między innymi w obszarach katalizy, inżynierii biomedycznej, nanomateriałów, farmakologii czy geologii. Umożliwia tym samym poszukiwanie nowych źródeł energii oraz rozwiązań dla elektroniki przyszłości. Ośrodek stymuluje również współpracę polskich naukowców z przemysłem w znajdowaniu nowych rozwiązań technicznych o potencjale komercyjnym oraz jest ważnym w skali kraju ośrodkiem promocji nauk ścisłych.

Open door policy

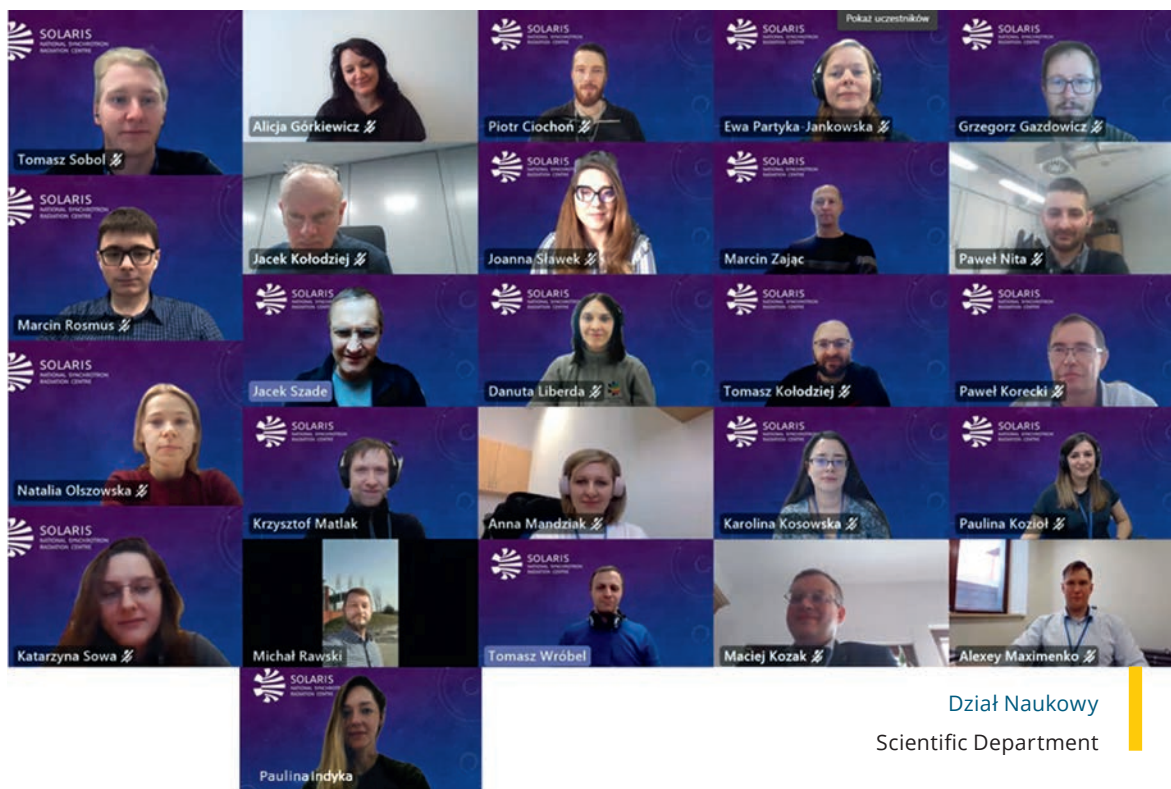
The SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre provides open and free access to its research infrastructure. As a unique source of synchrotron radiation in Central and Eastern Europe, it opens new perspectives in many areas of basic and applied research, offering a broad spectrum of modern research techniques. The Centre is a platform for the development of national and international cooperation, as well as an incubator of new technologies. SOLARIS, in collaboration with the national and international scientific community, designs, creates, and shares research infrastructure for performing measurements using unique experimental methods based on synchrotron radiation properties. The Centre's infrastructure serves basic and applied research in catalysis, biomedical engineering, nanomaterials, pharmacology, geology, and other areas. It facilitates the search for new energy sources and solutions for future electronics. The SOLARIS Centre stimulates the cooperation of Polish scientists with industry in finding new technical solutions with commercial potential. It is also an important centre of science promotion.



Stacja końcowa linii badawczej

Beamline end station

fot./photo: Anna Wojnar



Dział Naukowy
Scientific Department

Interdyscyplinarny zespół

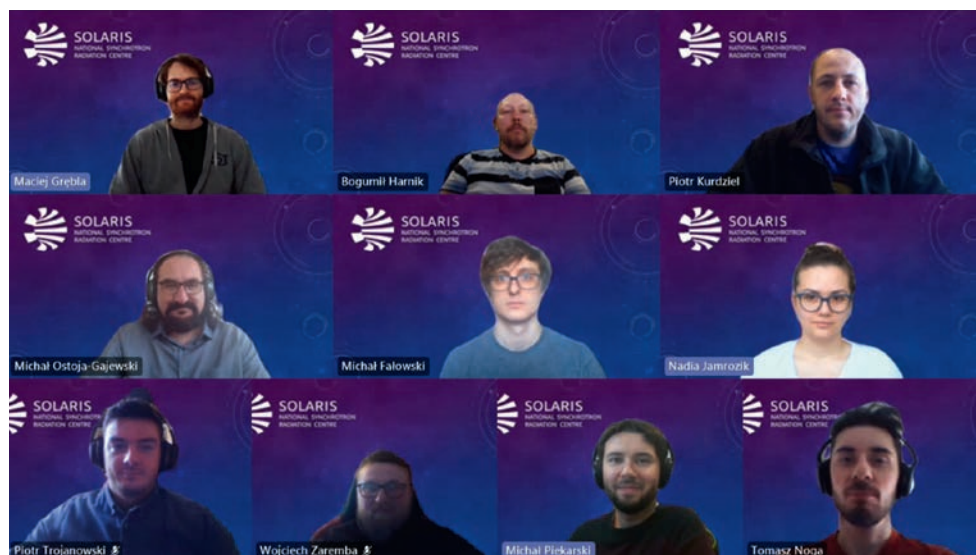
Polski ośrodek działa 24 godziny na dobę, 6 dni w tygodniu, czym wpisuje się w sposób funkcjonowania pozostałych tego typu laboratoriów na świecie. Za jego właściwe działanie i rozwój odpowiada coraz liczniejsza grupa wysoko wykwalifikowanych specjalistów z wielu dziedzin. Interdyscyplinarny zespół naukowo-techniczny i administracyjny pod koniec 2020 roku liczył niemal 100 osób. Tym samym liczba pracowników SOLARIS przez ostatnie dwa lata wzrosła niemal dwukrotnie.

Ośrodek wspierając politykę równouprawnienia ze względu na płeć i promując obecność kobiet w obszarze nauk ścisłych w ostatnich dwóch latach podwoił również liczbę zatrudnianych kobiet. Do zespołu SOLARIS dołączyli również pracownicy z zagranicy, między innymi z Włoch czy Białorusi.

Interdisciplinary team

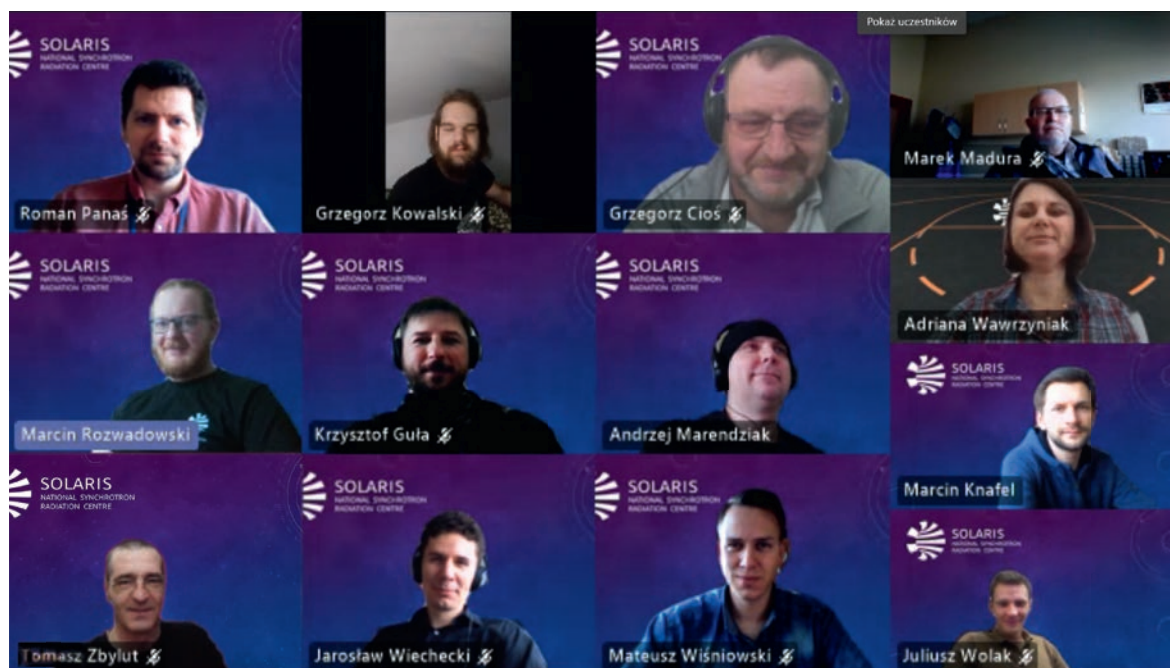
The Polish Centre works 24 hours a day, 6 days a week, similarly to the other such laboratories in the world. The growing group of highly specialised experts in a multitude of fields ensures its proper functioning and development. The interdisciplinary scientific, technical and administrative team was composed of almost 100 persons at the end of 2020, making it a nearly two-fold growth in employment during the last two years.

The Centre follows the equal gender opportunities' guidelines that promote the presence of women in science. As a result, we doubled the number of women employed during the last two years. International staff from countries such as Italy and Belarus have joined the SOLARIS team as well.



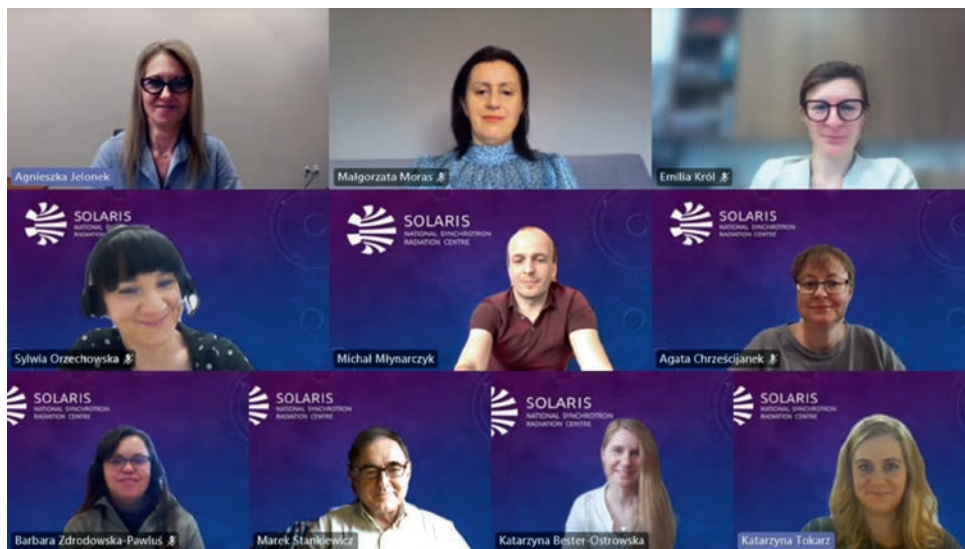
Dział Systemów Kontroli i IT

Departemnt of Control Systems & IT



Dział Akceleratorów

Department of Accelerators



Dyrektor Centrum SOLARIS. Sekcja BHP i Ochrony Radiologicznej.
Dział Administracji i Finansów

Director of the SOLARIS Centre. Radiation Protection & Health and Safety Officers.
Department of Finance and Administration

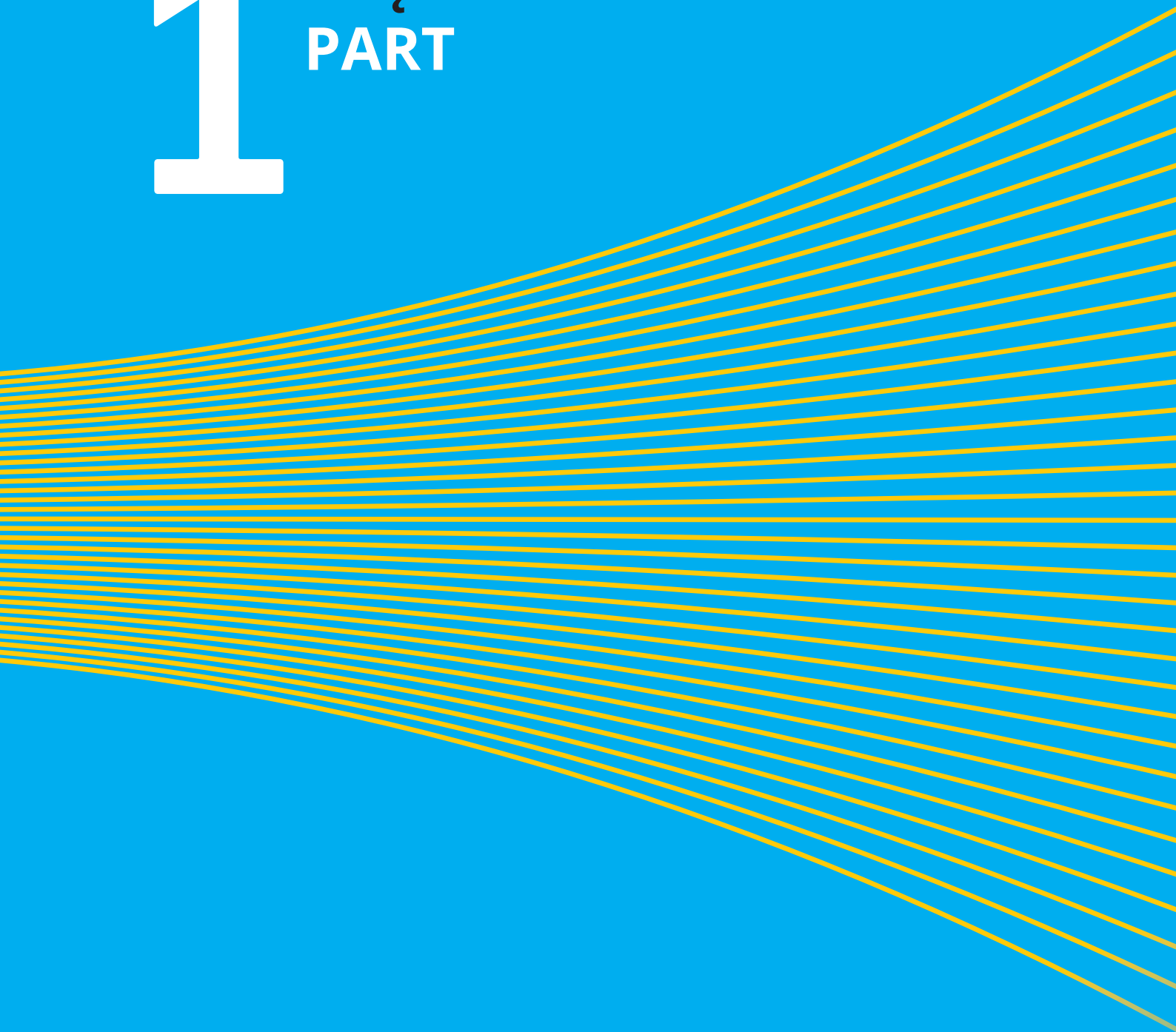


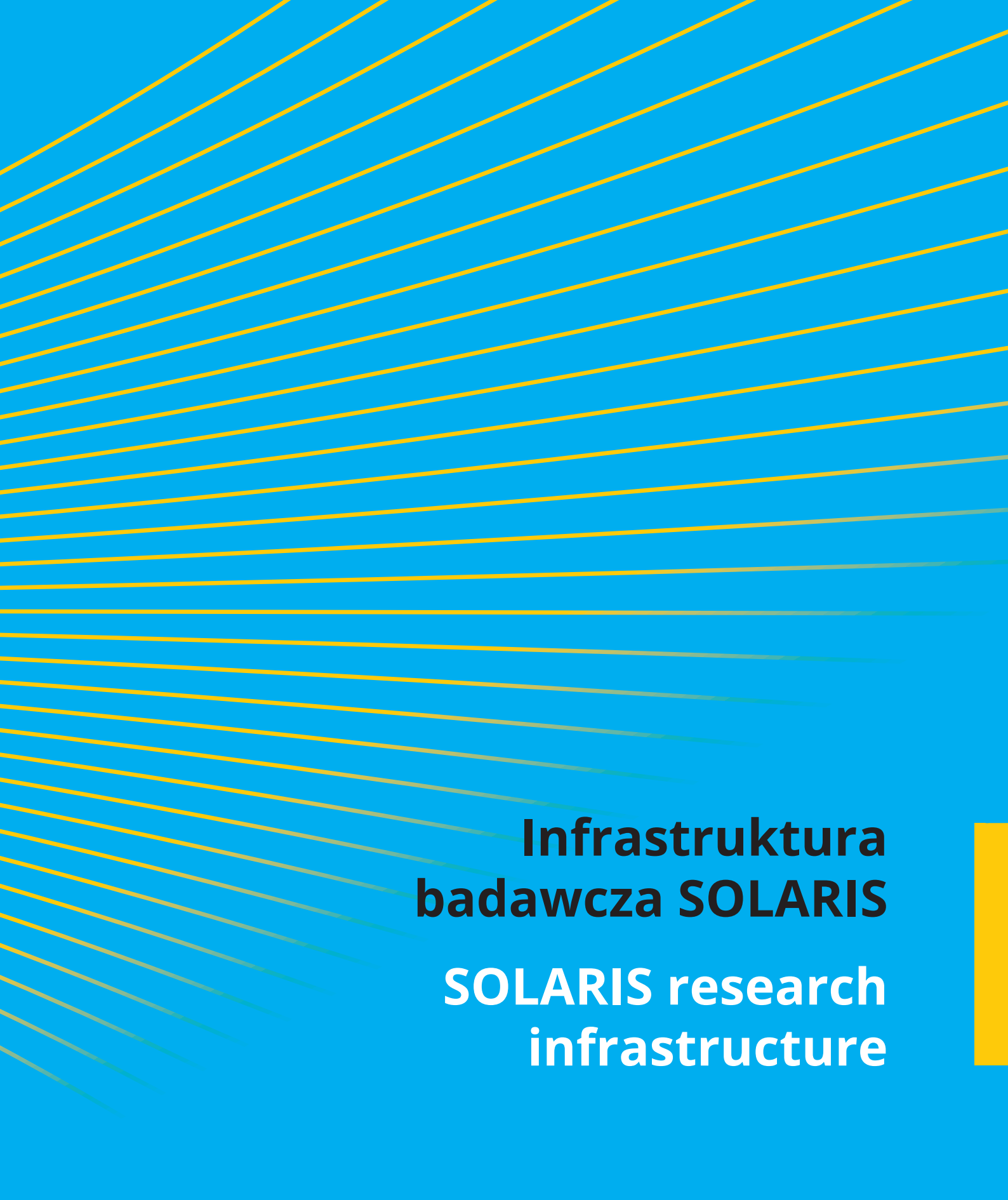
Dział Techniczny

Technical Department

1

CZĘŚĆ
PART



The background of the entire image is a solid blue color. Overlaid on this are numerous thin, yellow lines that originate from the top-left corner and fan out towards the right, creating a sense of motion or a stylized sunburst effect. Some of these lines are straight, while others are slightly curved. The lines vary in length and angle, filling the upper two-thirds of the image.

**Infrastruktura
badawcza SOLARIS**

**SOLARIS research
infrastructure**

A solid yellow vertical rectangular bar is positioned on the right side of the image, aligned with the text area.

Linie eksperymentalne

Jacek Szade

Lata 2019–2020 były czasem intensywnego rozwoju Działu Naukowego. Dwie linie badawcze oraz trzy stacje końcowe oferowały czas pomiarowy dla Użytkowników z Polski i kilkunastu krajów świata. W związku z dużym zapotrzebowaniem na czas badawczy, rozszerzono liczbę zmian pomiarowych do 15 w tygodniu, trwających 8 godzin każda. Nocne zmiany oraz dodatkowa możliwość wykonywania pomiarów w soboty poprawiły warunki do realizacji eksperymentów wymagających dłuższego czasu dostępu do promieniowania synchrotronowego.

Bardzo efektywny czas pracy akceleratora sprawił, że większość grup Użytkowników mogła skutecznie realizować zaplanowane pomiary. W 2020 roku, w związku z początkiem pandemii COVID-19, pojawiły się trudności z dotarciem niektórych grup badawczych w przydzielonym czasie pomiarowym, a co za tym idzie odroczeniem wykonania części eksperymentów lub realizacją badań w trybie zdalnym. Niestety, w pełni zdalny tryb pracy jest niemożliwy na obecnie pracujących liniach PEEM/XAS i UARPES, niemniej jednak opiekunowie linii i Zespół Systemów Kontroli i IT (CS&IT) przygotowali ramy dla częściowo zdalnego trybu pracy. O dużym zadowoleniu ze wsparcia załogi SOLARIS i pomocy przy rozwiązywaniu problemów technicznych może zaświadczyć ankieta, która została skierowana do Użytkowników.

Lata 2019–2020 to również okres intensywnego rozwoju w zakresie budowy nowych linii badawczych oraz modernizacji istniejących. Kontynuowano projekty rozpoczęte przed rokiem 2019, czyli linie PHELIX, DEMETER (poprzednia nazwa XMCD), SOLCRYS i SOLABS–HN Krefeld i poczyniono duży postęp w ich rozwoju. W kolejnych rozdziałach przedstawiono bliżej

Beamlines

Jacek Szade

The Scientific Division at SOLARIS had seen an intensive development in 2019 and 2020. Users from Poland and several countries worldwide could apply for beamtime at two beamlines and three end stations. In 2020, we increased the available beamtime by extending the number of 8-hour shifts to fifteen per week. Additional night shifts and beamtime on Saturdays improved the viability of performing experiments requiring longer measuring time.

Thanks to the accelerator's high uptime, most groups of Users were able to perform the planned measurements effectively. The difficulties started in 2020 with the beginning of the COVID-19 pandemic. Despite the problems with travelling, some Users were able to utilize their assigned beamtime, some experiments were postponed, and some were performed remotely. Complete remote control of the active beamlines (PEEM/XAS and UARPES) was not possible. Still, the beamline scientists, along with the Control system and IT (CS&IT) team, prepared a framework for a partly remote mode of operation. A survey addressed to the Users confirmed great satisfaction with the support provided by the SOLARIS staff and their help in solving technical problems.

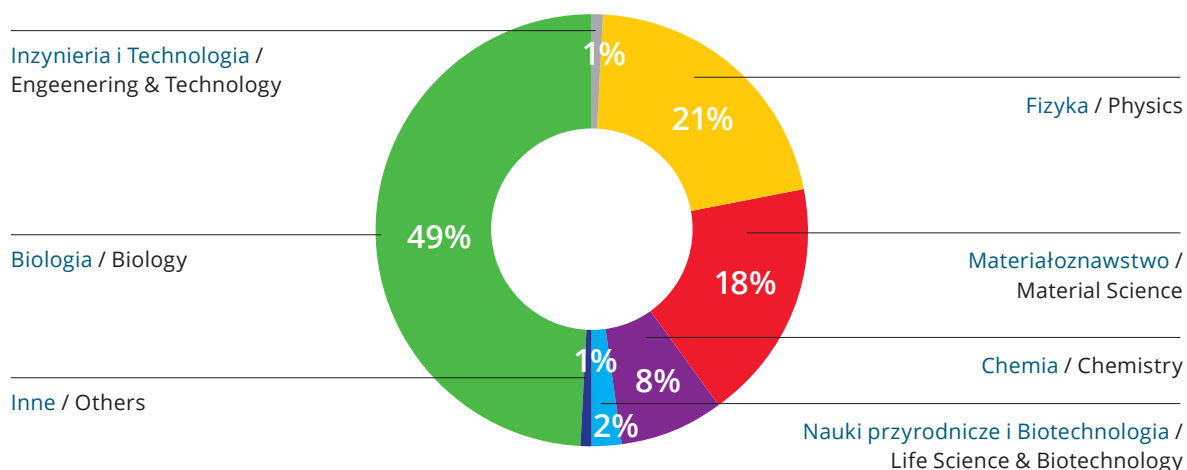
During the 2019–2020 period, intensive development of new beamlines and modernization of the existing ones was carried out. The projects started before 2019, i.e. PHELIX, DEMETER (previous name XMCD), SOLCRYS, and SOLABS–HN Krefeld beamlines, were continued and achieved significant progress. We present these projects in the following chapters. Moreover, the research capabilities of the existing beamlines have been expanding. The new detection system at the XAS end station and a significant

te projekty. Ponadto, działające linie poprawiały swoje możliwości badawcze. Nowy system detekcji na stacji końcowej XAS oraz znaczna poprawa wydajności linii UAPRES mogą być wymienione jako przykład postępu osiągniętego równolegle do codziennej pracy z Użytkownikami. W 2019 roku rozpoczęły się trzy nowe projekty poświęcone budowie dwóch linii badawczych POLYX i SOLAIR (poprzednia nazwa FTIR) oraz jednej stacji końcowej STXM. Wszystkie wspomniane projekty są finansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (obecnie Ministerstwo Edukacji i Nauki). Nowe zadania oraz zwiększająca się liczba realizowanych projektów sprawiły, że w latach 2019–2020 Zespół Działu Naukowego uległ zwiększeniu i wynosi obecnie ponad 20 osób. Rozbudowa hali eksperymentalnej, która jest niezbędna do budowy linii SOLCRYs oraz kolejnych linii, uzyskała dofinansowanie z Ministerstwa. Ponadto, złożono wniosek na realizację systemu odzysku i skraplania helu.

Lata 2019–2020 to okres, w którym w NCPS SOLARIS rozpoczęło działalność Narodowe Centrum Kriomikroskopii. Można uznać, że projekt ten jest bezprecedensowym sukcesem polskiego środowiska naukowego skupionego wokół badań biostrukturalnych. SOLARIS należy obecnie do bardzo ekskluzywnego grona synchrotronów, gdzie elektronowy kriomikroskop, o najlepszych dostępnych parametrach, oferuje czas pomiarowy oparty na tych samych zasadach doskonałości naukowej, co w przypadku linii badawczych wykorzystujących promieniowanie synchrotronowe. Z końcem 2020 roku Narodowe Centrum Kriomikroskopii zostało wyposażone w dodatkowy mikroskop Glacios. Po zakończeniu budowy linii SOLCRYs, dwa kriomikroskopy zostaną umieszczone w części nowej hali eksperymentalnej tworzącej „wioskę badań biostrukturalnych”.

performance increase of the UAPRES beamline are just two examples of the progress achieved concurrently with the Users' everyday work. Three new projects were started in 2019. They include the construction of two beamlines POLYX and SOLAIR (previous name FTIR), together with one end station STXM. All those projects have been financed by the Polish Ministry of Science and Higher Education (currently the Ministry of Education and Science). The overview of the projects is presented in the following chapters. The new tasks and the increasing number of ongoing projects led to an employment increase in the Scientific Division, which currently consists of more than 20 persons. SOLARIS is continuing the efforts to develop its scientific infrastructure. The extension of the experimental hall, which is necessary for constructing the SOLCRYs beamline and the future beamlines, has gotten financial support from the Ministry. Moreover, the proposal was submitted for the construction of a helium recovery and liquefaction system.

The National Centre for Cryo-microscopy has been created at SOLARIS in the 2019–2020 period. Arguably, this project is an unprecedented success of the Polish scientific society centred around biostructural research. SOLARIS entered the exclusive group of synchrotrons which offer a world-class cryo-electron microscope's measuring time based on the same scientific excellence rules that apply to the beamlines. The National Centre for Cryo-microscopy acquired an additional Glacios cryo-electron microscope at the end of 2020. When the SOLCRYs beamline becomes operational, the two cryo-electron microscopes will be transferred to the new experimental hall, where a “village of biostructural studies” will be formed.



Rysunek 1. Procentowy udział dziedzin nauki korzystających z infrastruktury SOLARIS

Figure 1. The scientific fields that use the SOLARIS infrastructure

Linie działające

■ UARPES (Ultra Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy)

Linia UARPES służy do badań struktury elektronowej ciał stałych metodą kątowo-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów (ARPES) przy wykorzystaniu promieniowania generowanego przez kwaziperiodyczny undulator typu Apple II z zakresu od ultrafioletu do miękkiego promieniowania X. Detekcja fotoelektronów realizowana jest przy użyciu spektrometru firmy Scienta DA30L. Linia charakteryzuje się ultrawysoką zdolnością rozdzielczą rzędu pojedynczych meV, możliwościami obrazowania struktury elektronowej pod wpływem wzbudzenia fotonami o energii od 8 eV do 500 eV oraz o dowolnej polaryzacji. Jakość oraz rekonstrukcję powierzchni można badać za pomocą metody dyfrakcji niskoenergetycznych elektronów. (MCP-LEED).

Najbardziej istotnymi cechami układu ID05/UARPES są:

- możliwość automatycznych pomiarów wielowymiarowej relacji dyspersji $E(k)$ z ultrawysoką rozdzielczością energetyczną (20 000 PR, <1.8 meV)

Active beamlines

■ UARPES (Ultra Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy)

The UARPES beamline is used to study the electronic band structure of solids by using the angle-resolved photoelectron spectroscopy (ARPES) method by using the radiation generated by the quasiperiodic Apple II undulator in the range from ultraviolet to soft X radiation. Photoelectrons are detection by a Scienta DA30L spectrometer. The beamline is characterized by ultra-high resolution of single meV, the possibility of imaging the electronic structure under the influence of excitation with photons of energy from 8 eV to 500 eV and of any polarization. The quality and reconstruction of the surface can be tested by the low-energy electron diffraction method (MCP-LEED).

The most important features of the UARPES beamline are:

- ability to automatically measure the multidimensional dispersion relation $E(k)$ with ultra-high energy and angular resolution and at very low temperatures,

- i kątową (<0.1°) oraz w bardzo niskich temperaturach (7K),
- spektralnie czysta, monochromatyczna wiązka fotonowo szerokim zakresie energii i dowolnej polaryzacji zapewniana przez undulator oraz dwa monochromatory: o ślizgowym kącie padania (PGM) oraz o normalnym kącie padania (NIM)
- rozbudowane techniki preparatyki próbek in situ oraz wysoka kompatybilność układu z urządzeniami Użytkowników (źródła MBE, walizki próżniowe).

Prace rozwojowe

- Automatyzacja linii – możliwość programowania sekwencji pomiarowych
- Konfiguracja układu do prowadzenia eksperymentów zdalnych
- Zmiana zakresu dostępnej energii – od 8 do 500 eV
- Opracowanie zaawansowanych makr do analizy i interpretacji danych

W najbliższych latach planowana jest rozbudowa układu o detektor spinowy oraz zwiększenie wydajności optycznej monochromatora NIM.

- a spectrally clear, monochromatic beam of excitation photons with a wide range of energies and any polarity
- extensive possibilities of in situ preparation of samples and high compatibility of the system with User devices (evaporites, vacuum suitcases).

Development works

- Beamline automatization – possibility to programming measurement sequences
- Configuration of the beamline and end station for realize remote experiments
- Changing the range of available energy – from 8 to 500 eV
- Development of advanced macros for data analysis

In the coming years, it is planned to expand the system with a spin detector and increase the optical efficiency of the NIM monochromator.

TECHNICAL PARAMETERS	
Radiation source	EPU Undulator
Energy range	8 – 500 eV
Beam size at sample	200 μm × 200 μm
SCIENTIFIC FIELDS	
Physics, Chemists, Electronics, Material and Chemistry Engineering	
EXAMPLES OF APPLICATION AREAS	
Study on superconductors, topological materials such as topological insulators semimetals/ semimetals Weyl, Dirac; low-dimensional materials such as graphene and graphene-like materials, phosphorus, silicen, germanene; semiconductors, transition metal dichalides (TMDCs), hybrid systems, and other crystals; spin-orbit interactions, the effect of Berry phases on the band structure, spin interactions, charge mobility, the effect of magnetic impurities on the band structure and surface/ crystal topology, magnetic ordering	

Tabela 1. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry techniczne linii UARPES

Table 1. Scientific fields, examples of application and technical parameters of UARPES beamline.

Przykładowe eksperymenty na linii UARPES

Examples of the experiments performed at the UARPES beamline

UARPES

→ Electronic properties of Dirac semimetals: LaAgSb₂ and LaCuSb₂

Author: Rosmus M., Olszowska N., Bukowski Z., Starowicz P., Piekarz P., Ptok A.

In the recent years, topologically nontrivial states have become one of the most popular topics in solid state physics. One of the classes of such materials, which attract researchers' attention, are Dirac semimetals. In particular, the systems in which topological phases coexist with superconductivity are especially promising due to potential possibility of observing topological superconductivity. Therefore, in our experiments we have focused on two Dirac semimetal systems, namely LaAgSb₂ and LaCuSb₂, for which the existence of topological states is theoretically predicted [1,2]. Both compounds are intermetallic and crystallize in a tetragonal structure with characteristic atomic layers which indicate quasi-two-dimensional character of the electronic structure. We performed systematic investigations of electronic properties of LaAgSb₂ and LaCuSb₂ with the high resolution ARPES technique. Examples of Fermi surfaces obtained during our measurements are shown in Figure 2. We analyze our results in relation to the first principles study as

well as to the tight binding model calculations. Within combination of these experimental and theoretical techniques, we discuss and explain the presence of the signal originating from surface states and Dirac cones. In the case of LaAgSb₂ we also discuss the phononic properties and their impact on the realization of the charge density wave state.

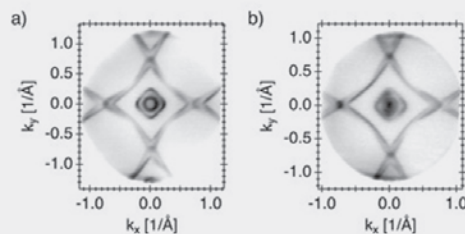


Figure 2. Fermi surfaces of LaAgSb₂ measured with photon energy equal to a) 66 eV and b) 54 eV.

1. Wang K., et al., Phys. Rev. B. 86 (2012)
2. Ruszała P., et al., Comput. Mater. Sci. 154 (2018)

→ Band structure investigations of magnetic topological insulators

Author: Reszka A., Sitnicka J., Tokarczyk M., Adamus Z., Kowalski B., Skupiński P., Graszka K., Wołoś A.

Magnetic topological insulators, in particular these belonging to $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$ family, has recently been extensively studied for the realization of exotic topological quantum phenomena like the quantum anomalous Hall effect or the axion insulator state [1,2]. The main feature here is the opening of the band gap of topological surface states due to the breaking of the time reversal symmetry by magnetic dopants. Despite the first successful experimental results on this exotic effects, the nature of surface states in the presence of magnetic ions is still unclear. Therefore, we performed a series of AFRPES experiments focused mainly on bismuth telluride-based topological insulators with confirmed ferromagnetic properties. We

examined the effects of surface termination, magnetic disorder, electron beam irradiation and type of carriers on surface states. We came to conclusion that the strongest effect on the surface states is related to the surface termination by the Bi_2Te_3 or by the MnBi_2Te_4 . The magnetic disorder and electron beam irradiation does not seem to affect ARPES spectra. The effect of scalling of the surface band gap with sample magnetization, which is the most important effect to show, has not yet been directly confirmed by ARPES, thus the problem clearly requires further studies. The work was supported by the National Science Centre, grant no 2016/21/B/ST3/02565.

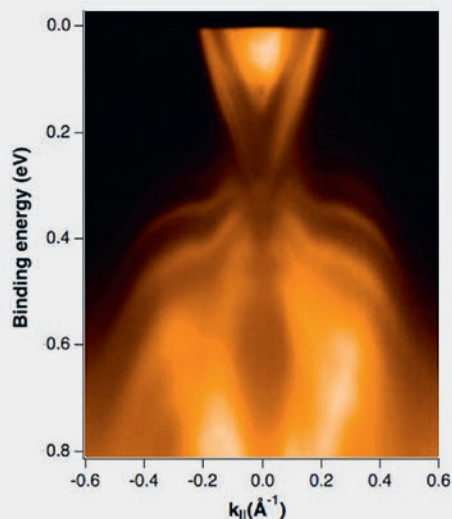


Figure 3. ARPES spectrum of $\text{MnBi}_2\text{Te}_4/(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$ displaying simutanously bands due to differently terminated surfaces

1. Deng Y., et al., Science, 367 (2020)
2. Deng H., et al., Nat. Phys. 11 (2020)

Pełny spis publikacji dotyczących eksperymentów na linii UARPES znajduje się w Aneksie

The complete list of publications on experiments at the UARPES beamline is in the Annex

■ PEEM/XAS (Photoemission Electron Microscopy/ X-ray Absorption Spectroscopy)

Linia PEEM/XAS została zaprojektowana do użycia fotonów z zakresu miękkiego promieniowania rentgenowskiego (100–2000 eV). Polaryzacja fotonów wybierana jest przy użyciu przesłon ograniczających część stożka promieniowania ze źródła magnezu zakrzywiającego. Polaryzacja liniowa pozioma oraz eliptyczna dostępna jest w całym spektrum energetycznym. Spektroskopia absorpcyjna w podanym zakresie energii zapewnia specyficzność pierwiastkową i chemiczną, a także wrażliwość na efekty polaryzacyjne związane ze strukturą magnetyczną i krystaliczną materiałów z użyciem technik magnetycznego dichroizmu kołowego (XMCD) i liniowego (XMLD). Linia wyposażona jest w dwie stacje pomiarowe: fotoemisyjny mikroskop elektronowy firmy Elmitec GmbH (SPE PEEM III) oraz komorę pomiarową do absorpcyjnej spektroskopii rentgenowskiej (XAS). W 2021 roku mikroskop PEEM zostanie przeniesiony na linię DEMETER, gdzie wykorzystując undulator typu EPU, zwiększy swój potencjał badawczy. Dla prostych eksperymentów XAS na linii można wykorzystywać 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 detektora krzemowego. Linia badawcza PEEM/XAS funkcjonuje we współpracy ośrodka SOLARIS z Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN i dwoma instytutami Akademii Górniczo-Hutniczej (Akademickiego Centrum Materiałów i Nanotechnologii oraz Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej). Partnerzy konsorcjum są zaangażowani w obsługę Użytkowników i uczestniczą w rozwoju stacji pomiarowych.

■ PEEM/XAS (Photoemission Electron Microscopy/ X-ray Absorption Spectroscopy)

The PEEM/XAS beamline is designed to cover a wide energy range of soft X-rays (100–2000 eV). With bending magnet source, the beam polarity is set by choosing an appropriate part of the radiation cone with respect to the storage ring plane using selecting slits. Linear horizontal and elliptical polarization is available in the entire energy range. The XAS in the soft X-ray energy range provides elemental and chemical specificity, as well as sensitivity to polarization effects related to the magnetic and crystal structure of the materials through XMCD (X-ray magnetic circular dichroism) and XMLD (X-ray magnetic linear dichroism) effects. The beamline is equipped with two end stations: the Elmitec GmbH Photoemission Electron Microscope (SPE PEEM III) and the X-ray absorption spectroscopy (XAS) measurement chamber. In 2021 the PEEM microscope will be relocated to the branch of the DEMETER, where the Elliptically Polarized Undulator will increase its experimental potential. The beamline offers few detection modes for simple XAS experiments: 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 PEEM/XAS beamline is operated under the cooperation of SOLARIS with the Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences (ICSC PAS) and two institutes of the AGH University of Science and Technology (Academic Centre for Materials and Nanotechnology, and Faculty of Physics and Applied Computer Science). The consortium partners are involved in the User operation and participate in the development of beamline end stations.

Prace rozwojowe

- Instalacja detektora fluorescencyjnego wraz z udostępnieniem dla Użytkowników
- Częściowe oczyszczenie zanieczyszczenia węglowego elementów optycznych
- Wdrożenie algorytmu niskiego poziomu zapobiegającego przed kolizjami z elektromagnesem

Development works

- Installation of the fluorescence detector and granting its access to the Users
- Partial cleaning of the carbon contamination from the optic elements
- Implementation of a low-level safety algorithm preventing collision with electromagnet

TECHNICAL PARAMETERS	
Radiation source	Bending magnet
Energy range	100 – 2000 eV
Beam size at sample	PEEM: 0.200 × 0.050 mm ² XAS: 2.5 × 2.5 mm ²
SCIENTIFIC FIELDS	
Physics, Chemists, Life Science, Material & Chemistry Engineering, Biotechnology, Biophysics, Medical Biotechnology, Metallurgy, Material Science, Environmental Engineering	
EXAMPLES OF APPLICATION AREAS	
Study of the magnetic properties of materials, superconductors, organic materials, analysis of oxidation states, the number of oxygen atoms, studies of thin films, material physics and surface physics, as well as doped materials	

Tabela 2. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry techniczne linii PEEM/XAS

Table 2. Scientific fields, examples of application and technical parameters of PEEM/XAS beamline.

Przykładowe eksperymenty na linii PEEM/XAS

Examples of the experiments performed at the PEEM/XAS beamline

PEEM/XAS

→ Control of spin orientation in antiferromagnetic NiO by epitaxial strain and spin-flop coupling

Author: Koziół-Rachwał A., Ślęzak M., Zając M., Drózd P., Janus W., Szpytma M., Nayyef H., Ślęzak T.

In the study we used strain and interface coupling to manipulate spin structure in NiO embedded between Cr and Fe layer [1]. To determine a spin structure in NiO, we used the x-ray linear dichroism (XMLD). Figure 4 shows the L_2 ratio of NiO, defined as the ratio of the intensity of the lower energy peak to higher energy peak as a function of x-ray incident angle γ . The R_{L_2} follows the theoretical angular dependence of the XAS spectrum. We noted a maximum of L_2 ratio for Fe/NiO/MgO which proves that NiO spins possess a considerable out-of-plane component [2]. A minimum of R_{L_2} observed for Fe/NiO/Cr indicates an in-plane NiO spin direction. Thus, we proved that while an out-of-plane spin direction can be observed for NiO layers grown on MgO substrate in Fe/NiO/MgO stack. A strain-induced spin reorientation transition from an out-of-plane to in-plane direction can be observed when NiO layers are deposited on Cr buffer which exerts compression strain on AFM layer.

To determine an in-plane distribution of NiO spins in Fe/NiO/(Cr)MgO an XMLD measurements were collected as a function of azimuth angle. For Fe/NiO(14 Å)/Cr we noted a well-pronounced extrema in $R_{L_2}(\varphi)$ dependence for NiO [110] and $[1\bar{1}0]$ directions, with a maximum for x-ray polarization parallel to the $[1\bar{1}0]$ NiO crystal axis ($\varphi = 90^\circ$) (Fig. 5, black). Then, Ni^{2+} spins in Fe/NiO(14 Å)/Cr are aligned parallel to NiO $[1\bar{1}0]$ axis and perpendicular to the spins of Fe. After switching the magnetization of Fe by 90° the NiO spins are rotated by 90° . For Fe/NiO(37 Å)/Cr we noted almost no change in $R_{L_2}(\varphi)$ dependence (Fig. 5, blue). In the case

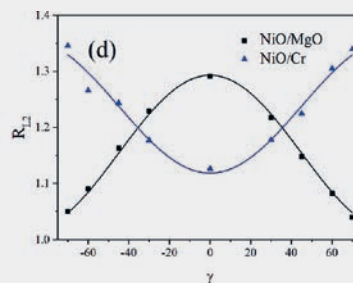


Figure 4. Ni L_2 edge ratio obtained for Fe/NiO(21 Å)/MgO (black squares) and Fe/NiO(21 Å)/Cr (blue triangles).

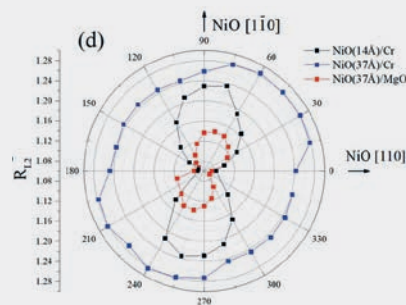


Figure 5. Ni L_2 -edge ratio obtained for Fe/NiO(21 Å)/MgO (black squares) and Fe/NiO(21 Å)/Cr (blue triangles) at 80 K.

1. Koziół-Rachwał A, et al., APL Mater. 8 (2020)

2. Alders D, et al., Phys. Rev. B. 57 (1998)

of Fe/NiO/MgO we registered pronounced in-plane anisotropy (Fig. 5, red) which indicates that NiO spins in Fe/NiO/MgO are not aligned perfectly perpendicular to the surface, but possess small in-plane component. Our results demonstrate the feasibility of use strain and coupling with ferromagnet to manipulate spin structure in NiO.

→ Direct evidence of uneven d_{xz} and d_{yz} orbital occupation in the superconducting state of iron pnictide

Author: Rybicki D., Sikora M., Stępień J., Gondek Ł., Goc K., Strączek T., Jurczyszyn M., Kapusta Cz., Bukowski Z., Babij M., Matusiak M., Zając M.

Experiment was performed at the PEEM/XAS beamline on single crystals from the $\text{Eu}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ family [2]. The spectra were collected at the $L_{3,2}$ edge of Fe using total electron yield. For mechanical detwinning of single crystals by applying uniaxial pressure, we used a specially designed sample holder, which also allowed for 90 degrees rotation inside the experimental chamber to change the angle between crystal axes and light polarization direction for detecting the XLD signal (Fig. 6).

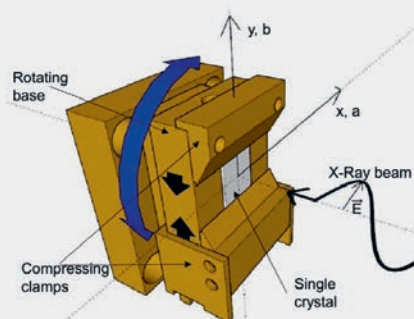


Figure 6. A scheme of the device used for mechanical detwinning of single crystals and selection of orbitals excited by linearly polarized X-rays (). The arrows show the direction of pressing and rotation.

Fig. 7a shows example XAS and XLD spectra of the superconducting sample ($T_c=10$ K). As can be seen the shape of the XLD signal changes as a function of temperature, which results from an interplay of two contributions: a structural one, which is absent in the high temperature tetragonal phase and assumed to be constant in the orthorhombic phase; and the orbital contribution, which arises from an unequal occupation of orbitals that are probed in measurement along a and b directions. In the case of the Fe $L_{3,2}$ edge in iron pnictides, those orbitals are d_{xz} and d_{yz} , respectively. From Fig. 7b and Fig. 7c one can notice that in the entire temperature range the orbital contribution is negative indicating that there are more empty states in the d_{yz} orbital. The orbital contribution is present at high temperatures deep in the tetragonal phase and also in the superconducting state. Our result shows the importance of orbital polarization in the theoretical description of nematicity and superconductivity, particularly for determination of the superconducting gap symmetry, which is affected by orbital fluctuations. This work was supported by the National Science Centre of Poland grant no 2018/30/E/ST3/00377

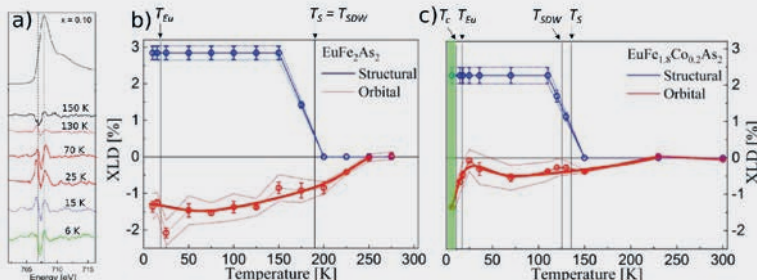
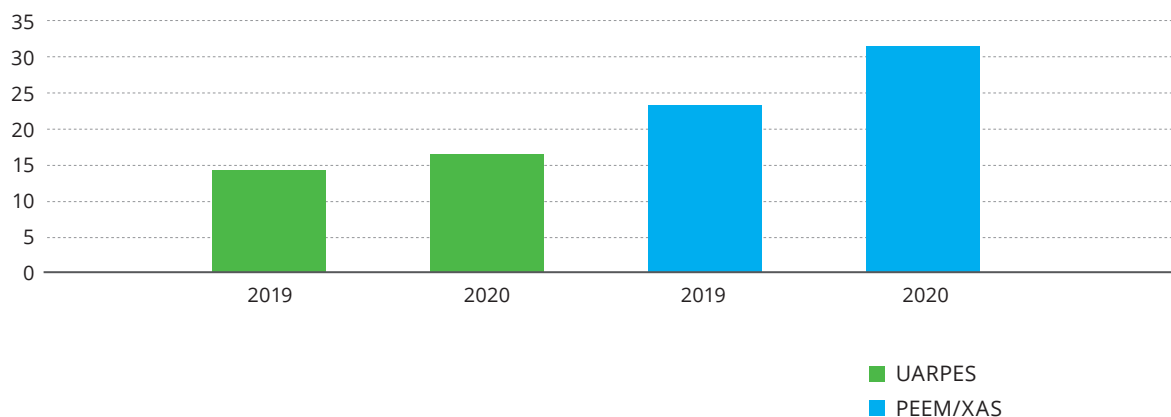


Figure. 7 a) Fe $L_{3,2}$ edge XAS spectrum measured at 150 K and XLD spectra at selected temperatures for $\text{EuFe}_{1.8}\text{Co}_{0.2}\text{As}_2$. b) and c) Temperature dependence of the structural (blue) and orbital (red) contributions to the XLD signal for the EuFe_2As_2 and $\text{EuFe}_{1.8}\text{Co}_{0.2}\text{As}_2$ single crystals, respectively.

1. Chu J.-H., et al., Science. 329 (2010)
2. Jin WT., et al., Phys. Rev. B. 94 (2016)



Rysunek 8. Liczba eksperymentów przeprowadzonych na liniach UARPES i PEEM/XAS w 2019 i 2020 roku.

Figure 8. The number of experiments performed in 2019 and 2020 at the UARPES and PEEM/XAS beamlines.

PHELIX

Linia badawcza PHELIX wykorzystuje miękkie promieniowanie rentgenowskie, pozwalające na przeprowadzanie wielu komplementarnych badań spektroskopowych w warunkach ultra-wysokiej próżni. W stacji badawczej możliwe są zarówno badania *ex situ* jak i *in situ*, dzięki szerokiemu wachlarzowi metod preparatyki próbek. Stacja badawcza umożliwia pomiary fotoemisji rezonansowej (Res-PES), dichroizmu kołowego (CD-ARPES), spektroskopii absorpcyjnej (XAS) w modzie całkowitej fluorescencji (TFY) oraz pomiaru prądu próbki (TEY). Stacja badawcza daje również możliwość mapowania struktury pasmowej w trzech wymiarach wektora falowego k za pomocą kątowno-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów (SX-ARPES) z jednoczesnym otrzymywaniem bezpośredniej informacji o teksturze spinowej w trzech wymiarach (SR-ARPES). To, co czyni stację PHELIX wyjątkową, to rzadka możliwość wykonania pomiarów CD-ARPES i SR-ARPES w tych samych warunkach dla tej samej próbki, co pozwala na otrzymanie wartościowych wyników dzięki zachowaniu wysokiej jakości powierzchni.

PHELIX

The PHELIX beamline covers a soft X-ray energy range of radiation. It is designed to perform many kinds of complementary spectroscopic measurements under ultra-high vacuum conditions, not only *ex-situ* but also *in-situ*, offering a variety of preparation possibilities. The end station provides the opportunity to measure resonant photoemission (Res-PES), circular-dichroic spectra (CD-ARPES), and X-ray absorption spectra (XAS) with total fluorescence (TFY) and total electron yield (TEY) modes. Moreover, it can map band structures in three dimensional k -space with angle-resolved photoelectron spectra (SX-ARPES) and obtain direct 3D spin texture information (SR-ARPES). What makes PHELIX end station unique is a rare possibility to perform both CD-ARPES and SR-ARPES measurements for one sample prepared in the same UHV system. It is an excellent way of maintaining the high quality of the surface required for obtaining valuable results.

Prace rozwojowe

- Instalacja front endu, kształtującego wstępnie wiązkę padającą na elementy optyczne linii
- Instalacja części linii z elementami optycznymi transferującymi wiązkę światła do komory analizy stacji badawczej
- Instalacja systemu ultra-wysokiej próżni stacji badawczej
- Obserwacja pierwszego światła na linii PHELIX
- Instalacja hemisferycznego analizatora energii fotoelektronów i detektora spinowego VLEED
- Obserwacja pierwszego światła w stacji badawczej; pierwszy nabór wniosków na PHELIX
- Rozpoczęcie procedury modernizacji manipulatora w komorze analizy o dodatkowy, trzeci obrót niezbędny w pomiarach ARPES

Development works

- Installation of the front end section inside the accumulation tunnel which shapes the optical elements of the beamline
- Installation of the beamline section with optical elements transferring the beam to the analysis chamber of the end station
- Installation of the ultra-high vacuum system of the end station
- Getting the first light on the beamline
- Installation of the hemispherical photoelectron energy analyzer with VLEED spin detector
- Getting the first light in the analysis chamber of the end station; joining the SOLARIS call for proposals with the PHELIX beamline for the first time
- Commencement of the manipulator modernization procedure in the analysis chamber for creating an additional third rotation axis necessary for ARPES measurements

TECHNICAL PARAMETERS	
Radiation source	EPU Undulator
Energy range	50 – 1500 eV
Beam size at sample	100 × 100 μm ²
SCIENTIFIC FIELDS	
Physics, Chemists, Life Science, Material & Chemistry Engineering, Electronics	
EXAMPLES OF APPLICATION AREAS	
Materials used in spintronics and magnonics, e.g. topological insulators, superconductors, spin wave ferromagnetic materials; modern catalysts used in the automotive industry; biomaterials used in tissue engineering to rebuild damaged tissues in the body; mapping the band structure in three dimensions	

Tabela 3. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry techniczne linii PHELIX

Table 3. Scientific fields, examples of application and technical parameters of PHELIX beamline.

Linie w budowie

POLYX

Głównym założeniem projektu jest wykorzystanie optyki polikapilarnej do wydajnego ogniskowania promieniowania, dzięki czemu możliwe będzie uzyskanie wiązki twardego promieniowania rentgenowskiego. Podstawową techniką realizowaną przez linię będzie rentgenowska mikroanaliza fluorescencyjna (μXRF), umożliwiająca uzyskanie głębokościowej informacji o rozkładzie pierwiastkowym obiektów. Linia będzie również oferować mikrotomografię rentgenowską (μCT) o rozdzielczości 1 μm, pozwalającą na trójwymiarowe obrazowanie struktury wewnętrznej małych lub słabo absorbujących obiektów. Większą rozdzielczość (150 nm) dostarczą techniki rentgenowskiej mikroskopii plenoptycznej oraz tomografii stożkowej. Obydwie te metody cechują się możliwością

Beamlines under construction

POLYX

The PolyX beamline is dedicated to high-resolution multimodal imaging in the hard X-ray range. We plan to use polycapillary optical elements to generate a hard X-ray beam. The crucial technique will be X-ray fluorescence microanalysis (μXRF). It provides depth-resolved information about the elements' distribution in the sample. Moreover, PolyX will offer X-ray microtomography (μCT) with a resolution of about 1 μm, which will make it possible to perform 3D imaging of the internal structure of small or low absorbing objects. Imaging with higher resolution (150 nm) will be possible via X-ray plenoptic microscopy and X-ray tomography with multiple ultra-narrow cone beams. Both of these methods provide layer-by-layer imaging of the objects' internal structure using a single

TECHNICAL PARAMETERS

Radiation source	Bending magnet
Energy range	4 – 16 keV
Beam size at sample	Focused: 2 – 50 μm Unfocused: 20 × 3 mm ²

SCIENTIFIC FIELDS

Physics, Chemists, Life Science, Material & Chemistry Engineering, Electronics, Forensic Medicine, Archeology, Art Protection, Medical Biotechnology, Environmental Engineering,
--

EXAMPLES OF APPLICATION AREAS

X-ray imaging of morphology, elemental distribution, and oxidation state in cells, tissues, minerals, or paintings. Correlative three-dimensional imaging of the internal structure of small or weakly absorbing objects (e.g. biological samples).

Tabela 4. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry linii PolyX

Table 4. Scientific fields, examples of application and technical parameters of PolyX beamline.

warstwowego obrazowania wewnętrznej struktury obiektów na podstawie pojedynczej ekspozycji. Linia powstaje w ścisłej współpracy między naukowcami z Uniwersytetu Jagiellońskiego, Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Instytutu Fizyki Jądrowej PAN. Atutem linii będzie możliwość modyfikacji stanowiska badawczego w układ realizujący inne metody pomiarowe, takie jak reflektometria lub topografia rentgenowska oraz rentgenowska holografia fluorescencyjna umożliwiająca obrazowanie 3-D struktury atomowej.

Prace rozwojowe

- Ustalenie projektu koncepcyjnego monochromatora; zakup sterowników silników krokowych do front endu, czyli zestawu urządzeń do transportu wiązki promieniowania z magnesu zakrzywiającego w pierścieniu akumulacyjnym do hali eksperymentalnej
- Podpisanie porozumienia między SOLARIS a Instytutem Fizyki Jądrowej PAN na budowę stanowiska rentgenowskiej spektroskopii absorpcyjnej i emisyjnej
- Projekt front endu i przetarg na jego dostawę
- Przetarg na wykonanie monochromatora, dostawa i instalacja planowana jest na rok 2022
- Projekt układu motoryzacji linii

Uruchomienie linii PolyX planowane jest na drugą połowę 2022 roku.

exposure. The beamline is constructed in close collaboration between scientists from Jagiellonian University, AGH University of Science and Technology, and Institute of Nuclear Physics PAS. The end station will be easy to modify; therefore, PolyX will also work as a test station for innovative hard X-ray methods.

Development works

- The conception of the monochromator design; purchase of the motor to control front end section – a set of devices enabling the transport of the synchrotron radiation beam from the curving magnet in the accumulation ring to the experimental hall
- An agreement between SOLARIS and the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences regarding the construction of X-ray absorption and emission spectroscopy station
- Design and tender procedure for the front end section delivery
- A tender procedure on delivery of a monochromator, the installation of the monochromator is expected in 2022
- A tender procedure on X-ray beam position monitor system

The construction will be completed in the second half of 2022.

SOLABS

Linia SOLABS będzie dedykowana do absorpcyjnej spektroskopii rentgenowskiej (XAS). Będzie poświęcona technikom XANES – struktura bliskiej krawędzi absorpcji promieniowania X oraz EXAFS – rozszerzona subtelna struktura absorpcji promieniowania X w szerokim zakresie energii od 1 keV do ~ 12–15 keV, obejmując krawędzie K absorpcji pierwiastków chemicznych między Mg i Se oraz krawędzie L (do Bi) i M (do U). Linia SOLABS przeznaczona będzie do badań

SOLABS

The bending magnet beamline SOLABS will be dedicated to X-ray absorption spectroscopy (XAS). The beamline will be devoted to XANES (X-ray absorption near-edge structure) and EXAFS (extended X-ray absorption fine structure) techniques in the energy range from 1 keV to ~12–15 keV, covering the K absorption edges of chemical elements between Mg and Se along with the L (up to Bi) and M (up to U) edges. At SOLABS, both crystalline and amorphous materials,



Rysunek 9. Sekcja oddzielająca pierścień akumulacyjny i linię badawczą SOLABS (front end), znajdująca się w tunelu pierścienia akumulacyjnego, zainstalowana w 2020 roku.

Figure 9. Front end section of the SOLABS (XAS-HN) beamline located in the storage ring tunnel. It was installed in 2020.

fot./photo: Agata Chreścijanek

zarówno materiałów krystalicznych jak i amorficznych (w fazie stałej, ciekłej i gazowej). Pomiary będą mogły być wykonywane w odpowiednich warunkach aplikacji (*in situ*). Dane XANES oraz EXAFS będą dostarczały cennych informacji o lokalnej strukturze wokół atomów absorbera w badanych materiałach, o środowisku koordynacyjnym atomów absorbera (np. stopień utlenienia) oraz o średniej liczbie koordynacyjnej wokół atomów absorbera i długościach wiązań. Linia SOLABS przeznaczona będzie do nieniszczących badań podstawowych i aplikacyjnych.

Prace rozwojowe

- Montaż front endu
- Zaprojektowanie łańcucha pomiarowego wraz z elektroniką
- Zaprojektowanie infrastruktury linii badawczej
- Przeprowadzenie wstępnych testów próżniowych elementów linii

Uruchomienie linii rozpocznie się latem 2021 r. Pierwsze eksperymenty z Użytkownikami rozpoczną się jesienią 2021 r. Linia jest budowana przez lidera projektu Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Niemcy) we współpracy z Synchrotron Light Research Institute (Tajlandia), Instytutem Fizyki w Bonn University (Niemcy) i Centrum SOLARIS.

as well as samples in the liquid and gas phase, can be analyzed. Moreover, XAS measurements can be performed under conditions relevant to the sample's purpose (*in-situ*). XANES and EXAFS data contain valuable structural information about the coordination environment of a specific selected chemical element (e.g. oxidation state), the average coordination number around the absorber atoms, and the bond distances. The beamline SOLABS is intended for non-destructive fundamental and applied research.

Development works

- Assembly of the front end
- Designing the measurements and detection chain
- Designing the beamline infrastructure
- Initial vacuum testing of beamline elements
- In Summer 2021, commissioning will take place.

User operation will start in Autumn 2021. The beamline is built by the project leader Hochschule Niederrhein University of Applied Sciences (Germany) in collaboration with the Synchrotron Light Research Institute (Thailand), the Physics Institute of Bonn University, and National Synchrotron Radiation Centre SOLARIS at Jagiellonian University.

TECHNICAL PARAMETERS	
Radiation source	Bending magnet
Energy range	1 – 15 keV
Beam size at sample	10 × 1 mm ²
SCIENTIFIC FIELDS	
Physics, Chemists, Life Science, Material & Chemistry Engineering, Biotechnology, Biophysics, Pharmacology, Metallurgy, Geology, Archeology, Art Protection, Cultural Heritage	
EXAMPLES OF APPLICATION AREAS	
Organo-inorganic hybrid materials, coatings and adhesives; local structure of alloys; monatomic catalysts, carrier-bound nanoparticles, speciation of elements and structural order in meteorites, function of active centres in metalloproteins, drug action, chemical speciation of toxic elements in seafood and plants, paint production technology in historical images, features and method of production of ancient glass beads and gloss of medieval and renaissance ceramics	

Tabela 5. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry techniczne linii SOLABS
Table 5. Scientific fields, examples of application and technical parameters of SOLABS beamline.

 SOLAIR (poprzednia nazwa FTIR)

Linia badawcza spektroskopii absorpcyjnej w zakresie podczerwieni wraz z obrazowaniem umożliwi wykonywanie obrazowania chemicznego w skali od centymetrycznej aż do nano-metrycznej. Zastosowanie źródła synchrotronowego pozwoli na uzyskanie najlepszej rozdzielczości przestrzennej oraz badanie oddziaływań między-molekularnych w szerokim zakresie od dalekiej aż do bliskiej podczerwieni. Tak szeroki zakres spektralny na jednym urządzeniu należy do rzadkości i pozwoli na podjęcie nowej jakości prac badawczych, rozwojowych i aplikacyjnych. Pierwszym planowanym stanowiskiem jest mikroskop pracujący w zakresie promieniowania podczerwonego z detektorem matrycowym dającym projekcję piksela 1.1–11 μm. Kolejne stanowisko będzie wyposażone

 SOLAIR (previous name FTIR)

The SOLAIR is an infrared absorption spectroscopy beamline with imaging capabilities. It will provide access to chemical imaging on scales from centimeters to nanometers. The use of a synchrotron as a source will make it possible to obtain the superior spatial resolution required to study intermolecular interactions in a wide range of radiation spectra, from the far – to the near-infrared. It is rare for one device to have such a wide spectral range making a better quality of research, development, and application work possible. The first station planned is a microscope working in the range of infrared radiation with a matrix detector (pixel projection of 1.1–11 μm). The next station will be equipped with a nano-spectroscopy microscope(Nano-FT-IR). As a part of this station the

w mikroskop umożliwiający nano-spektroskopię (tzw. Nano-FT-IR). W ramach tej stacji udostępniony zostanie mikroskop AFM-sSNOM-FT-IR, składający się ze spektrometru FT-IR oraz sprzężonego mikroskopu sił atomowych (AFM) i skaningowej mikroskopii pola bliskiego (SNOM).

Prace rozwojowe

- Projektowanie pierwszej wersji układu luster (M1-M6) i modyfikacja komory dipolowej magnesu do wyprowadzenia wiązki z pierścienia
- Projektowanie prowadzenia wiązki
- Określenie założeń i zamówienie zmodyfikowanej komory próżniowej VK1M1 z mechanizmem wsuwania do komory pierścienia akumulacyjnego zwierciadła M1
- Projektowanie zabudowy obszaru stacji końcowych

AFM-sSNOM-FT-IR microscope, operating with a wide range of radiation, will be made available. It will consist of an FT-IR spectrometer coupled with an atomic force microscope (AFM) and scanning near field microscope (SNOM).

Development works

- Designing the first version of the mirrors' system (M1-M6) and modifying the magnet's dipole chamber used to extract the IR beam out of the ring
- Designing a beam guidance layout
- Specification and ordering of the modified VK1M1 chamber and the M1 mirror insertion mechanism into the chamber
- Designing and evaluating the development of the end station area

TECHNICAL PARAMETERS	
Radiation source	Bending magnet
Energy range	500 – 12.5 meV
Beam size at sample	2.5 – 10 µm
SCIENTIFIC FIELDS	
Chemists, Life Science, Material & Chemistry Engineering, Biotechnology, Biophysics, Pharmacology, Medical Biotechnology, Environmental Engineering, Environmental Protection, Geology	
EXAMPLES OF APPLICATION AREAS	
Imaging pathologically changed tissues and development of diagnostic models, analysis of the polymers composition or drugs, analysis of the 2D material properties, chemical structural analysis of materials of various origins; Alzheimer's disease development research; Combination of FT-IR spectroscopy with atomic force microscopy (AFM)	

Tabela 6. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry techniczne linii SOLAIR

Table 6. Scientific fields, examples of application and technical parameters of SOLAIR beamline.

SOLCRYS

Linia do badań strukturalnych, będzie wykorzystywać twarde promieniowanie rentgenowskie w zakresie od 4 do 25 keV. Na linii zainstalowane zostaną dwie niezależne stacje badawcze, które umożliwią pomiary w oparciu o różne techniki pomiarowe: dyfrakcję promieniowania rentgenowskiego na monokryształach makrocząsteczek biologicznych (krystalografia białek), małokątowego rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego (SAXS) oraz opcjonalnie dyfraktometrię proszkową. Linia badawcza SOLCRYS znajdzie zastosowanie w badaniach struktury atomowej biomakromolekuł, różnych materiałów krystalicznych, materiałów funkcjonalnych pod wysokim ciśnieniem oraz przemian fazowych indukowanych wysokim ciśnieniem lub temperaturą. Natomiast w obszarze badań SAXS infrastruktura ta umożliwi określanie struktury makrocząsteczek w roztworach i organizacji molekularnej w układach nieuporządkowanych lub częściowo uporządkowanych. Budowa linii będzie wymagała poszerzenia hali eksperymentalnej Centrum SOLARIS. Zakończenie całej inwestycji planowane jest na 2024 r. SOLCRYS powstanie dzięki współpracy Uniwersytetu Jagiellońskiego ze Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych w Dubnej (Rosja).

Prace rozwojowe

- Dialog technologiczny w zakresie konstrukcji wigglera nadprzewodzącego
- Prace koncepcyjne nad funkcjonalnością linii SOLCRYS, raport budowy wigglera, przygotowanie projektu rozbudowy hali eksperymentalnej
- Ogłoszenie przetargu na projekt wykonawczy rozbudowy hali eksperymentalnej
- Rozstrzygnięcie przetargu na projekt wykonawczy rozbudowy hali eksperymentalnej
- Ogłoszenie przetargu na Wykonawcę w zakresie dostawy i uruchomienia wigglera
- Rozstrzygnięcie przetargu i zainicjowanie konstrukcji wigglera
- Prace nad projektem wykonawczym rozbudowy hali

SOLCRYS

This beamline will be dedicated to structural studies. It will use hard X-rays in the energy range of 4 to 25 keV. Two independent end stations will be installed to conduct measurements based on various experimental techniques: single-crystal X-ray diffraction studies of biological macromolecules (protein crystallography), small-angle X-ray scattering (SAXS) and, optionally, powder diffraction. The SOLCRYS beamline will find applications in the studies of three-dimensional structures of biological macromolecules, atomic structures of a variety of crystalline materials, crystalline structures of functional materials under high pressure, structural phase transitions induced by high pressure or temperature, the low-resolution structure of macromolecules in solutions, and molecular organization in disordered or partially ordered systems. The construction of the beamline requires the extension of the SOLARIS NSRC experimental hall. The full realization of the investment is planned in 2024. The SOLCRYS beamline is being created thanks to the Jagiellonian University's cooperation with the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna (Russia).

Development works

- Technological dialogue regarding the construction of superconducting wiggler
- Conceptual studies on the parameters and the functionality of the SOLCRYS beamline; the conceptual design for the construction of the extended experimental hall
- Announcement of a tender process for an executive design of the extended experimental hall's construction
- Selection of a winning tender for the detailed design of the experimental hall's extension
- Announcement of a tender process for supplying and installation a superconducting wiggler
- Ongoing works on the detailed design of the hall's extension

TECHNICAL PARAMETERS	
Radiation source	Wiggler
Energy range	4 – 25 keV
Beam size at sample	MX ~ 280 × 100 μm ²
SCIENTIFIC FIELDS	
Physics, Chemists, Life Science, Material & Chemistry Engineering, Pharmacology, Biotechnology	
EXAMPLES OF APPLICATION AREAS	
Studies of spatial structures of biological macromolecules; atomic structures of a wide variety of crystalline materials, crystalline functional materials under high pressure; high pressure and temperature-induced structural phase transitions; low-resolution structure in a solution of macromolecular objects; molecular organization of disordered or partially ordered systems. Research on nanomaterials, polymers, liquid crystals; membrane proteins, viruses and virus-like particles, biological membranes, nucleic acids or drug delivery systems; synthetics, nanocomposites, glasses, lipids, porous materials, molecular sieves	

Tabela 7. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry techniczne linii SOLCRYST
Table 7. Scientific fields, examples of application and technical parameters of SOLCRYST beamline.

DEMETER (poprzednia nazwa XMCD)

Linia wykorzystuje miękkie promieniowanie rentgenowskie, a w swojej koncepcji zakłada istnienie dwóch gałęzi, dla których stacjami końcowymi będą dwa mikroskopy: fotoemisyjny mikroskop elektronowy PEEM, Skaningowy Transmisyjny Mikroskop Rentgenowski STXM (ang. Scanning Transmission X-ray Microscopy) oraz stacja oktopolowa, przeznaczona do pomiarów absorpcyjnych w zmiennym polu magnetycznym. Dodatkową zaletą mikroskopu PEEM jest możliwość wykonywania pomiarów w ekstremalnych temperaturach z zakresu 100 – 2000 K, co zapewnia obserwację zjawisk, których nie można dostrzec w normalnych temperaturach. Techniki oparte na fotoemisji są niezwykle czułe powierzchniowo i dzięki temu bardzo

DEMETER (previous name XMCD)

The DEMETER is a variable polarization soft X-ray beamline dedicated to advanced photoemission experiments. In its concept, the DEMETER beamline assumes the existence of two branches with two microscopes (Photoemission Electron Microscope PEEM and Scanning Transmission X-ray Microscope STXM) and the octupole station designed for absorption measurements in an alternating magnetic field, as end stations. An additional advantage of the PEEM microscope is the ability to perform measurements at extreme temperatures in the range of 100 – 2000 K, which ensures the observation of phenomena that cannot be seen at normal temperatures. Techniques based on photoemission are extremely surface

dobrze nadają się do badania ultracienkich warstw i powierzchni, zapewniając głębokość informacji wynoszącą kilka nanometrów. Selektywność fotoemisji pierwiastków sprawia, że jest to również potężne narzędzie do badania interfejsów. Drugą gałąź linii DEMETER stanowi skaningowy transmisyjny mikroskop rentgenowski (STXM). Skaningowa mikroskopia rentgenowska polega na uzyskiwaniu mikroskopowego obrazu próbki poprzez detekcję intensywności promieni rentgenowskich transmitowanych przez próbkę.

Prace rozwojowe

- Instalacja sekcji front endu w pierścieniu synchrotronu
- Renowacja elementów optycznych przywiezionych z synchrotronu MAX II w Lund
- Montaż elementów optycznych – luster M1 i M3 oraz monochromatora.
- Wykonanie projektu szczelin wyjściowych dla obu gałęzi linii badawczej
- Montaż stacji diagnostycznej w gałęzi mikroskopu PEEM
- Instalacja stacji oktupolowej na linii
- Pierwsze pomiary absorpcyjne na stacji oktupolowej (bez pola magnetycznego)
- Montaż mikroskopu STXM
- Pierwsze testowe pomiary na mikroskopie STXM
- Instalacja nowego systemu korekcji do undulatora EPU

Linia DEMETER zostanie udostępniona pierwszym Użytkownikom w drugiej połowie 2021 roku.

sensitive, providing a typical information depth of a few nanometers, and thus very well suited for studying surfaces and ultrathin films. The element selectivity of photoemission makes it also a powerful tool for the investigation of interfaces. The second branch of the DEMETER beamline is the X-ray Scanning Transmission Microscope (STXM). Scanning X-ray microscopy is a method of obtaining a microscopic image of a sample by detecting the intensity of X-rays transmitted through the sample.

Development works

- Installation of the Front end section in the synchrotron ring
- Renovation of optical elements brought from the MAX II synchrotron in Lund
- Installation of the optical elements – M1 and M3 mirrors and a monochromator
- Design' preparation of exit slits on both beamline branches
- Installation of the diagnostic station in the PEEM microscope branch
- Installation of an octupole station at the beamline.
- First absorption measurements at the octupole station (without magnetic field)
- STXM microscope assembly
- The first test measurements at the STXM microscope.
- Installation of a new correction system for the EPU undulator

DEMETER will be available for the first Users in the second half of 2021

TECHNICAL PARAMETERS	
Radiation source	EPU Undulator
Energy range	100 – 2000 eV
Beam size at sample	0.2 × 0.8 mm ²
SCIENTIFIC FIELDS	
Physics, Chemists, Life Science, Material & Chemistry Engineering, Environmental Protection	
EXAMPLES OF APPLICATION AREAS	
Polymers, nanoparticles, bacteria, batteries, solar cells, thin layers of magnetic materials, surface phenomena, structural, electronic and magnetic properties of nanomaterials; 2-dimensional materials (including graphene, molybdenum disulfide MoS ₂); materials for the construction of magnetic memories; surface catalysis	

Tabela 8. Dziedziny nauki, przykłady zastosowań i parametry techniczne linii DEMETER

Table 8. Scientific fields, examples of application and technical parameters of DEMETER beamline.

Krajowe Centrum Kriomikroskopii Elektronowej

Paulina Indyka, Michał Rawski, Kinga Wróbel, Małgorzata Honc, Sebastian Glatt

W 2019 roku, w wyniku wspólnej inicjatywy konsorcjum złożonego z 18 najlepszych polskich instytucji naukowych, prowadzących badania z zakresu biologii strukturalnej oraz NCPS SOLARIS powstało Krajowe Centrum Kriomikroskopii Elektronowej. Konsorcjum działa pod kierunkiem dr. Sebastiana Glatta (MCB Małopolskie Centrum Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie) oraz dr. Marcina Nowotnego (Międzynarodowy Instytut Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie). Obecnie sercem Krajowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej jest zaawansowany kriomikroskop elektronowy, Titan Krios G3i (ThermoFisher Scientific), który umożliwia naukowcom oglądanie białek i makrocząsteczek w wysokiej rozdzielczości oraz badanie struktury cząstek biologicznych w zamrożonych (zeszklonych) uwodnionych roztworach, a więc w warunkach zbliżonych do ich naturalnego środowiska. W ciągu ostatniej dekady rozwój technik kriomikroskopii zrewolucjonizował dziedzinę biologii strukturalnej i pozwolił na eksplorację całkowicie nowych obszarów badawczych. Trójwymiarowe obrazowanie biomolekuł stało się codziennością również w naszym Centrum i umożliwia naukowcom dołączenie do społeczności światowych liderów biologii strukturalnej.

Zebrań obrazów do analizy pojedynczych cząstek SPA (Single Particle Analysis) daje możliwość zrekonstruowania trójwymiarowej struktury makrocząsteczki z rozdzielczością około 2Å, co oznacza niespotykany dotąd wgląd do jej wnętrza oraz poznanie jej funkcji w kontekście mechanistycznym. Jest to możliwe dzięki

National Cryo-EM Centre

Paulina Indyka, Michał Rawski, Kinga Wróbel, Małgorzata Honc, Sebastian Glatt

In 2019, the National Cryo-EM Centre at SOLARIS had been established as a result of a joint initiative of a consortium consisting of 18 of the best Polish scientific institutions conducting research in structural biology. The consortium operates under the direction of Dr. Sebastian Glatt (MCB Małopolska Centre of Biotechnology of the Jagiellonian University in Kraków) and Dr. Marcin Nowotny (International Institute of Molecular and Cell Biology in Warsaw). The heart of the National Cryo-EM Centre is Titan Krios G3i (ThermoFisher Scientific), a state-of-the-art cryo-transmission electron microscope (cryo-EM) that enables researchers to look at proteins and macromolecules at high resolution and study the structure of biological particles in frozen (vitrified) hydrated solutions reflecting their natural cellular environment. The advances made in cryo-EM technique over the last years have revolutionized the field of structural biology and have opened new research horizons. Three-dimensional imaging of biomolecules has become a daily life also in our Centre; it allows researchers to join the community of global leaders in structural biology.

Acquiring SPA (Single Particle Analysis) datasets provides the unique opportunity to resolve the three-dimensional (3D) structure of a macromolecule at a resolution of about 2 Å, which means that unprecedented details of the molecules can be visualized. The use of direct electron detectors pushes the research to the next level. They allow for high-speed data acquisition (up to 75 frames per second), enable drift – and motion-corrected image averaging even

obrazowaniu z zastosowaniem bezpośrednich detektorów elektronów. Bardzo szybka akwizycja danych, ok. 75 klatek na sekundę, uśrednianie obrazu z jednoczesną korektą dryfu stolika i ruchu cząsteczek w lodzie jest możliwe już w trakcie zbierania zestawu danych. Taka procedura pozwala na uzyskanie większej liczby obrazów w tym samym czasie, z zachowaniem ich dobrej jakości, w porównaniu do pracy z tradycyjnymi kamerami. Dobrze znany inherentny efekt obrazowania próbek zeszlonych – niski kontrast obrazu – może być ograniczony z pomocą bezpośrednich detektorów elektronów, filtra energii i/lub płytki fazowej, gdzie struktury makrocząsteczkowe mogą być odtwarzane w sposób powtarzalny z bardzo wysoką, nieosiągalną do tej pory rozdzielczością i jakością. Nasze kriomikroskopy są wyposażone w automatyczny system podawania próbek do kolumny mikroskopu (autoloader), który może obsłużyć do dwunastu próbek na jedną sesję eksperymentalną. Dodatkowo zastosowanie dedykowanego oprogramowania do akwizycji danych, zarówno do SPA jak i tomografii kątowej, pozwala na pełną automatyzację eksperymentów i zbieranie danych w trybie pracy ciągłej przez kilka dni.

on-the-fly – during the measurement itself. Such procedures increase the number of images gathered during one minute, compared to a cryo-EM without direct detectors. The most well-known disadvantage of vitrified sample imaging, namely low image contrast, can also be overcome using direct electron detectors, energy filters, or phase plates. Macromolecular structures can be reconstructed reproducibly with a very high, even unprecedented, resolution and quality. Furthermore, our Krios system is equipped with an autoloader, which can handle up to twelve samples per experimental session. Additionally, the use of dedicated software for data acquisition, for both SPA or angle tomography, allows almost complete automation of the collection process.

Kriomikroskopy – najważniejsze specyfikacje techniczne:

Cryo-EM core system technical highlights:

Krios G3i Cryo-TEM

State-of-the-art
Cryo-Transmission Electron Microscope

- 300 kV
- Ultra-stable
- Semi-automated
- Grid Autoloader
- Three-condenser lens system
- K3 BioQuantum Gatan – direct electron detector
- Energy Filter BioQuantum
- Falcon 3EC Thermo Scientific – direct electron detector
- Ceta 16M Thermo Scientific CMOS camera
- Phaseplate



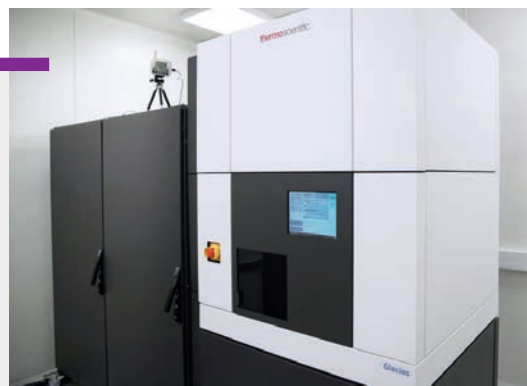
Mikroskop został sfinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (obecnie Ministerstwo Edukacji i Nauki).

The microscope was financed by the Polish Ministry of Science and Higher Education (currently the Ministry of Education and Science).

Glacios Cryo-TEM

Data collection & sample screening
Cryo-Transmission Electron Microscope

- 200 kV
- Semi-automated
- Grid AutoLoader
- Double-condenser lens system
- Falcon 4EC ThermoScientific – direct electron detector
- Ceta-D ThermoScientific CMOS camera



Na zakup mikroskopu otrzymaliśmy dofinansowanie unijne w ramach konkursu organizowanego przez Ośrodek Przetwarzania Informacji.

We received EU funding for the purchase of the microscope as part of a call organized by the National Information Processing Institute.

Ponadto, kluczowe wsparcie i niezbędny sprzęt laboratoryjny do preparatyki próbek zostały zapewnione przez Structural Biology Core Facility (finansowaną z grantu TEAM TECH CORE FACILITY/2017–4/6 – Fundacja na rzecz Nauki Polskiej) zlokalizowane w Małopolskim Centrum Biotechnologii UJ.

Już dziś krakowskie Centrum SOLARIS jest niezwykle atrakcyjne dla krajowej i międzynarodowej społeczności biologów strukturalnych, a w obliczu nowych możliwości badawczych, bez wątpienia czeka nas okres gwałtownego rozwoju naukowego i wzbogacenia literatury naukowej o piękne struktury i obrazy mikroskopowe. W Krajowym Centrum Kriomikroskopii Elektronowej możemy przysłużyć się naukowcom wielu dziedzin i obszarów badań związanych z naukami biologicznymi i biotechnologią, biologią strukturalną, biochemią, nauką o roślinach, medycyną, biologią molekularną i komórkową, biofizyką, farmaceutyką (badania leków), nanotechnologią i chemią.

Dotychczas w Krajowym Centrum Kriomikroskopii Elektronowej prowadzono badania z dziedziny

The key support and the necessary laboratory equipment for sample preparation were 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 in Kraków.

Krakow's SOLARIS Centre is already an extremely attractive place for the national and international community of structural biologists; in the face of new research opportunities, we undoubtedly head to a period of rapid scientific development and enrichment of scientific literature with beautiful microscopic images and reconstructions. The National Cryo-EM Centre can be in service for scientists in many fields and research areas related to life science & biotechnology, structural biology, biochemistry, plant science, medicine, molecular and cellular biology, biophysics, pharmaceuticals (drug screening), nanotechnology, and chemistry. Till now, at the National Cryo-EM Centre, our Users mainly conducted research in the fields of

biologii, głównie w zakresie biologii strukturalnej oraz z dziedziny chemii. Badania z dziedziny biologii dotyczyły białek i struktur makromolekularnych m.in. wirusów, komórek bakteryjnych, RNA, tRNA, miceli oraz sztucznych konstruktów opartych na białkach lub DNA. Tematyka dotyczyła mechanizmów tworzenia się białek w organizmach prokariotycznych i eukariotycznych oraz związanych z tymi mechanizmami powstających mutacji, mogących prowadzić do chorób nowotworowych i innych. Były to głównie badania podstawowe w kierunku poznania i zbadania procesów białkotwórczych oraz samego znaczenia białek w komórkach, ich funkcji i sposobu działania, jak również możliwości ich wykorzystania do opracowywania nowych leków. Wykonane eksperymenty miały także na celu poznanie sposobu replikacji wirusów poprzez badanie poszczególnych ich fragmentów, to jest białka lub RNA (badania nad koronawirusami i bakteriofagami). W dziedzinie chemii prowadzono obserwacje orientacji i interakcji molekuł ciekłych kryształów, nanokryształów celulozy pod działaniem surfaktantów, jak również budowy i funkcji nanostruktur typu białkowe-origami.

Prace rozwojowe – kluczowe wydarzenia:

- Wrzesień 2019 – zakończenie prac instalacyjnych oraz uruchomienie i udostępnienie mikroskopu Titan Krios G3i dla Użytkowników w jesiennym naborze wniosków.
- Na początku 2020 roku dzięki Funduszom Europejskim (Program Operacyjny Inteligentny Rozwój) pozyskano fundusze na zakup komplementarnego kriomikroskopu elektronowego zarówno na potrzeby eksperymentów naukowych jak i do badań przemysłowych (około 40% czasu badawczego).
- Marzec 2020 – pandemia SARS-CoV-2 częściowo wymusza pracę zdalną w naszym ośrodku – Użytkownicy mogli uczestniczyć w pomiarach na mikroskopie za pomocą zdalnego dostępu.

structural biology and chemistry. The first branch of these two research areas concerned mostly protein and macromolecular structures, i.e., viruses, bacterial cells, RNA, tRNA, micelles, and artificial constructs based on proteins or DNA. The topics concerned the mechanisms of protein formation in prokaryotic and eukaryotic organisms and the emerging mutations related to these mechanisms that can lead to diseases or cancer. These studies were mainly basic research aimed at understanding and studying protein-forming processes and the very meaning of proteins in cells, their functions and mode of action, as well as their possible use in the discovery and development of new drugs. The conducted experiments aimed to find out how viruses replicate by studying their individual fragments, i.e., proteins or RNA (research on coronaviruses and bacteriophages). The research in the field of chemistry was focused on observations of the orientation and interaction of liquid crystal molecules (cellulose nanocrystals) under the influence of surfactants. Additionally, the structure and function of protein-origami nanostructures were studied.

Development works – key events:

- September 2019 – installation and commissioning were completed. For the first time, the state-of-the-art Titan Krios G3i cryo-TEM was available to Users in the autumn call for proposals.
- At the beginning of 2020, thanks to the European Funds (Intelligent Development Operational Program), we were granted funds for the purchase of a complementary screening cryo-TEM. The microscope will be partially dedicated to industrial Users (about 40% of research time).
- March 2020 – the pandemic SARS-CoV-2 partially forced remote work in our Centre – Users were able to join perform measurements on the cryo-microscope using remote access.
- With the progress of the epidemic crisis, we joined forces with CERIC-ERIC offering the possibility of

Trójwymiarowe obrazowanie biomolekuł stało się codziennością – oficjalne przekazanie kriomikroskopu Titan Krios G3i Centrum NCPS SOLARIS (wrzesień, 2019), na zdjęciu od lewej: /three-dimensional imaging of biomolecules has become daily life – the official handing over of the cryomicroscope Titan Krios G3i to SOLARIS (September, 2019), from the left: Michał Rawski, Paulina Indyka, Sebastian Glatt (Małopolskie Centrum Biotechnologii/the Małopolska Centre of Biotechnology), Marek Stankiewicz (SOLARIS), Jakub Chocyk, Marek Nazaruk (Labsoft)

- Wraz z nadejściem kryzysu epidemii łączymy siły z CERIC-ERIC oferując możliwość szybkiego dostępu do badań na mikroskopie Titan Krios G3i dla całej społeczności naukowej
- w połowie 2020 roku Centrum SOLARIS pozyskuje dotację z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na rozbudowę hali eksperymetalnej. Około 200 m² nowej powierzchni zostanie przeznaczona na potrzeby laboratorium cryo-EM. Budowa nowej części hali eksperymetalnej zostanie ukończona w 2022 r.
- Grudzień 2020 – zakończenie prac instalacyjnych oraz uruchomienie mikroskopu Glacios. Stajemy się wyjątkowym ośrodkiem, dysponującym dwoma kriomikroskopami o najwyższych parametrach technicznych. Oficjalne otwarcie naboru aplikacji o czas badawczy zarówno podmiotów komercyjnych, jak i niekomercyjnych przewidywane jest na trzeci kwartał 2021 roku.
- Planowane rozszerzenie infrastruktury IT – poszerzenie przestrzeni dyskowej dla obecnie znajdującej się w Centrum Kriomikroskopii macierzy 200 TB, zakupu jednostki obliczeniowej i poszerzeniu rozmiaru pamięci.



rapid access to experimental time on the Titan Krios G3i microscope for the entire scientific community

- In the middle of 2020, the SOLARIS Centre has been awarded a grant from the Polish Ministry of Science and Higher Education to expand the experimental hall. Approximately 200 m² of new space will be allocated to the cryo-EM laboratory. The construction should be completed in 2022.
- December 2020 – The Glacios cryo-EM microscope has been installed. We are becoming a unique Centre, providing two cryo-microscopes of the highest technical standard. The official opening of the call for research time applications for both commercial and non-commercial institutions is expected to start in the third quarter of 2021.

- W latach 2019–2020 główne usprawnienia cryo-EM dotyczyły przede wszystkim aktualizacji istniejących wersji oprogramowania wspierających komunikację podzespołów. Z nowych instalacji usprawniających prace badawcze można wymienić modernizację stolika goniometru i instalację oprogramowania AFIS (Aberration Free Image Shift), które umożliwia przesunięcie obrazu (do max. 12 μm) zamiast przesuwu stolika z próbką, bez wprowadzania aberracji soczewki obiektywowej i osiowej komy. Przekłada się to na kilkukrotny wzrost szybkości zbierania obrazów mikroskopowych jak i ograniczenie dryfu próbek. Obecnie szybkość obrazowania w trybie SPA wynosi od 320 do 950 ekspozycji/h w zależności od typu siatki i parametrów obrazowania.
- Pracownicy laboratorium cryo-EM zostali wyróżnieni Nagrodą Miasta Krakowa za 2020 r.
- Grudzień 2020 – Dr Sebastian Glatt, Kierownik Krajowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej otrzymał prestiżowy grant na badania (Consolidator Grant ERC).
- We plan to extend the IT infrastructure by expanding the disk space of the 200 TB disk array currently located in the cryo-microscopy Centre and by purchasing a computing unit.
- In 2019–2020, the cryo-EM instrumentation's main improvements concerned updating the existing software supporting the communication between devices. The new equipment improving the research work includes modernization of the goniometer stage and installation of the AFIS (Aberration Free Image Shift) software, which enables image shift (up to 12 μm) instead of moving the sample stage without introducing aberration of the objective lens and axial coma. This upgrade translates into a several-fold increase in the rate of collecting microscopic images and reduction of sample drift. Currently, the imaging rate in SPA mode ranges from 320 to 950 exposures per hour, depending on the type of grid and imaging parameters.
- The employees of the cryo-EM laboratory were awarded the Krakow City Award for 2020.
- December 2020 – Dr. Sebastian Glatt, Head of the National Cryo-EM Centre, received a prestigious research grant (ERC Consolidator Grant).



5 grudnia 2019r. zespół cryo-EM odbył bardzo ważne spotkanie w OPI – Centrum Przetwarzania Informacji w Warszawie. Finalny etap oceny wniosku o dofinansowanie zakupu drugiego kriomikroskopu – czekają nas intensywne rozmowy z panelem ekspertów. Trzymajcie kciuki za pozytywny wynik wywiadu! Na zdjęciu od lewej: / December 5th, 2019 the cryo-EM team had a very important meeting at OPI – National Information Processing Institute in Warsaw. The final stage of assessing the application for co-financing the purchase of a second cryo-microscope – we will have intensive talks with a panel of experts. Keep your fingers crossed for the positive result of the hearing! From the left: Michał Rawski (Małopolskie Centrum Biotechnologii, MCB / the Małopolska Centre of Biotechnology), Paulina Indyka (MCB), Michał Młynarczyk (SOLARIS), Sebastian Glatt (MCB), Kinga Wróbel (MCB)

Lista wykonanych eksperymentów

Pierwszy nabór wniosków o dostęp do stanowisk badawczych kriomikroskopu elektronowego Titan Krios G3i rozpoczęto we wrześniu 2019 r.

Wszystkie wnioski są oceniane przez międzynarodową radę naukową, która obecnie składa się z 9 ekspertów z dziedziny kriomikroskopii z czołowych europejskich instytucji badawczych:

- Dr Claudio Alfieri (The Institute of Cancer Research, United Kingdom)
- Dr Svetlana Dodonova (Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Germany)
- Dr Wojciech Galej (European Molecular Biology Laboratory (EMBL) Grenoble, France)
- Dr Manuela Hospenthal (ETH Zürich, Switzerland)
- Prof. dr Wanda Kukulski (University of Bern, Switzerland)
- Dr Thomas Miller (The Francis Crick Institute, United Kingdom)
- Prof. dr Marjetka Podobnik (National Institute of Chemistry, Slovenia)
- Prof. dr Florian Schur (Institute of Science and Technology Austria (IST Austria))
- Dr Erin Tranfield (Instituto Gulbenkian de Ciência, Portugal)

Zaakceptowano 25 wniosków z 29 złożonych przez DUO-SOLARIS oraz 3 wnioski z 5 złożonych przez CERIC-ERIC. W roku 2019 z aparatury skorzystało 61 naukowców z 28 jednostek naukowych, krajowych i zagranicznych.

Pomimo pandemii, rok 2020 to wzrost aplikacji w stosunku do roku ubiegłego: w naborze wiosennym (marzec) zaakceptowano 23 wnioski z 45 złożonych przez DUO-SOLARIS oraz 1 wniosek z 7 złożonych przez CERIC-ERIC. W naborze jesiennym zaakceptowano 17 wniosków z 26 złożonych przez DUO-SOLARIS oraz 2 wnioski z 3 złożonych przez CERIC-ERIC. W 2020 roku z czasu badawczego na kriomikroskopie skorzystało 99 naukowców z 43 jednostek krajowych i zagranicznych (Austria, Niemcy, Włochy, Czechy, Słowenia).

Full list of the experiments

The first call for applications for the Titan Krios G3i cryo-electron microscope started in September 2019.

All applications are evaluated by an international scientific council that currently consists of 9 cryo-EM experts from the top European research institutions.

The members are as follows:

- Dr. Claudio Alfieri (The Institute of Cancer Research, United Kingdom)
- Dr. Svetlana Dodonova (Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Germany)
- Dr. Wojciech Galej (European Molecular Biology Laboratory (EMBL) Grenoble, France)
- Dr. Manuela Hospenthal (ETH Zürich, Switzerland)
- Professor Dr. Wanda Kukulski (University of Bern, Switzerland)
- Dr. Thomas Miller (The Francis Crick Institute, United Kingdom)
- Professor Dr. Marjetka Podobnik (National Institute of Chemistry, Slovenia)
- Professor Dr. Florian Schur (Institute of Science and Technology Austria (IST Austria))
- Dr. Erin Tranfield (Instituto Gulbenkian de Ciência, Portugal)

25 applications out of 29 submitted by DUO-SOLARIS and 3 applications out of 5 submitted by CERIC-ERIC were approved. In 2019, the cryo-EM equipment was used by 61 scientists from 28 research institutions, both national and international. Despite the SARS-CoV-2 pandemic, the number of applications in 2020 increased compared to the previous year. In the spring call (March), 23 applications out of 45 submitted by DUO-SOLARIS and 1 application out of 7 submitted by CERIC-ERIC were approved. In the autumn call for proposals, 17 applications out of 26 submitted by DUO-SOLARIS and 2 applications out of 3 submitted by CERIC-ERIC were accepted. In 2020, 99 scientists from 43 national and international institutions (Austria, Germany, Italy, Czech Republic, Slovenia) used the research time on the cryo-microscope.

Przeprowadzono 110 różnych eksperymentów, z czego 9 dotyczyło tomografii elektronowej, a 101 przypadło na technikę SPA – Single Particle Analysis (w tym 9 przez ‘szybką ścieżkę’ za pośrednictwem CERIC-ERIC). Eksperymenty na mikroskopie cryo-EM zakwalifikowane zostały w większości do dziedzin biologii i chemii. W roku 2020, pomimo obostrzeń związanych z pandemią, badania były prowadzone przez cały dostępny czas w trybie zdalnym (lub hybrydowym). Jest to fakt unikalny na tle innych, światowych jednostek zajmujących się kriomikroiskopią, które zostały zamknięte na około rok. Czas pracy mikroskopu (tzw. uptime) wynosił około 80%. Przebadane zostało 530 różnych próbek, z czego 27 z użyciem tomografii elektronowej, zebrane zostały 189 zestawy danych do rekonstrukcji 3D (tzw. Single Particle Analysis) oraz wykonano 310 badań poglądowych (screening), które nie zostały wliczone do podanej liczby wykonanych eksperymentów. Sumarycznie zebrano dla Użytkowników 308 TB danych.

110 different experiments were carried out. Nine regarded electron tomography, while 101 of them concerned the SPA – Single Particle Analysis (including 9 experiments performed thanks to the ‘rapid access’ via CERIC-ERIC). Most of the experiments on the cryo-EM microscope were related to fields of biology or chemistry. In 2020, research was conducted in a remote (or hybrid) mode for all available time despite the pandemic restrictions. It was unique for this type of Centre since most of the world’s cryo-microscopy stations had been closed for a significant part of the year. Meanwhile, our microscope’s uptime was about 80%. 530 different samples were tested, 27 of which were studied using electron tomography, 189 sets of data for 3D reconstruction (Single Particle Analysis) were collected, and 310 screening tests were performed, which were not included in the mentioned number of experiments. In total, 308 TB of data was collected for the cryo-EM Users.

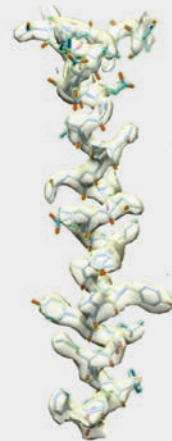
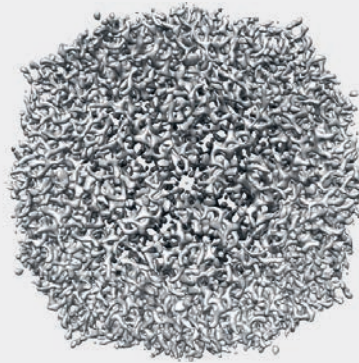
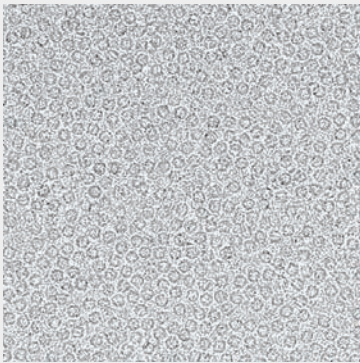
Przykładowe eksperymenty

In July 2019, after a successful installation of the Titan Krios G3i cryo-microscope and preliminary tests, a first SPA dataset was acquired at the National Cryo-EM Centre at SOLARIS. A standard reference sample was tested: apoferritin – recombinant purified human H-ferritin. The acquired dataset was sent to the Thermo Scientific NanoPort (Eindhoven, the Netherlands) for analysis and 3D structure reconstruction to check and validate the cryo-microscope's performance and its ability to collect data for high-resolution reconstructions. The results proved to be satisfying, and the National Cryo-EM Facility was ready to operate – the

Examples of the experiments

first call for research proposals was opened in September 2019.

Ferritin is a universal intracellular protein that creates complexes with Fe^{3+} iron ions, stores them in the liver and releases them in a controlled fashion. Ferritin is a globular protein complex that weights 474 kDa and has an outer diameter equal to about 12 nm. It consists of 24 protein subunits forming a nanocage with multiple metal-protein interactions keeping iron in a crystalline, soluble and non-toxic form. Ferritin that is not combined with iron is called apoferritin.

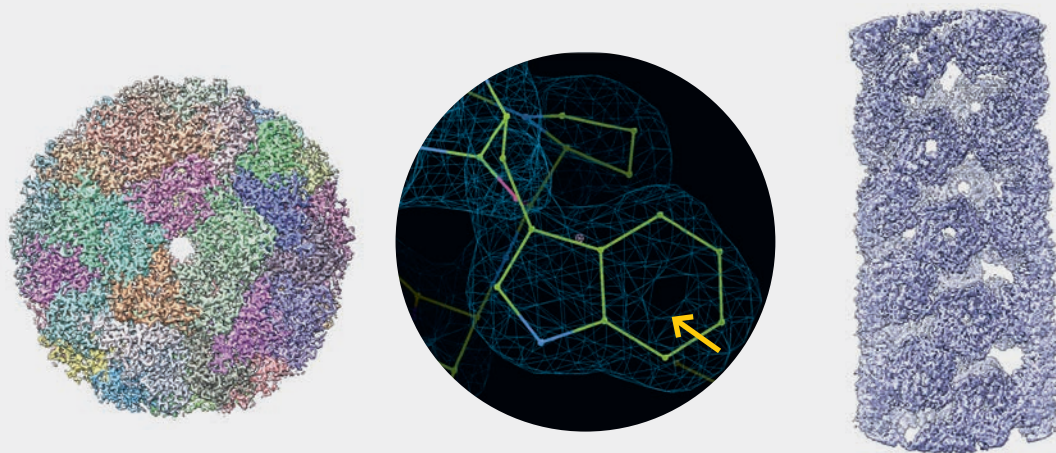


SPA reconstruction of apoferritin at a resolution of 3.0 Å – 2D overview (left), 3D reconstruction (middle), and detail atomic structure docking (right). Data were taken at SOLARIS on the Krios G3i with Falcon 3EC.

In 2020, SOLARIS Users already reported achieving resolutions even beyond 2.0 Å! Their research will be published soon. Łukasz Koziej and Yusuke Azuma from the Bionanoscience and Biochemistry Laboratory (Heddle lab – Małopolska Centre of Biotechnology UJ) are working on self-assembling protein cages, which are useful as nanoscale molecular containers for diverse applications in biotechnology and nanomedicine. To expand the utility of such systems, there is considerable interest in customizing the structures of natural cage-forming proteins and designing new ones. The group uses a variant of lumazine synthase, a cage-forming enzyme from *Aquifex aeolicus* bacteria (AaLS) that provides versatile building blocks for the construction of nano-compartments that can be easily produced, tailored, and diversified. The topologically altered protein, cpAaLS, self-assembles into spherical and tubular cage structures with properties that can be controlled by the length of the linker connecting the

native termini. This co-assembly strategy enables the encapsulation of cargo proteins in the lumen, modification of the exterior through genetic fusion, and tuning of the compartments' size and electrostatics. Titan Krios G3i at SOLARIS data collection and cryo-EM single particle/helical reconstruction revealed the near-atomic resolution structures of cpAaLS assemblies. The cpAaLS proteins assemble into icosahedral cages (a 532 symmetry group) composed of 60 identical monomers with a diameter of 16 nm and 17.4 kDa mass.

The SPA data was acquired with the Titan Krios G3i cryo-microscope at 300 kV and 105 kx magnification. 8486 micrographs were collected using the K3 direct electron detector (0.86 Å /pixel). 590,975 particles were identified. After iterative rounds of 2D classifications, 98,492 particles were selected for the final 3D reconstruction. The presented structures were solved using Relion 3.1.0 reconstruction software.



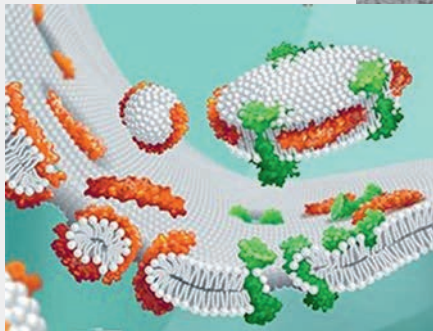
Structure of an AaLS icosahedral capsid at a resolution of 2.0 Å (left) – each of 12 pentameric capsomers consist of 5 monomer units highlighted in different colours. A detailed atomic model fitting into the cryo-EM map (middle). The tubular assembly formed by cpAaLS at 3.1 Å resolution (right). Data was taken at SOLARIS on a Krios G3i with a K3 direct electron detector.

And last but not least. The first paper published in 2020 – only one year after data collection.

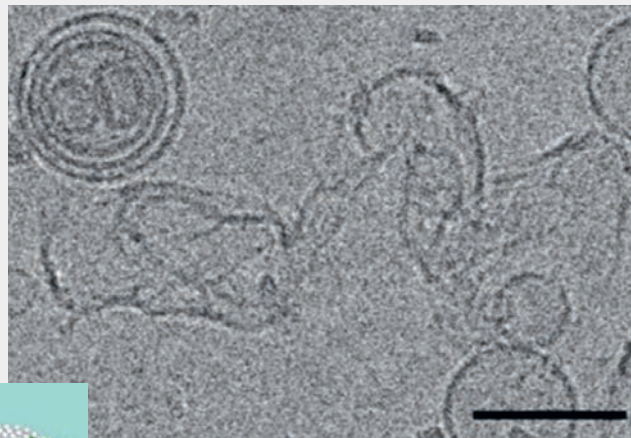
At the end of 2020, just eight months after the official opening, the first User already submitted and published work supported by the results of cryo-microscopic research conducted at SOLARIS with the Titan Krios G3i 300kV cryo-TEM – *Cooperative Function of LL-37 and HNP1 Protects Mammalian Cell Membranes from Lysis*, Ewa Drab, Kaori Sugihara, Biophysical Journal 119, 2440–2450, December 15, 2020.

Dr Ewa Drab from the Department of Physical Chemistry, University of Geneva, Switzerland, is studying a unique cooperative function between two

well-known antimicrobial peptides, LL-37 cleaved from human cathelicidin and HNP1 human neutrophil peptide-1. She found out that a mixture of LL-37/HNP1 peptides co-released from neutrophils (immune system cells) kills bacteria more efficiently while minimizing the host damage by suppressing cytotoxicity and protecting mammalian cell membrane from lysis. Such a “double cooperativity” may be used in our immune system and may help develop efficient and safe antimicrobial agents in the future. We cannot wait to see the double cooperativity effects in 3D! The electron tomography datasets acquired on Titan Krios G3i Cryo-EM at SOLARIS are still waiting for their turn to be published.



The cover picture, Biophysical Journal 119



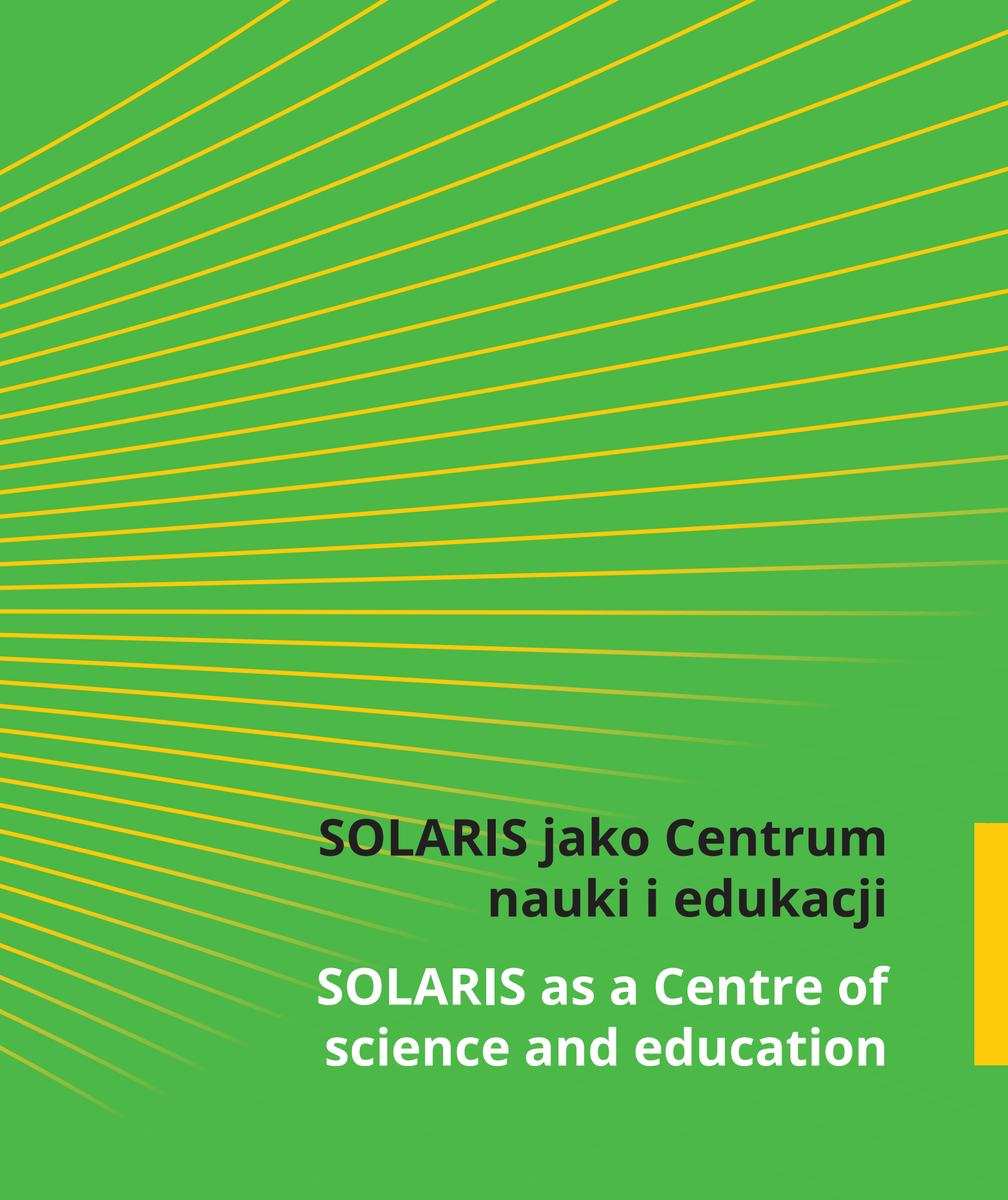
The new and notable phenomenon of spontaneously assembled lipid-protein nanodisks and sheets, in which LL-37/HNP1 proteins wrap lipid bilayer disks like a belt to reduce the line tension at the bilayer edge – such as on the cover picture.

A cryo-TEM image of POPC vesicles (eukaryotic plasma membranes lipids). The length of the scale bar is 100 nm. The image was taken at SOLARIS on the Krios G3i with the K3 direct electron detector.

2

CZĘŚĆ
PART





**SOLARIS jako Centrum
nauki i edukacji**

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



Użytkownicy

Alicja Górkiewicz

Nabory wniosków w latach 2019–2020

W ciągu dwóch lat, przeprowadzono cztery nabory wniosków o możliwość realizacji eksperymentów z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego.

O dostęp do infrastruktury SOLARIS można wnioskować nie tylko w naborach organizowanych przez Centrum, ale także przez międzynarodowe konsorcjum CERIC-ERIC. Wnioski w naborach, organizowanych przez SOLARIS, można nadsyłać poprzez autor-ską aplikację Digital User Office (DUO): <https://duo.synchrotron.pl>, natomiast w naborach konsorcjum CERIC-ERIC, poprzez platformę włoskiego synchro-tronu Elettra – Virtual User Office (VUO): <https://vuo.elettra.trieste.it>. Oba nabory są przeprowadzane w podobnych terminach.

W każdym roku, czas badawczy w Centrum SOLARIS jest podzielony na dwa sześciomiesięczne okresy:

→ Eksperymenty z naboru wiosennego (termin skła-dania wniosków: do 1 kwietnia danego roku) prze-prowadzane są od września tego samego roku do lutego następnego roku.

Users

Alicja Górkiewicz

Calls for proposals in 2019–2020

During the two years, we organised four calls for proposals for experiments employing synchrotron radiation.

Access to the SOLARIS infrastructure can be ac-quired by submitting a proposal during calls organised by SOLARIS itself or by the international CERIC-ERIC consortium. The proposals answering the SOLARIS calls can be submitted through a proprietary Digital User Office (DUO) web application (<https://duo.synchrotron.pl>). The Virtual User Office (VUO) applica-tion (<https://vuo.elettra.trieste.it>), maintained by the Italian Elettra synchrotron, can be used for the CERIC-ERIC calls. Both types of calls are opened at a similar time.

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

→ Experiments accepted during the spring call (the deadline for proposals: 1st April) are performed from September of the same year to February of the following year.

	LICZBA ZŁOŻONYCH WNISKÓW / NUMBER OF PROPOSALS	SUMA WNISKOWANYCH ZMIAN (1 ZMIANA = 2,5 DNIA) / NUMBER OF REQUESTED SHIFTS(1 SHIFT = 2.5 DAYS)	LICZBA ZAAKCEPTOWANYCH WNISKÓW / NUMBER OF ACCEPTED PROPOSALS	SUMA ZAAKCEPTOWANYCH ZMIAN / NUMBER OF ACCEPTED SHIFTS
CRYO-EM				
2019	35	123	28	42
2020	85	174	47	70
suma / total:	120	297	75	112

Tabela 1. Podsumowanie wyników naborów w latach 2019–2020 / infrastruktura cryo-EM

Table 1. Summary of the results of the applications in 2019–2020 / cryo-EM infrastructure

LINIE BADAWCZE / BEAMLINES	LICZBA ZŁOŻONYCH WNIOSKÓW / NUMBER OF PROPOSALS	SUMA WNIOSKOWANYCH ZMIAN (1 ZMIANA = 8 GODZIN) / NUMBER OF REQUESTED SHIFTS (1 SHIFT = 8 HOURS)	LICZBA ZAAKCEPTOWANYCH WNIOSKÓW / NUMBER OF ACCEPTED PROPOSALS	SUMA ZAAKCEPTOWANYCH ZMIAN / NUMBER OF ACCEPTED SHIFTS
2019	57	410	36	344
2020	85	758	76	669
suma / total:	142	1168	112	1003

Tabela 2. Podsumowanie wyników naborów w latach 2019–2020 / linie badawcze

Table 2. Summary of the results of the applications in 2019–2020 / beamlines

→ Eksperymenty z naboru jesiennego (termin składania wniosków: do 1 października) przeprowadzane są od marca do sierpnia następnego roku.

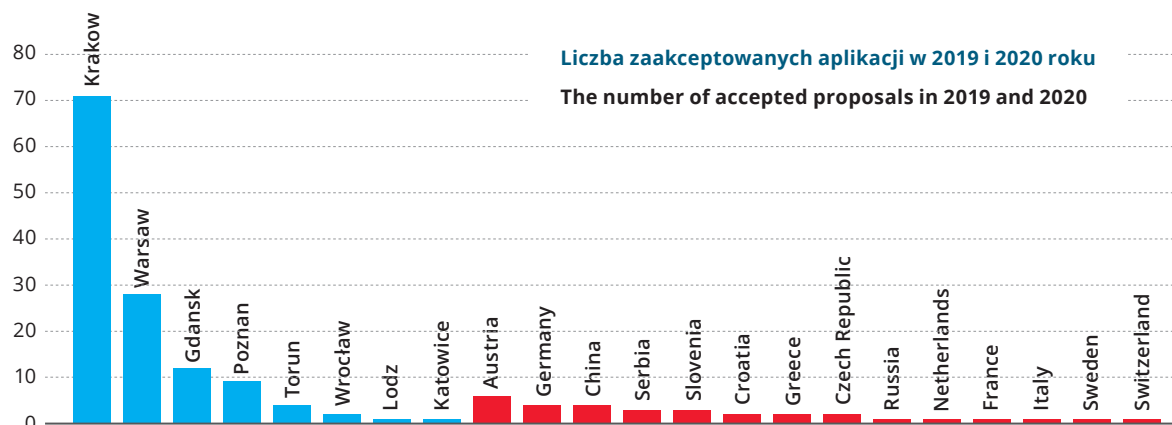
W minionych dwóch latach miał miejsce znaczący rozwój infrastruktury badawczej oferowanej przez Centrum SOLARIS: od jesiennego naboru 2019 nasi Użytkownicy mogą aplikować o dostęp do kriomikroskopu elektronowego cryo-EM, natomiast od jesiennego naboru 2020 nasza oferta powiększyła się o nową linię badawczą PHELIX. Naukowcy mogli więc aplikować o czas badawczy na trzech liniach pomiarowych PEEM/XAS, UARPES i PHELIX oraz na kriomikroskopie cryo-EM.

Statystyki naborów wniosków o czas badawczy w SOLARIS w latach 2019–2020 (łącznie nabór trzeci, czwarty, piąty i szósty):

→ Experiments accepted during the autumn call (the deadline for proposals: 1st October) are performed from March to August of the next year.

The research infrastructure of the SOLARIS Centre expanded significantly in the last two years. Starting from the autumn call of 2019, our Users have been able to apply for access to a cryo-electron microscope cryo-EM. Additionally, a new beamline – PHELIX – has been opened since the 2020 autumn call. Therefore, scientists could apply for access to three beamlines (PEEM/XAS, UARPES, and PHELIX) and the cryo-electron microscope cryo-EM.

Statistics of the calls for beamtime at SOLARIS in years 2019–2020 (the 3rd, 4th, 5th, and 6th calls together):



Eksperymenty w latach 2019–2020

W latach 2019–2020 na liniach badawczych oraz mikroskopie zostały przeprowadzone w sumie 132 eksperymenty, w których wzięło udział ponad 400 naukowców.

Zrealizowane eksperymenty należały do poniższych obszarów nauki:

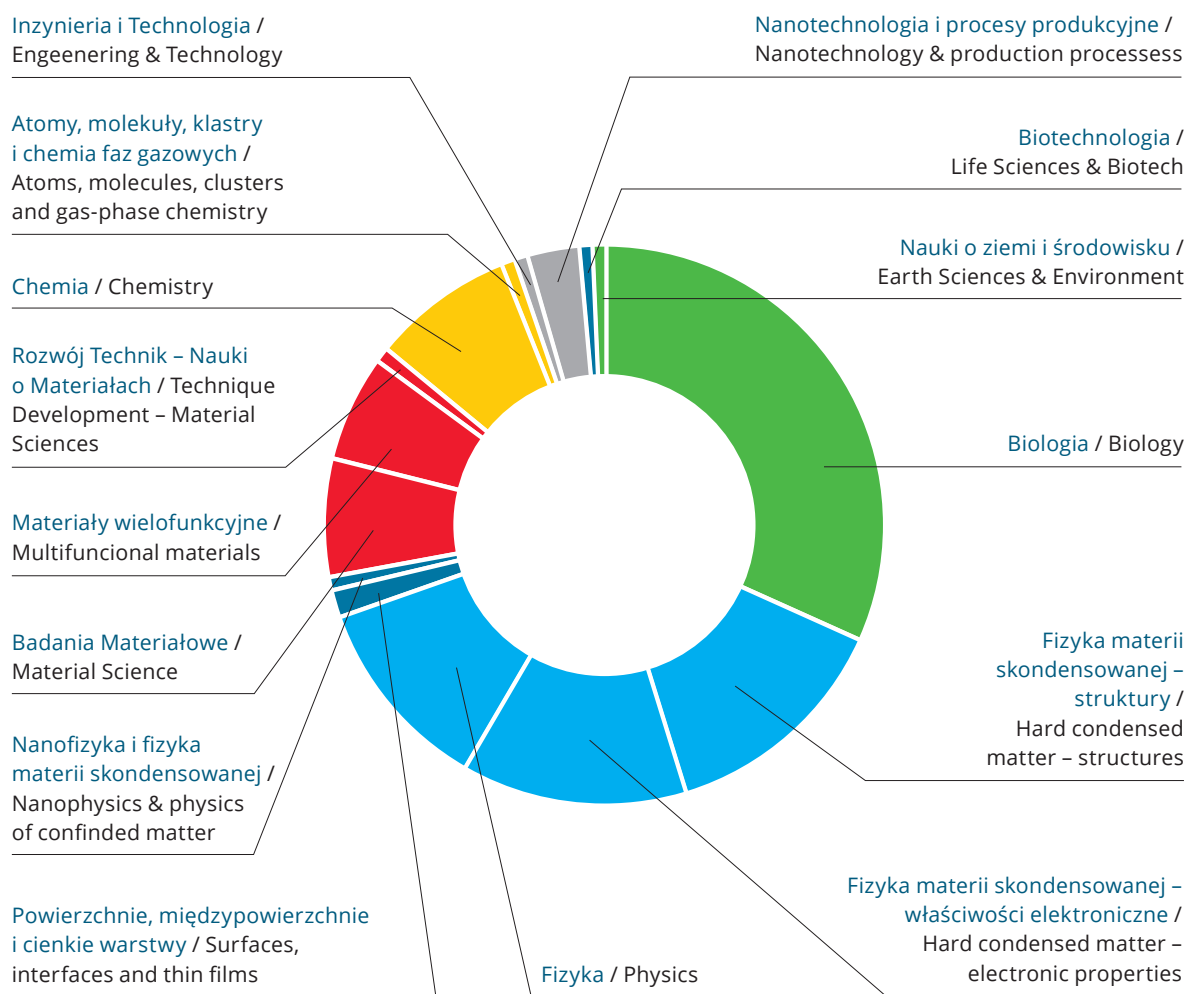
Experiments in 2019–2020

In the years 2019–2020, the beamlines and the microscope were used in 132 experiments conducted by more than 400 scientists.

The experiments represented several areas of science:

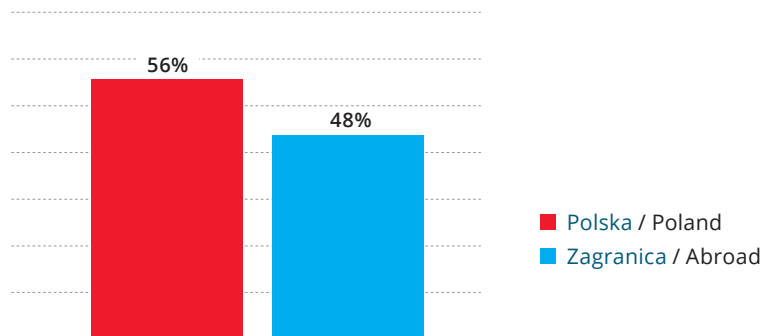
Eksperymenty przeprowadzone w latach 2019–2020

Experiments performed in 2019–2020



Wnioski zaakceptowane w latach 2019–2020

Proposals accepted in 2019–2020



Możliwość aplikowania o czas badawczy w SOLARIS mają zarówno naukowcy z Polski, jak i z zagranicy. W ciągu minionych dwóch lat, zaakceptowaliśmy wnioski z 39 różnych ośrodków badawczych.

Both Polish and foreign scientists can apply for beamtime in the SOLARIS. We accepted proposals from 39 different research centres during the last two years.

Procedura szybkiego dostępu

W roku 2020 wprowadzono nową ścieżkę aplikowania o czas badawczy – procedurę tzw. szybkiego dostępu, niezależną od organizowanych naborów.

O szybki dostęp do linii badawczych synchrotronu SOLARIS można wnioskować, gdy:

- istnieje potrzeba uzupełnienia rezultatów przeprowadzonego w SOLARIS eksperymencie – ze względu na wymogi projektu badawczego lub publikacji;
- Użytkownik chce sprawdzić, w drodze pomiarów testowych, czy planowany eksperyment ma szansę realizacji;
- istnieje potrzeba szybkiego przeprowadzenia eksperymentu ze względu na jego potencjalnie wysoką wartość naukową.

Wnioski składane według tej procedury oceniane są przez opiekunów linii, którzy decydują o czasie trwania i sposobie realizacji eksperymentów. W minionym roku otrzymaliśmy 11 takich aplikacji. Wszystkie zostały przyjęte do realizacji. Dotyczyły one głównie badań w zakresie fizyki, chemii i biotechnologii.

Ścieżka Szybkiego dostępu została również udośćniona przez konsorcjum CERIC-ERIC. Na razie jest ona skierowana głównie do Użytkowników

The rapid access procedure

In 2020 we introduced a new method of application for beamtime called “rapid access”. This procedure is independent of standard calls.

You can apply for rapid access, if:

- additional measurements are required for a re-search project or a publication – only for already concluded experiments,
- a User wants to check, through test measurements, whether their experiment is viable,
- experiments need to be performed quickly because of their potentially high scientific value.

The proposals submitted through this procedure are assessed by beamline supervisors who assign beamtime and a method of performing the proposed experiments at their own discretion. We received 11 such proposals during last year. All of them were accepted. The experiments were concerned mainly with physics, chemistry, and biotechnology.

The rapid access procedure has been extended to proposals submitted to the CERIC-ERIC Consortium. Currently, the procedure is meant to be utilised mostly by cryo-microscope Users who conduct research related to the COVID-19 pandemic.

kriomikroskopu prowadzących badania związane z pandemią spowodowaną przez Covid-19.

SOLARIS w czasie pandemii Covid-19

Rozwój pandemii wirusa SARS-CoV-2 postawił Centrum SOLARIS przed trudnym zadaniem reorganizacji dotychczasowych zasad dostępu do ośrodka. Światowy kryzys nie zmusił, co prawda, ośrodka SOLARIS do odwołania naborów wniosków, ale ustalone harmonogramy zaplanowanych już eksperymentów musiały zostać dostosowane do dynamicznie zmieniających się obostrzeń i wymogów sanitarnych.

Biuro Użytkownika pozostawało w stałym kontakcie z grupami badawczymi i dokładało wszelkich starań aby dostosować terminy eksperymentów do zmieniającej się sytuacji. Należy również podkreślić, że pomimo wprowadzenia powszechnej kwarantanny i wymogu izolacji, Centrum SOLARIS nie zostało zamknięte dla Użytkowników.

Najwięcej próśb o wyznaczenie nowych terminów eksperymentów zarówno od polskich jak i zagranicznych Użytkowników, spłynęło na przełomie kwietnia i maja, kiedy wprowadzone zostały zakazy przemieszczania się. Wiele instytucji naukowych nie wyrażało zgody na wyjazdy i delegacje swoich pracowników, natomiast Uniwersytet Jagielloński wprowadził dosłowny zakaz przyjmowania zewnętrznych grup badawczych. Dyrekcja Centrum SOLARIS zareagowała niemal natychmiastowo, przesuując na maj zaplanowany na sierpień shutdown (czyli okres wyłączenia synchrotronu w celu przeprowadzenia prac utrzymaniowych), w nadziei, że w okresie wakacji sytuacja ulegnie poprawie. Była to bardzo dobra decyzja. Złagodzenie obostrzeń pozwoliło polskim grupom badawczym

SOLARIS in the COVID-19 pandemic

The worldwide spread of the SARS-CoV-2 virus forced a change in the access rules to the SOLARIS Centre. The pandemic did not cause the cancellation of calls for proposals, but the schedules of already planned experiments were adjusted to the rapidly changing restrictions and sanitary requirements.

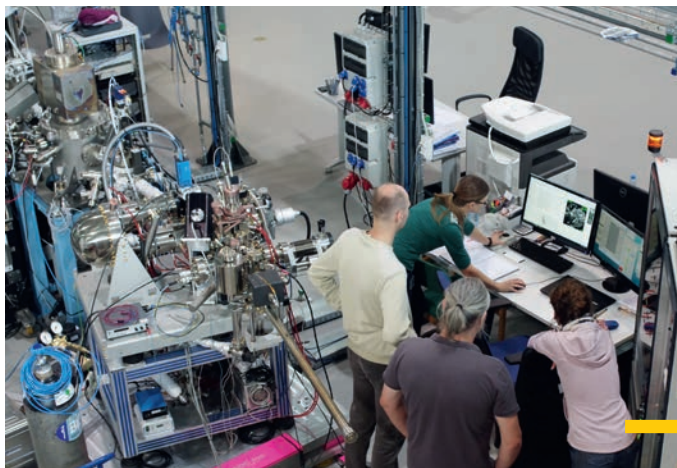
The User Office was in constant contact with research groups and adjusted schedules according to the evolving situation. It needs to be highlighted that the SOLARIS Centre remained open for its Users despite universal quarantine and isolation requirements.

Most requests for postponement of experiments, both from Polish and foreign scientists, appeared from the end of April till the beginning of May, when the movement restrictions were in effect. Numerous research institutions suspended all their employees' travels while Jagiellonian University issued a ban for admitting members of external research groups to the university's facilities. The Director of the SOLARIS Centre reacted swiftly by rescheduling a planned shutdown of the synchrotron from August to May, hoping that the situation would improve during summer. It was an excellent decision. The restrictions were relaxed, which allowed scientists to travel to Krakow, meaning they could carry out their experiments in the SOLARIS Centre.

The experiments were performed in a strict sanitary regime. Users were required to wear masks, disinfect their hands, and control their health. The number

Użytkownicy na linii UARPES
Users at the UARPES beamline
fot./photo: Agata Chrześcijanek





Użytkownicy na linii PEEM/XAS

Users at the PEEM/XAS beamline

fot./photo: Agata Chrześcijanek

na przyjazd do Krakowa i przeprowadzenie swoich eksperymentów w Centrum SOLARIS.

Eksperymenty prowadzone są oczywiście w ścisłym reżimie sanitarnym. Użytkownicy zobowiązani są do noszenia maseczek, dezynfekcji rąk oraz kontroli swojego stanu zdrowia. Ograniczona została także liczba osób, które mogą brać udział w eksperymentach w tym samym czasie – przy linii badawczej mogą przebywać jedynie trzy osoby.

Niestety wszyscy zagraniczni Użytkownicy wciąż czekają na możliwość ustalenia nowych terminów eksperymentów. Są to grupy badawcze m.in. z Chin, Rosji, Chorwacji, Francji oraz Niemiec. W ostatnich dniach 2020 roku, reguły podróży międzynarodowych wciąż nie zostały ustalone. Optymistycznie planujemy, że realizacja tych eksperymentów będzie możliwa w połowie przyszłego roku.

Z myślą o zagranicznych Użytkownikach, SOLARIS przyspieszył prace nad wdrożeniem możliwości przeprowadzania tzw. eksperymentów zdalnych. Opracowanie tej procedury wymaga współpracy pracowników technicznych, administracyjnych oraz programistów. Efekty ich pracy zostaną poddane testom już na początku 2021 roku. Wprowadzenie w życie tej procedury spowoduje również poszerzenie oferty Centrum SOLARIS o możliwość realizacji eksperymentów w sposób zdalny, nie tylko w sytuacji pandemii.

of people involved in an experiment was reduced to three persons per beamline.

Unfortunately, all foreign Users are still awaiting the possibility of rescheduling their new experiments. This includes research groups from China, Russia, Croatia, France, Germany, and other countries. As of the last days of 2020, the rules of international travel were still being developed. We optimistically assume that it will be possible to perform these experiments from mid-year.

Having foreign Users in mind, the SOLARIS Centre has accelerated the implementation of remote experiments. The development of this new method of conducting research requires cooperation between programmers, technical, and administrative staff. The effects of their work will be tested at the beginning of 2021. The implementation of this procedure will make it possible to perform experiments at the SOLARIS Centre remotely not only during a pandemic but also on a regular basis.

Granty, projekty i nagrody

Sylvia Orzechowska

W ramach konkursu PRELUDIUM 18 są realizowane dwa projekty:

*Ulepszanie wyznaczania orientacji 3D makromolekuł na podstawie spolaryzowanego obrazowania chemicznego IR poprzez optymalizację algorytmów usuwania rozpraszania, projekt dwuletni, kierownik: mgr inż. Paulina Kozioł, **2019/35/N/ST4/02481***

Głównym celem projektu jest optymalizacja oraz implementacja nowych algorytmów opartych o EMSC (*Extended Multiplicative Signal Correction*), w celu korekty rozpraszania światła podczas obrazowania w podczerwieni, co usprawni proces wyznaczania orientacji makromolekuł w przestrzeni w oparciu o absorpcję światła spolaryzowanego. W tym celu, zaimplementowana niedawno w formie otwartego kodu nowa wersja EMSC, zostanie dostosowana do obliczeń na wielordzeniowych platformach, takich jak procesory graficzne oraz superkomputery Cyfronetu AGH. Dodatkowo zaimplementowany zostanie algorytm EMSC do korekty próbek o cylindrycznym kształcie, co idealnie sprawdzi się w przypadku tkanki włóknistej.

*Wzmacnianie klasyfikacji histopatologicznej na podstawie obrazowania chemicznego FT-IR przy użyciu augmentacji danych – projekt trzyletni, kierownik: mgr Danuta Liberda, **2019/35/N/ST4/01809***

Celem projektu jest stworzenie modeli wykrywania raka piersi i różnicowania typów tkanek za pomocą obrazowania FT-IR, w trybie transmisji i transfleksji oraz metod augmentacji danych. Projekt pozwoli ustalić możliwości odróżniania typów tkanek piersi z użyciem

Grants, projects and awards

Sylvia Orzechowska

Two projects are being implemented within the PRELUDIUM 18 programme:

*Improving the 3D orientation of macromolecules based on polarised IR chemical imaging by optimising scattering removal algorithms, two-year project, leader: Paulina Kozioł, MSc Eng., **2019/35/N/ST4/02481***

The project's primary goal is to optimise and implement new algorithms based on EMSC (Extended Multiplicative Signal Correction) to correct light scattering during infrared imaging. It will improve the process of determining the orientation of macromolecules in space based on absorption of polarised light. For this purpose, the new version of EMSC, recently implemented as open-source software, will be adapted to calculations on multi-core platforms, such as graphics processors and supercomputers of Cyfronet AGH. Additionally, the EMSC algorithm will be implemented to correct cylindrical samples, which will be perfect for fibrous tissue.

*Supporting the histopathological classification based on FT-IR chemical imaging using data augmentation – a three-year project, leader: Danuta Liberda, MSc, **2019/35/N/ST4/01809***

The project aims to create models of breast cancer detection and differentiation of tissue types using FT-IR imaging in transmission and transflection modes and data augmentation methods. The project will determine the possibility of distinguishing types of breast tissue using FT-IR imaging of biopsy in transflection mode.

obrazowania FT-IR biopsji w trybie transfleksji. Podjęte badania będą w przyszłości kontynuowane z wykorzystaniem linii SOLAIR.

Grant Sonata 14, Narodowe Centrum Nauki

Trójwymiarowa orientacja makromolekuł przy użyciu obrazowania w podczerwieni (IR) oraz jej znaczenie w mikrośrodkowisku raka, projekt trzyletni, kierownik: dr hab. Tomasz P. Wróbel, **2018/31/D/ST4/01833**

Celem projektu jest wykorzystanie, zależnego od polaryzacji, obrazowania w podczerwieni w celu ulepszenia modeli histopatologicznych z dodatkiem orientacji makromolekularnej 3-D, obliczonej na podstawie rygorystycznych modeli matematycznych. Informacje te można następnie wykorzystać do scharakteryzowania mikrośrodkowiska nowotworów trzustki i piersi – dwóch rodzajów raka, na które silnie wpływa otaczająca je macierz pozakomórkowa (ECM). Planowane jest wykorzystanie metody obrazowania w podczerwieni z uwagi na fakt, że przestrzenna organizacja ECM odgrywa ważną rolę w takich układach. Dotychczas żadne badanie w podczerwieni nie było w stanie poradzic sobie ze skalą zmian, jakie mogą wystąpić w ECM otaczającym te nowotwory, a projekt ten ma na celu wypełnienie tej luki.

Dofinansowanie w ramach projektu POIR, działanie 4.2 „Rozwój nowoczesnej infrastruktury badawczej sektora nauki” na zakup kriomikroskopu elektronowego Glacios z przeznaczeniem do badań przemysłowych.

Celem projektu jest wsparcie wybranych projektów strategicznej infrastruktury badawczej, o charakterze ogólnokrajowym lub międzynarodowym oraz zapewnienie skutecznego dostępu do tej infrastruktury dla przedsiębiorców i innych zainteresowanych

The research will be continued in the future with utilization of the SOLAIR beamline.

Sonata 14 grant, National Science Centre, Poland

Three-dimensional macromolecule orientation by means of infrared (IR) imaging and its significance in cancer microenvironment, three-years project, leader: Dr. hab. Tomasz P. Wróbel, UMO **2018/31/D/ST4/01833**

The aim of the project is to use polarization-dependent infrared imaging to improve histopathological models with the addition of 3-D macromolecular orientation, calculated from rigorous mathematical models. This information can then be used to characterize the microenvironment of pancreatic and breast cancers, two types of cancer that are strongly influenced by the surrounding extracellular matrix (ECM). It is planned to use the infrared imaging method due to the fact that the spatial organization of the ECM plays an important role in such systems. Until now, no infrared study has been able to cope with the scale of changes that can occur in the ECM surrounding these tumours, and this project aims to fill this gap.

Financing a purchase, within the Smart Growth Programme (POIR) 4.2 “Development of modern research infrastructure for the science sector”, of the Glacios electron cryomicroscope intended for industrial research.

The project aims to support selected national or international projects that use strategic research infrastructure and ensure effective access to this infrastructure for contractors and other interested entities. The Glacios microscope will be part of the National Centre for Electron Cryomicroscopy, which is being built at SOLARIS.

podmiotów. Mikroskop Glacios będzie częścią Narodowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej, która powstaje w SOLARIS.

Prestiżowy grant na badania Consolidator Grant ERC

Deciphering the role of RNA modifications during ribosomal decoding and protein synthesis, kierownik: dr Sebastian Glatt

Beneficjentem grantu, w wysokości niemal 2 mln euro, jest dr Sebastian Glatt, członek zespołu Laboratorium Cryo-EM i pracownik Małopolskiego Centrum Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Consolidator Grant ERC jest skierowany do doświadczonych i już zasłużonych naukowców. To pierwszy grant Europejskiej Rady ds. Badań Naukowych w obszarze nauk przyrodniczych, który otrzymał badacz z Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Celem projektu jest strukturalne scharakteryzowanie kluczowych kompleksów białkowych odpowiedzialnych za modyfikacje RNA, stworzenie biblioteki w pełni zmodyfikowanego *in vitro* RNA, a także zrozumienie roli pojedynczych modyfikacji rRNA i tRNA w procesie elongacji translacji. Ponadto zespół dr Glatta planuje zbadać zależność pomiędzy mutacjami białek odpowiedzialnych za te procesy a rozwojem poważnych chorób u człowieka. Autorzy projektu mają na celu rozszerzenie niedawno powstałej koncepcji „wyspecjalizowanych rybosomów” poprzez dodanie szczególnych modyfikacji RNA do jej ogólnego schematu.

Prestigious research grant Consolidator Grant ERC

Deciphering the role of RNA modifications during ribosomal decoding and protein synthesis, leader: Dr. Sebastian Glatt

The recipient of the almost 2 million Euro grant is Dr Sebastian Glatt, a member of the Cryo-EM Laboratory team and an employee of the Małopolska Centre of Biotechnology of the Jagiellonian University (MCB). The ERC Grants are intended for experienced and already distinguished scientists. This is the first grant of the European Research Council in the field of life sciences received by a researcher from the Jagiellonian University.

The project aims to structurally characterise the crucial protein complexes responsible for the RNA modifications, create a library of fully modified *in vitro* RNA, and understand the role of the single rRNA and tRNA modifications in the translation elongation process. In addition, Dr Glatt's group plans to investigate the relationship between mutations in proteins, responsible for these processes, and the development of serious human diseases. The project aims to extend the recently developed concept of “specialised ribosomes” by adding specific RNA modifications to its overall schema. In the project, the basic functions of the cellular mechanisms that regulate the production of all proteins in both health and disease will be analysed. Changes in these mechanisms are known to play a significant role in cancer growth and severe neurodegenerative diseases. Therefore, in the coming years, Dr Glatt's group plans to investigate these changes and their relationship to the occurrence of these diseases. The goal is to provide new diagnostic and therapeutic tools to struggle against incurable diseases. Thanks to the SOLARIS and MCB facilities, the group can conduct world-class research and compete with other outstanding scientific institutions.

Projekt doktorski w ramach Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Chemical imaging and machine learning for cancer detection, kierownik: dr hab. Tomasz P. Wróbel

Celem projektu jest stworzenie nieniszczących i bardzo dokładnych, kompleksowych modeli histopatologicznych raka trzustki i piersi. Szczegółowe cele będą obejmować akwizycję danych FT-IR na nowo zbudowanej linii wiązki SOLAIR, tworzenie modeli i optymalizację względem wytrzymałości.

Wnioski o dofinansowanie rozbudowy infrastruktury badawczej złożone w 2020 r.

- NAPXPS (Near Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy) – gałąź linii PHELIX
- System odzysku i skraplania helu

Nagroda Miasta Krakowa za 2020 r.

Nagroda Miasta Krakowa ma wieloletnią tradycję – po raz pierwszy została przyznana w 1933 roku, ale swoją historię sięga XVI wieku. Laureatami nagrody zostali badacze, którzy w SOLARIS zarządzają mikroskopem Cryo-EM, w składzie dr Sebastian Glatt (kierownik), dr Przemysław Grudnik, dr Michał Rawski, dr Piotr Wilk, mgr Klaudia Woś, mgr Kinga Wróbel. Nagroda została przyznana za prace naukowo-badawcze w zakresie biologii strukturalnej.

Wyróżnienie przez prestiżowe wydawnictwo The Optical Society Publishing i uznanie za obraz tygodnia wydawcy *Image of the Week*

dla mgr Katarzyny Sowy i prof. Pawła Koreckiego (linia PolyX) za nowatorską metodę tomografii rentgenowskiej.

Doctoral project within the Doctoral School of Exact and Natural Sciences of the Jagiellonian University

Chemical imaging and machine learning for cancer detection, leader: Dr. hab. Tomasz P. Wróbel

The project aims to create label-free, non-destructive, and highly accurate comprehensive histopathological models of pancreatic and breast cancers. The specific goals will include FT-IR data acquisition on a newly built SOLAIR beamline, creation of models, and optimisation in terms of accuracy vs robustness.

Grant applications for the expansion of research infrastructure submitted in 2020

- NAPXPS (Near Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy) – branch of the PHELIX beamline
- Helium recovery and condensation system

The City of Krakow Award for 2020

The City of Krakow Awards have a long tradition – they were first awarded in 1933, but their history goes back to the 16th century. The award was granted to the researchers who manage the Cryo-EM microscope at SOLARIS, including Dr. Sebastian Glatt (head), Dr. Przemysław Grudnik, Dr. Michał Rawski, Dr. Piotr Wilk, Klaudia Woś, MSc, Kinga Wróbel, MSc, in recognition of their scientific and research work in the field of structural biology.

The commendation by the prestigious publisher, The Optical Society Publishing, and the appreciation for the image of the week by the *Image of the Week* publisher

for Katarzyna Sowa, MSc and Professor Paweł Korecki (PolyX beamline) for the innovative method of X-ray tomography.

Popularyzacja nauki

Katarzyna Bester-Ostrowska

Centrum SOLARIS prowadzi szereg działań mających na celu popularyzację nauk ścisłych oraz promujących wyjątkowe dla nich znaczenie promieniowania synchrotronowego. Jedną ze stałych aktywności ośrodka jest organizacja regularnych wizyt gości z wielu różnych grup społecznych: szkół podstawowych i ponadpodstawowych, studentów różnych kierunków, wreszcie specjalistów z wielu dziedzin naukowych i technicznych. Tylko w 2019 roku Centrum SOLARIS odwiedziło 1752 osoby. Niestety początek pandemii COVID-19 w marcu 2020 roku oraz związane z tym faktem obostrzenia zdrowotne wymusiły wstrzymanie wizyt zarówno gości krajowych jak i zagranicznych.

Nowe, trudne czasy zaowocowały jednak innowacyjnym myśleniem o formach popularyzacji i komunikacji społecznej. Wszelkie aktywności skierowane do szerszej grupy odbiorców przeniosły się do rzeczywistości wirtualnej. Podążając za tym trendem, wynikającym z konieczności, nasz ośrodek rozwinął w 2020 roku na szerszą skalę projekty dotyczące właśnie obszarów VR a zapoczątkowane jeszcze w czasach przed pandemicznych.

Public outreach

Katarzyna Bester-Ostrowska

The SOLARIS Centre performs a wide variety of initiatives focused on popularising exact sciences and promoting synchrotron radiation. One of the permanent programs is an organisation of the facility tours for a diverse variety of visitors: pupils from primary and secondary schools, students, and specialists in numerous fields of science and technology. Only in 2019, the SOLARIS Centre was visited by 1752 guests. Unfortunately, the global COVID-19 pandemic and enacted movement restrictions forced a suspension of visits by domestic and international visitors in 2020.

The difficult new period promoted innovative thinking about the forms of popularisation and social communication. All activities intended for the general public moved to cyberspace. Following this trend born out of necessity, in 2020 our facility expanded the projects concerning virtual reality, which were initiated before the pandemic.

	2019	2020
General public visitors	370	rok pandemii – zawieszenie wizyt zewnętrznych / The pandemic – suspension of external visits
Secondary school visitors	470	
Undergraduate student visitors	414	
Postgraduate student visitors	223	
Scientific & technical visitors	236	
Other	39	
	1752	

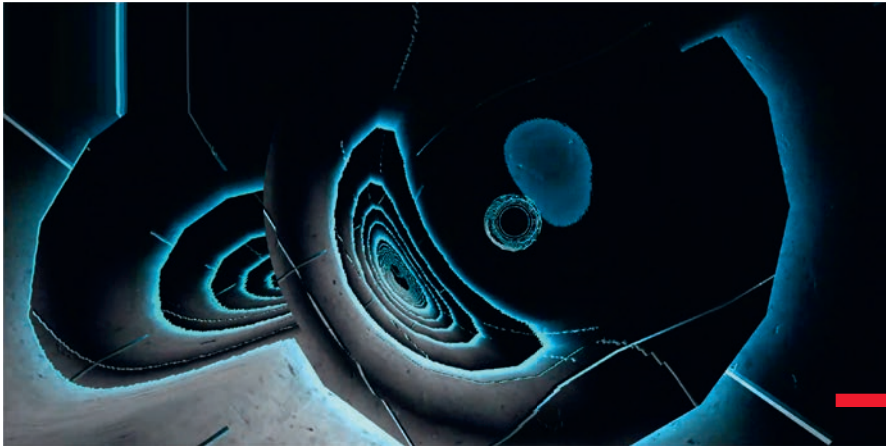
VR SYNCHROTRON to multimedialne, interaktywne środowisko oparte na wirtualnej rzeczywistości. Nadrzędnym celem jego powstania jeszcze w 2019 była próba wizualizacji procesów zachodzących zarówno w akceleratorze liniowym jak i kołowym z perspektywy poruszających się w nich, prawie z prędkością światła, elektronów. Fizyczne zjawiska zostały przedstawione w postaci trójwymiarowych obrazów unaoczniających w przystępny i atrakcyjny dla odbiorcy sposób skomplikowane procesy zachodzące w wymiarze niedostępnym ludzkiemu oku. Powstała kilkuminutowa wizualizacja dedykowana jest na gogle VR Oculus Quest, ale dzięki pracom rozwojowym poczynionym w 2020 roku swoistą podróż po wnętrzu synchrotronu można odbyć również korzystając z przeglądarki internetowej na komputerze czy jakimkolwiek urządzeniu mobilnym. Co więcej, ciekawy projekt zainteresował również naszych włoskich partnerów z konsorcjum CERIC – ERIC, dzięki którym nasza aplikacja stworzona w dwóch językach polskim i angielskim, wzbogaciła się również o wersję włoską. Projekt można zatem zobaczyć również za granicą, w ramach działań popularyzatorskich synchrotronu ELETTRA.

VR SYNCHROTRON is an interactive environment based on virtual reality. The main goal of its inception back in 2019 was an attempt to visualise processes taking place in both linear and circular accelerator from the point of view of electrons being accelerated to velocities close to the speed of light. The physical phenomena invisible to the naked eye were transformed into 3D scenes showing the complicated processes in an approachable and straightforward fashion. Initially, the short visualisation was dedicated to the Oculus Quest VR set. Thanks to development in 2020, the journey to the centre of the synchrotron can also be undertaken through web browsers on computers and mobile devices. Initially, the project was available in Polish and English. Later, an Italian version was also developed thanks to our Italian partners from the CERIC-ERIC consortium. The visualisation is also available abroad as a part of popularisation initiatives of the ELETTRA synchrotron.

Plakat wydarzenia VR SYNCHROTRON w ramach Festiwalu Nauki i Sztuki w Krakowie projekt: Michał Hyjek

Poster of the VR Synchrotron event at the Science and Art Festival in Krakow project: Michał Hyjek





Ujęcia z projekcji
VR SYNCHROTRON

Screenshot
from projection
VR SYNCHROTRN

Ujęcia z projekcji
VR SYNCHROTRON

Screenshot
from projection
VR SYNCHROTRN



Prof. Marek Stankiewicz, Dyrektor Centrum SOLARIS podczas wewnętrznego pokazu VR SYNCHROTRON

Prof. Marek Stankiewicz during internal show of the VR SYNCHROTRON project

fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska



Użytkownicy VR SYNCHROTRON w trakcie Festiwalu Nauki i Sztuki, Kraków 5 maja 2019

VR SYNCHROTRON application Users at the Festival of Science and the Arts, 5th May 2019

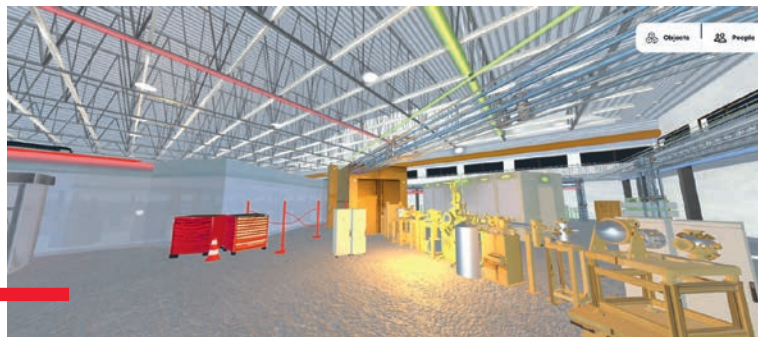
fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska

PLATFORMA VR to kolejny projekt realizowany wirtualnej rzeczywistości, zapoczątkowany w 2020 roku jako innowacyjna platforma do wszelako rozumianej komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej. Specjalnie zaprojektowane środowisko 3D stanowi przeniesienie hali eksperymetalnej ośrodka do immersyjnej i interaktywnej rzeczywistości wirtualnej, zawierającej model linii eksperymetalnych, samego synchrotronu oraz znajdującego się pod nim akceleratora liniowego. Użytkownicy odwiedzają wirtualną przestrzeń za pośrednictwem specjalnie zaprojektowanych awatarów. Dzięki odwzorowaniu budowy synchrotronu, platforma może pełnić funkcje popularyzatorskie takie, jak możliwości organizacji oprowadzeń „na odległość”, czy stanowić przestrzeń do organizacji szkoleń dla bardziej zaawansowanych Użytkowników. W ramach platformy funkcjonuje również sala konferencyjna, która wraz z dostępnym w niej ekranem multimedialnym stanowi znakomite miejsce do spotkań i konferencji, oferująca dzięki formule działania przez awatara, dużo bardziej zaangażowane uczestnictwo niż ma to miejsce w przypadku klasycznych platform komunikacyjnych.

VR PLATFORM is another project based on virtual reality. It was initiated in 2020 as an innovative platform for external and internal communication. A carefully designed immersive and interactive 3D visualisation of the experimental hall includes models of beamlines, the synchrotron itself, and the linear accelerator located below it. The Users can visit cyberspace as avatars. Thanks to a detailed reproduction of the synchrotron, the platform can be used as a popularisation tool allowing for remote tours of the facility and providing space for training intended for more advanced Users. The platform also includes a conference room with an interactive virtual screen. It is a perfect place for meetings and conferences as the possibility of participation as an avatar allows for much more active involvement compared to classic communication platforms.

Kadry z SYNCHROTRON VR PLATFORM

Screenshots from the SYNCHROTRON VR PLATFORM





Od lewej: Michał Młynarczyk, Katarzyna Bester-Ostrowska i Piotr Piwowarczyk, stoisko NCPS SOLARIS na Forum Miast i Regionów, Jasionka 5 czerwca 2019r.

Michał Młynarczyk, Katarzyna Bester-Ostrowska i Piotr Piwowarczyk at the Forum of Cities and Regions / Jasionka 5th June 2019 r.

Centrum prowadzi również działania w swojej siedzibie jak i poza nią promując ośrodek i jego możliwości badawcze w różnych kontekstach. Dodatkowe działania to stały udział ośrodka w Festiwalu Nauki i Sztuki czy Małopolskiej Nocy Naukowców. Doskonałość naukową i badawczą prezentujemy w ramach Tygodnia Jakości Kształcenia UJ. Ośrodek corocznie też angażuje się w Małopolski Festiwal Innowacji, prezentując ofertę SOLARIS dla przemysłu. Możliwe współistnienie nauki i biznesu w kontekście naszego Centrum, największego laboratorium w Polsce, omawiamy również w ramach uczestnictwa w festiwalu InterNanoPoland, wydarzenia dedykowanego dialogowi między nauką, przemysłem i biznesem w obszarze nanotechnologii. Znaczenie ośrodka dla regionalnej przedsiębiorczości prezentowaliśmy w czerwcu 2019 na międzynarodowym Forum Miast i Regionów organizowanym przez Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju w związku z przewodnictwem Polski w tzw. Procesie Berlińskim. Z uwagi na dynamiczny rozwój, promujemy Centrum SOLARIS również jako wyjątkowe miejsce pracy, biorąc udział w lokalnych, jak i ogólnokrajowych targach pracy.

The Centre carries out various activities, both on-site and outside, which promote the facility and its research capabilities. These include regular participation in the Festival of Science and the Arts in Kraków and the Małopolska Researchers' Night. The scientific and research excellence of the synchrotron is presented annually at the Quality Education Week of Jagiellonian University in Kraków. The Centre also participates in the Małopolska Innovation Festival each year, presenting the industrial applications of the SOLARIS synchrotron. The cooperation between science and business in the context of our facility, which is the largest laboratory in Poland, is discussed during the InterNanoPoland conference – an event dedicated to a dialogue between science, industry, and business concerned with nanotechnology. We presented the importance of the Centre for regional entrepreneurship during an international Forum of Cities and Regions organised by the Polish Ministry of Investment and Economic Development in connection to the Polish presidency in the Berlin Process. Because of our dynamic expansion, we promote the SOLARIS Centre as a unique workplace during local and nationwide Employment Fairs.

*Piotr Ciochoń na Konferencji
InterNanoPoland 2021*

*Piotr Cichoń na konferencji
InterNanoPoland 2021*



*Małopolska Noc Naukowców 2019
w Centrum SOLARIS*

*Małopolska Researchers' Night at
SOLARIS Centre*

fot./photo: Agata Chreścianek



*Fot./photo: Agata
Chrześcijanek*



*Fot./photo: Agata
Chrześcijanek*



3

CZĘŚĆ
PART



The background of the entire page is a solid red color. Overlaid on this are numerous thin, parallel yellow lines that originate from the left edge and fan out towards the right, creating a sense of motion or acceleration. These lines are more densely packed in the upper half and become more widely spaced towards the bottom.

Akcelerator Accelerators

A solid yellow square is located in the bottom right corner of the page, positioned to the right of the main text.

Udoskonalenie źródła promieniowania synchrotronowego

Adriana Wawrzyniak

Parametry źródła promieniowania synchrotronowego

Źródło promieniowania synchrotronowego SOLARIS (Rys.1) obejmuje:

- system akceleratora liniowego z działem elektro-
nowym wysokiej częstotliwości i wertykalną linią
transferową typu 'dog-leg', który wstępnie przy-
spiesza wiązkę elektronową do energii 536 MeV,
- pierścień akumulacyjny o obwodzie 96 m z ukła-
dem 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. Parametry wiązki elektronowej krążącej w pierścieniu akumulacyjnym zaprojektowane oraz zmierzone zestawiono w Tabeli 1. Co rocznie w synchrotronie przeprowadzane są prace rozwojowe nad ulepszaniem źródła promieniowania synchrotronowego, aby osiągać jeszcze lepsze wyniki i bardziej stabilne warunki pracy.

Rysunek 1. Schemat źródła promieniowania synchrotronowego SOLARIS.

Figure 1. Scheme of SOLARIS light source.

An improvement of the synchrotron radiation source

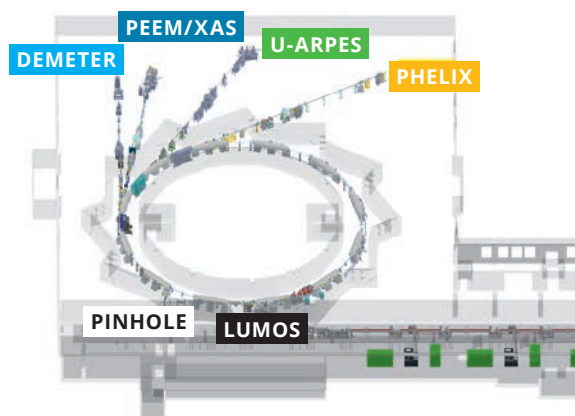
Adriana Wawrzyniak

Parameters of the synchrotron radiation source

The SOLARIS light source (Fig.1) consists of:

- a linear accelerator system with a high-frequency electron gun and a vertical dog-leg type transfer line, which initially accelerates the electron beam up to the energy of 536 MeV,
- a 96 m storage ring with 12 double bend achromatic cells and maximum energy of 1.5 GeV.

Excellent beam performance results, close to the designed ones, have been achieved since the synchrotron began its operation in 2015. Designed and measured parameters of the electron beam circulating in the storage ring are summarised in Table 1. Each year the synchrotron team conducts development works to improve the source of synchrotron radiation and thus achieve better results and more stable operating conditions.



PARAMETR / PARAMETER	ZAPROJEKTOWANY / DESIGNED	ZMIERZONY / MEASURED
Energia / Energy	1.5 GeV	1.45 ±0.05 GeV
Prąd maksymalny/prąd pracy Max. current/operation current	500 mA	500 mA/400 mA (op)
Harmoniczna / Harmonic number	32	32
Naturalna emitancja / Natural emittance	5.982 nmrad	7.5 ±1.5 nmrad
Sprężenie / Coupling	1%	0.83%
Dostrojenie / Tune vx, vy	11.22, 3.15	11.22, 3.15
Chromatyczność skorygowana / Corrected chromaticity ξx, ξy	+2, +2 ; +1, +1	+1.4, +1.6; +0.9, +0.9
Strata energii/obieg / Energy loss/turn	114.1 keV	103.7 ±12.3 keV
Akceptancja pędu / Momentum acceptance	4%	3.7 ± (0.3)%
Faza synchroniczna / Synchronous phase	168°	167.4° ± 2.7°
Dostrojenie synchrotronowe / Synchrotron tune	0.00239	0.00228
Akceptancja fizyczna (horyzontalna/wertykalna) / Physical acceptance horizontal/vertical	18/4 mmrad	15.68/3.77 mmrad
Czas życia / Lifetime	13 h	15 h

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

Table 1. Parameters of the electron beam in the SOLARIS storage ring.

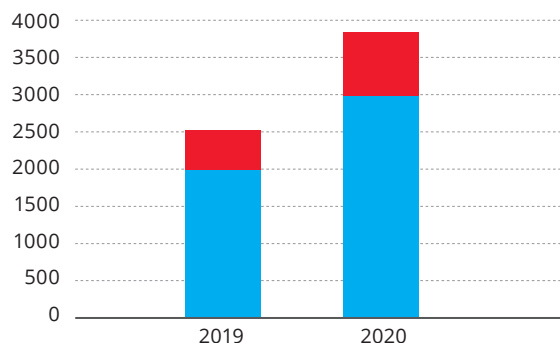
Działanie synchrotronu SOLARIS w latach 2019–2020

W latach 2019–2020 czas pracy synchrotronu SOLARIS przeznaczony był głównie dla linii badawczych. Na Rys. 2 zilustrowano rozkład czasu badawczego przeznaczonego dla linii pomiarowych oraz na rozwój i optymalizację parametrów synchrotronu.

Całkowity czas pracy z wiązką w 2019 roku wynosił 2530 godzin, z czego 2008 godz. przeznaczonych było dla linii eksperymentalnych, a 522 godz. na rozwój i poprawę parametrów akceleratorów. W 2020 roku zaplanowane zostało 4022 godz. na pracę z wiązką w synchrotronie SOLARIS, co stanowi zwiększenie czasu badawczego o 40% w stosunku do poprzedniego roku. Czas badawczy został wydłużony z 16 do 24 godzin na dobę oraz poszerzony o dodatkowy dzień pomiarowy. Zatem wiązka dostępna była 5 dni w tygodniu (od wtorku do soboty). Poniedziałki przeznaczone były na rozwój i utrzymanie akceleratorów. Jednakże ze względu na pandemię wywołaną przez COVID-19 czas badawczy został zredukowany o 5%, co było związane z całkowitym wyłączeniem synchrotronu i brakiem Użytkowników w okresie wiosennym. W rezultacie w 2020 roku 3044 godzin zostało przydzielone na linie pomiarowe natomiast 834 godz. – na rozwój i poprawę parametrów akceleratorów. Ponadto 488 godz. w 2019 r. oraz 528 godz. w 2020 roku przeznaczono na prace konserwacyjne, utrzymaniowe i instalacyjne w okresach wyłączeniowych synchrotronu. Dzięki

Operation of the SOLARIS synchrotron in 2019 and 2020

In 2019 and 2020, the SOLARIS synchrotron operation was mainly dedicated to the beamlines. The distribution of beamtime for the experimental beamlines and the development and optimisation of synchrotron parameters is presented in Fig. 2. The total beamtime in 2019 equalled 2530 hours, of which 2008 hours were intended for beamlines, whereas 522 hours were spent on the development and improvement of accelerator parameters. In 2020 the beamtime was increased by 40% compared to the previous year, with 4022 hours of operations planned. The beamtime was extended from 16 to 24 hours a day, and an additional measurement day was added. Thus, the beam was available five days a week (from Tuesday to Saturday). Mondays were devoted to the development and maintenance of the accelerators. However, due to the COVID-19 pandemic, the beamtime was reduced by 5%. The decrease was due to a complete synchrotron shutdown and a lack of Users in the spring. As a result, in the year 2020, 3044 hours were allocated to beamlines and 834 hours to develop and improve the accelerator's parameters. Besides, 488 hours in 2019 and 528 hours in 2020 were allocated for maintenance and installation works during synchrotron shutdowns. Thanks to the development and regular maintenance, in 2019 and 2020 the facility's beam availability amounted to 91.9% (an improvement by



■ Czas dla Użytkowników / User operation
 ■ Rozwój akceleratora / Accelerator's development

Rysunek 2. Całkowity czas pracy synchrotronu w latach 2019–2020 z podziałem na czas badawczy przeznaczony dla linii pomiarowych (niebieski) oraz na rozwój i optymalizację parametrów synchrotronu (pomarańczowy).

Figure 2. Total beamtime in 2019 and 2020 divided into beamtime dedicated for experimental beamlines (blue) and accelerator development and optimisation (orange).

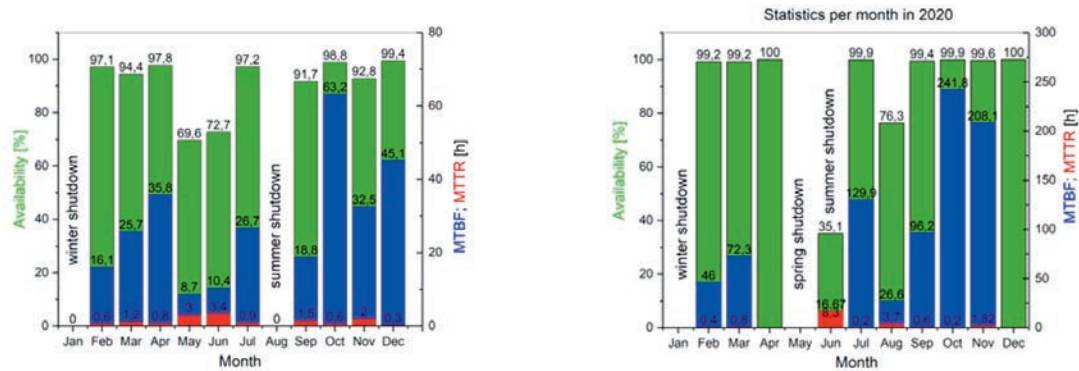
wszelkim pracom rozwojowym oraz utrzymaniowym w roku 2019, dostępność wiązki w ośrodku wyniosła 91.9% (poprawa o 1.5% w stosunku do poprzedniego roku), natomiast w roku 2020 – 93%. Średni czas pomiędzy utratami wiązki (MTBF) w roku 2019 wynosił 22.8 godz., co stanowi 39.9 procentową poprawę w stosunku do ubiegłego roku, natomiast w roku kolejnym został wydłużony do 76 godz. Średni czas naprawy i odzyskania wiązki (MTTR) w obu latach wyniósł poniżej 4 godzin. Statystyczne zestawienie powyższych danych zostało przedstawione w Tabeli 2. Dostępność wiązki elektronowej w poszczególnych miesiącach przedstawiona jest na Rysunku 3. Można zaobserwować, że w większości miesięcy dostępność wynosiła powyżej 90%, a tylko w czterech miesiącach w przeciągu tych 2 lat była znacząco niższa, co wynikało z poważnych awarii podsystemów synchrotronu, które wymagały dłuższego czasu naprawy.

1.5% compared to the previous year) and 93%, respectively. The mean time between failures (MTBF) in 2019 was 22.8 hours, a 39.9% improvement compared to the previous year. In the following year, it was extended to 76 h. The mean time to recover (MTTR) in both years was less than 4 hours. The details of the statistical data are presented in Table 2. The availability of the electron beam in particular months is illustrated in Fig 3 (a&b). As shown, the beam availability in most months was above 90%. During the period of two years, it was significantly lower only in four months due to severe failures of the synchrotron subsystems that required a longer repair time.

	CAŁKOWITY CZAS [H] TOTAL BEAMTIME [H]	DOSTĘPNOŚĆ [%] AVAILABILITY [%]	MTBF [H]	MTTR[H]
2019	2530	91.9	22.8	1.7
2020	3868	93.0	76.0	3.6

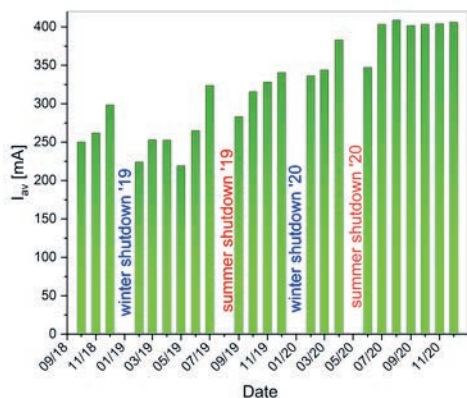
Tabela 2. Dane statystyczne działalności synchrotronu SOLARIS.

Table 2. Statistics of the SOLARIS synchrotron operations.



Rysunek 3. Dostępność wiązki elektronowej oraz średni czas między utratą wiązki (MTBF) i średni czas powrotu do operacji (MTTR) w poszczególnych miesiącach w roku 2019 oraz 2020.

Figure 3. Availability of the electron beam together with the mean time before failures (MTBF) and mean time to recover (MTTR) plotted per month in 2019 and 2020.

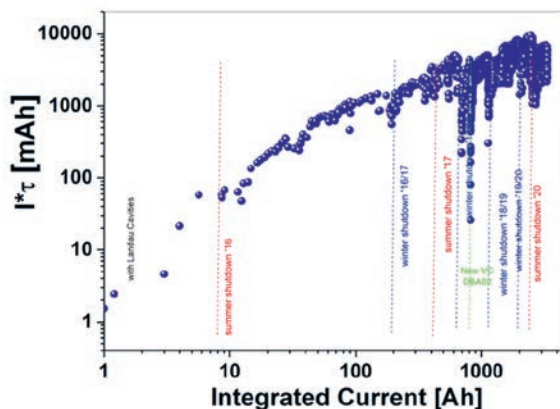


Rysunek 4. Prąd wiązki dostarczany dla Użytkowników w poszczególnych miesiącach od początku obsługi Użytkowników (2018–2020).

Figure 4. Beam current delivered to the Users per month from the beginning of the User operation (2018–2020).

Rysunek 4 przedstawia rozkład średniego prądu dostarczanego dla Użytkownika w poszczególnych miesiącach w latach 2018–2020. W przeciągu tego okresu nastąpił znaczący wzrost prądu dostarczanego dla Użytkowników z 250 mA na 400 mA. Natomiast czas życia wiązki nie zmieniał się znacząco w ostatnich dwóch latach, co świadczy o postępującym kondycjonowaniu systemu próżniowego pierścienia synchrotronu, czego odpowiednikiem jest niski poziom ciśnienia panującego w komorach. Na Rysunku 5 zaprezentowano zależność prądu zintegrowanego w pierścieniu akumulacyjnym w funkcji iloczynu prądu wiązki (I) i jej czasu życia (τ) od początku działania synchrotronu do końca 2020 roku. Można zauważyć, że wraz z ilością prądu zakumulowanego iloczyn ten wzrastał wraz ze zintegrowanym prądem, przy czym dla wartości ok. 500 Ah ulegał stabilizacji (6Ah).

Figure 4 shows the distribution of the average current delivered to the User in the individual months in the years 2018–2020. During this period, there was a significant increase in the current supplied to Users from 250 mA to 400 mA. On the other hand, the beam lifetime did not change significantly over those three years, proving that the vacuum chambers in the synchrotron storage ring were well-conditioned. 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 2020. It can be seen that the beam current lifetime product increased with the integrated current and it reached the stabilised value of 6Ah at approx. 500 Ah of accumulated current in storage ring.

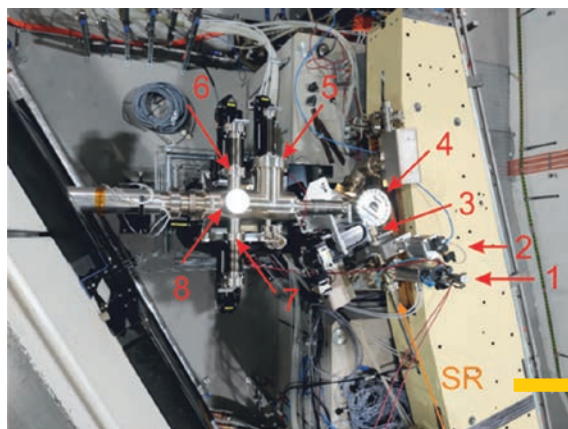


Rysunek 5. Prąd zintegrowany w pierścieniu akumulacyjnym w funkcji iloczynu prądu wiązki i jej czasu życia.

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

Instalacja i uruchomienie linii diagnostycznej LUMOS

W latach 2019–2020 zainstalowano a następnie uruchomiono drugą linię diagnostyczną LUMOS, działającą w zakresie promieniowania widzialnego. Instalacja w pierścieniu akumulacyjnym SOLARIS miała miejsce latem 2019 r. podczas letniego okresu wyłączeniowego synchrotronu. Pozostała część linii wraz z konstrukcją, budową klatki optycznej oraz instalacją komponentów optycznych została zakończona w roku 2020. Pierwsze światło widzialne zostało zaobserwowane zimą 2019 r. Linia LUMOS posiada podobną konfigurację do linii działającej w ośrodku MAX IV Laboratory w Lund, Szwecja. Widok z góry linii diagnostycznej LUMOS przedstawiono na Rysunku 6.



Installation and commissioning of the LUMOS diagnostic beamline

In the years 2019 and 2020, the LUMOS diagnostic beamline that operates in the visible radiation range has been installed and commissioned. The part of the installation that took place in the SOLARIS storage ring was held during the summer shutdown period of 2019. The rest of the installation, including the construction of the optical hutch and the installation of optical components, was completed in 2020. The first visible light was observed in the winter of 2019. The LUMOS beamline has a similar configuration to the beamline operating at MAX IV Laboratory in Lund, Sweden. The top view of the LUMOS diagnostic beamline is shown in Fig 6.

Rysunek 6. Linia diagnostyczna LUMOS – widok z góry

1 – absorber, 2 – zawór, 3 – absorber „zimny palec”, 4 – komora lustra, 5 – soczewka, 6 i 7 – układ przesłon ruchomych, 8 – układ szczelin

Figure 6. New diagnostic beamline LUMOS – top view

1 – absorber, 2 – valve, 3 – cold finger unit, 4 – mirror chamber, 5 – lens unit, 6 and 7 – baffle units, 8 – obstacle unit

Linia LUMOS została zainstalowana na magnesie zakrzywiającym w sektorze 12 pierścienia akumulacyjnego. Najważniejszym elementem nowej linii jest zwierciadło służące do odbijania części promieniowania synchrotronowego w zakresie widzialnym i ultrafioletu (UV). Zwierciadło wykonane z węglika krzemu (SiC) ma wysokość 40 mm, szerokość 100 mm i specyfikację płaskości powierzchni $\lambda/10$ przy 633 nm. Odległość od środka magnesu zakrzywiającego do zwierciadła wynosi 2.5 m. Przed zwierciadłem umieszczony jest poziomy absorber (absorber

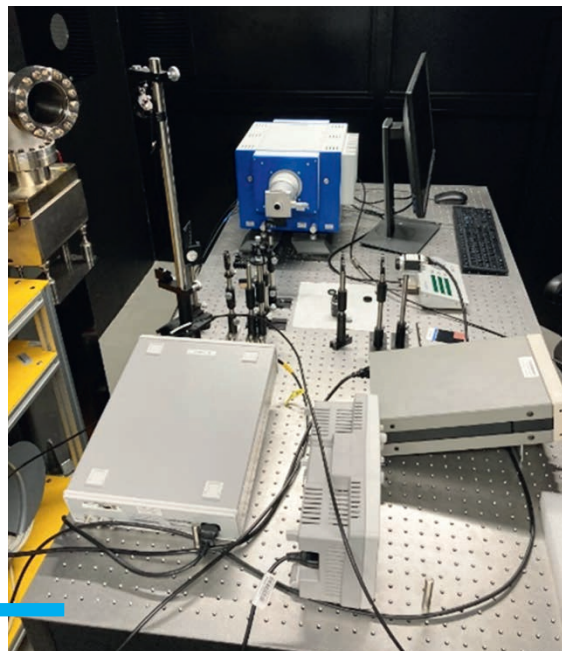
The LUMOS beamline has been installed on a bending magnet in section 12. The new beamline's most crucial element is a mirror reflecting the synchrotron radiation in the visible and ultraviolet (UV) range. The mirror is made of silicon carbide (SiC) and has a height of 40 mm, a width of 100 mm, and a surface flatness specification of $\lambda/10$ at 633 nm. The mirror is placed at 2.5 m from the centre of the bending magnet. A horizontal absorber ("cold finger" absorber) is placed in front of the mirror. It absorbs most of the synchrotron light, including X-rays, and protects the mirror from

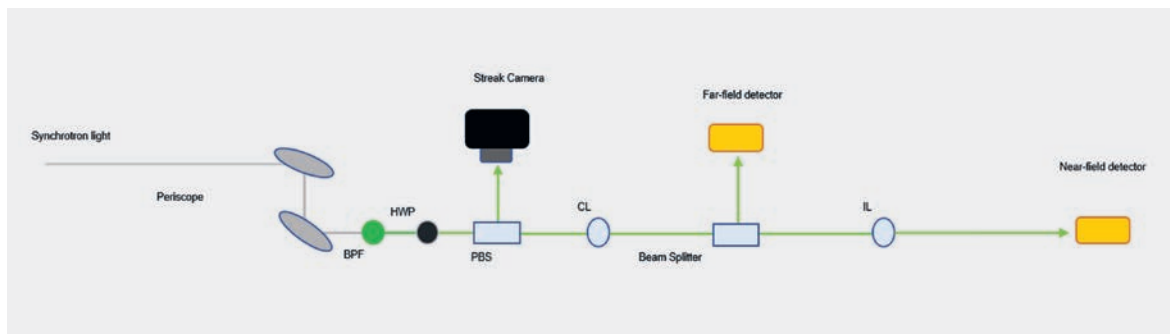
„zimnego palca”), który pochłania większość światła synchrotronowego, w tym promieniowanie rentgenowskie oraz chroni lustro przed nadmiernym obciążeniem cieplnym. Zwierciadło płaskie odbija światło widzialne pod kątem 120° . Światło przechodzi przez płasko-wypukłą soczewkę umieszczoną 3 m od źródła. W pobliżu soczewki zamontowano dwie ruchome przesłony poziome, a za nimi szczeliny dyfrakcyjne. Światło widzialne następnie kierowane jest przez okno oddzielające układ wysokiej próżni od powietrza i kierowane jest do układu optycznego, zamontowanego na stole optycznym w klatce eksperymentalnej na zewnątrz tunelu pierścienia. Układ ten obejmuje peryskop, filtr pasmowy (*ang. Beam Pass Filter, BPF*) przepuszczający odpowiednie pasmo promieniowania widzialnego, płytkę półfalową (*ang. Half-WavePlate, HWP*), polaryzacyjny rozdzielacz wiązki (*ang. Polarizing Beam Splitter, PBS*). Za pomocą polaryzacyjnego rozdzielacza wiązki część promieniowania trafia do kamery smugowej firmy Optronis SC-10, która pozwala na pomiar długości wiązki, a część kierowana jest przez soczewki skupiające (*ang. Collimator Lens, CL*) do kolejnego rozdzielacza wiązki. Kolejny rozdzielacz wiązki kieruje część promieniowania do detektora jakim jest kamera CCD (*ang. Charge Coupled Device*) w celu dokonania pomiaru rozmiarów poprzecznych wiązki w układzie dalekiego oraz bliskiego pola przy zastosowaniu soczewki do obrazowania (*ang. Imaging Lens, IL*). Zdjęcie układu optycznego przedstawione jest na Rysunku 7, a schemat na Rysunku 7a.

excessive heat load. A flat mirror reflects the visible light at an angle of 120° . The light passes through a flat-convex lens located 3 m from the source. There are two movable, horizontal baffles near the lens, and behind them, a set of diffraction slits. Visible light is then directed through the window that separates the high vacuum system from the air and further directed to the optical system mounted on the optical table in the experimental hutch outside of the ring tunnel. The optical system includes the periscope, bandpass filter (BPF) passing the appropriate band of visible radiation, half-wave plate (HWP), and polarisation beam splitter (PBS), which redirects part of the radiation to the Optronis SC-10 streak camera (measurement of the bunch length). The rest of the radiation is guided through the focusing lenses (CL) to the next beam splitter, which steers part of the beam to the detector (CCD camera) for the transversal size measurements in the far and near field system using an imaging lens (IL). Schematics and a photograph of the optical system are shown in Fig. 7 and 7a.

Rysunek 7. Zdjęcie układu optycznego zamontowanego w klatce eksperymentalnej.

Figure 7. Photograph of the optical setup installed in the experimental hutch.



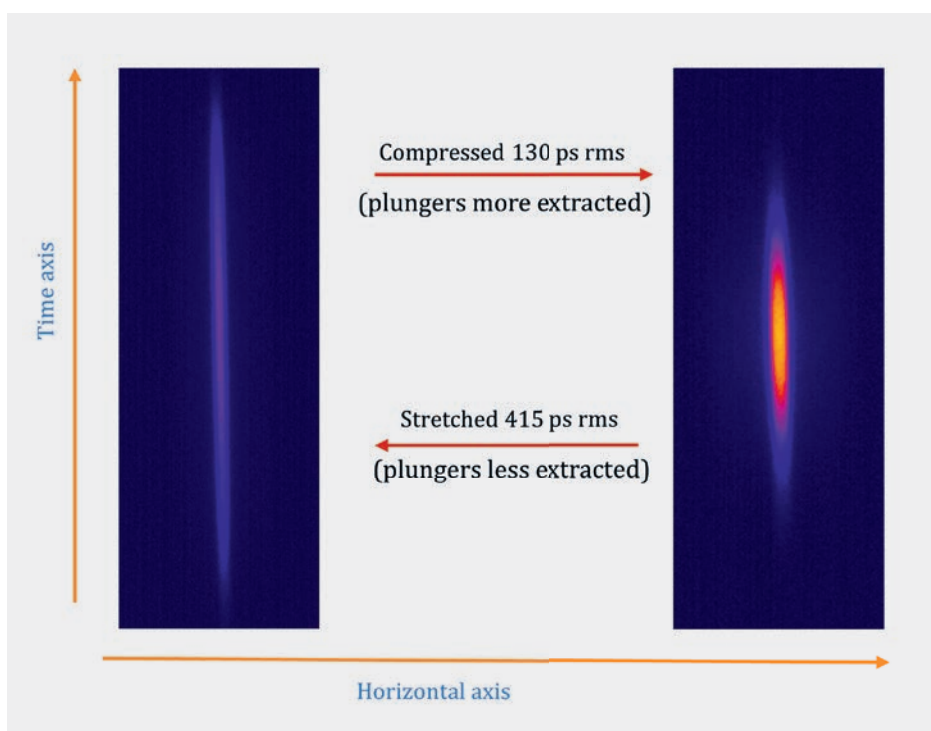


Rysunek 7a. Schemat układu optycznego zamontowanego w klatce eksperymentalnej.

Figure 7a. Schematics of the optical setup installed in the experimental hut.

Linia LUMOS umożliwia szeroki zakres pomiarów optycznych w zakresie promieniowania widzialnego oraz bliskiego UV, z których uzyskać można m.in. informacje o profilu poprzecznym i podłużnym wiązki z bardzo dobrą rozdzielczością. Przykładowe pomiary długości wiązki w synchrotronie SOLARIS przedstawione są na Rysunku 8.

The LUMOS beamline provides access to a wide range of optical measurements giving information about the transversal and longitudinal bunch profile observed with excellent resolution in the visible and UV range. Examples of a bunch length measurements in the SOLARIS synchrotron are shown in Figure 8.



Rysunek 8. Pomiar długości wiązki przy zestrojonych wnękach Lanadua (130 ps rms) oraz odstrojonych wnękach (415 ps rms).

Figure 8. Measurement of the beam length using tuned (130 ps rms) and detuned (415 ps rms) Landau cavities.

Poprawa stabilności wiązki elektronowej

W latach 2019–2020 przeprowadzono prace modernizacyjne związane z poprawą korekcji orbity. Zaktualizowane zostało oprogramowanie oraz system operacyjny na urządzeniach elektronicznych służących do odczytu pozycji wiązki Libera Brilliance+ w pierścieniu akumulacyjnym. Ponadto, serwery tych urządzeń zostały zastąpione nowymi. Wpłynęło to na znacznie lepszą komunikację między systemem kontroli a urządzeniami, a co za tym idzie stabilniejszą pracę tych urządzeń. W następnej kolejności wdrożono nowy skrypt napisany w środowisku Python do korekcji orbity. Ponadto, wiele pracy włożono w rozwój graficznych interfejsów Użytkownika (GUI) dla elektroniki Libera Brilliance+ pozwalających na zarządzanie i wizualizację statusów tej diagnostyki, co usprawniło szybkość wykrywania problemów i skróciło czas reakcji przez operatorów. Te działania doprowadziły do eliminacji problemu częstych wyłączeń systemu oraz znaczącej poprawy stabilności wiązki.

W pierścieniu zainstalowane są trzy urządzenia wstawkowe – undulatory z polaryzacją eliptyczną, jako źródła promieniowania dla linii eksperymentalnych UARPES, PHELIX i DEMETER (poprzednia nazwa XMCD). Jednakże zmiany polaryzacji oraz pola magnetycznego zaburzają orbitę wiązki elektronów, co wpływa na stabilność wiązki fotonowej. W celu zminimalizowania wpływu urządzeń wstawkowych na zaburzenia wiązki został zastosowany układ korekcji, polegający na ustawieniu odpowiedniego pola magnetycznego na cewkach korygujących w zależności od ustawienia szczeliny undulatora i jego fazy. Do wyznaczenia tych wartości należało przeprowadzić pomiary macierzy odpowiedzi w funkcji pozycji szczelin i faz undulatora i na tej podstawie obliczyć pola magnetyczne dla poszczególnych cewek korygujących. Pomiary te są czasochłonne (kilkaset punktów), dlatego opracowane zostało specjalne oprogramowanie do ich obsługi. Następnie dane te są gromadzone w tabeli, która została wdrożona do systemu kontroli undulatora. Tabele

Improvement of the electron beam's stability

In the years 2019 and 2020, modernisation works were carried out to improve the orbit correction. The firmware and operating system on the Libera Brilliance+ electronic system used to log the beam position in the storage ring have been updated. In addition, the servers of these devices have been replaced with new ones. This resulted in much better communication between the control system and devices, and thus more stable operation. A new script for orbit correction (written in Python) has been implemented as the following step. Also, a lot of work has been put into developing graphical User interfaces (GUI) for the Libera Brilliance+ electronics system allowing the management and visualisation of the diagnostics status. It improved the problem detection speed and shortened the operators' response time. These activities led to the elimination of the problem of frequent system shutdowns and a significant improvement in beam stability.

Three elliptically polarised undulators (EPU) – insertion devices – has been installed in the ring as radiation sources for UARPES, PHELIX, and DEMETER (previous name XMCD) beamlines. However, changes in the polarisation and the magnetic field of those EPUs disturb the orbit of the electron beam, which affects the photon beam's stability. In order to minimise the impact of EPU on beam disturbances, a correction system was used. It operates by setting an appropriate magnetic field on the correction coils, depending on the settings of the undulator gap and its phase. To determine the undulator gap and phase values, it was necessary to measure the response matrix as a function of the undulator's gap and phase positions. Based on that, the magnetic fields for individual correction coils were calculated. These measurements are time-consuming as several hundred measurement points are needed. Therefore special software has been developed to handle them. The data is collected in a feedforward table that has been implemented into the undulator



Widok odgórny na otwarty tunel akceleratora kołowego

Fly view at the open tunnel of the circular accelerator

korekcyjne zostały zaimplementowane dla wszystkich 3 undulatorów w ostatnich 2 latach i spowodowały znaczącą redukcję ich wpływu na położenie wiązki.

Ponadto w ostatnim czasie zainstalowano magnesy oraz zasilacze do szybkiej korekcji orbity z częstotliwością 10 kHz. W niedalekiej przyszłości zostanie wdrożony system sprzężenia zwrotnego szybkiej korekcji (FOFB), nad którym aktualnie trwają prace rozwojowe.

Celem usprawnienia przeprowadzania badań na liniach eksperymentalnych, stworzono również narzędzie monitorowania i alarmowania w przypadku niestabilności wiązki elektronowej, co pozwala na automatyczne wstrzymywanie pomiarów na liniach w przypadku niestabilności wiązki oraz ich wznowianie w przypadku poprawy stabilności.

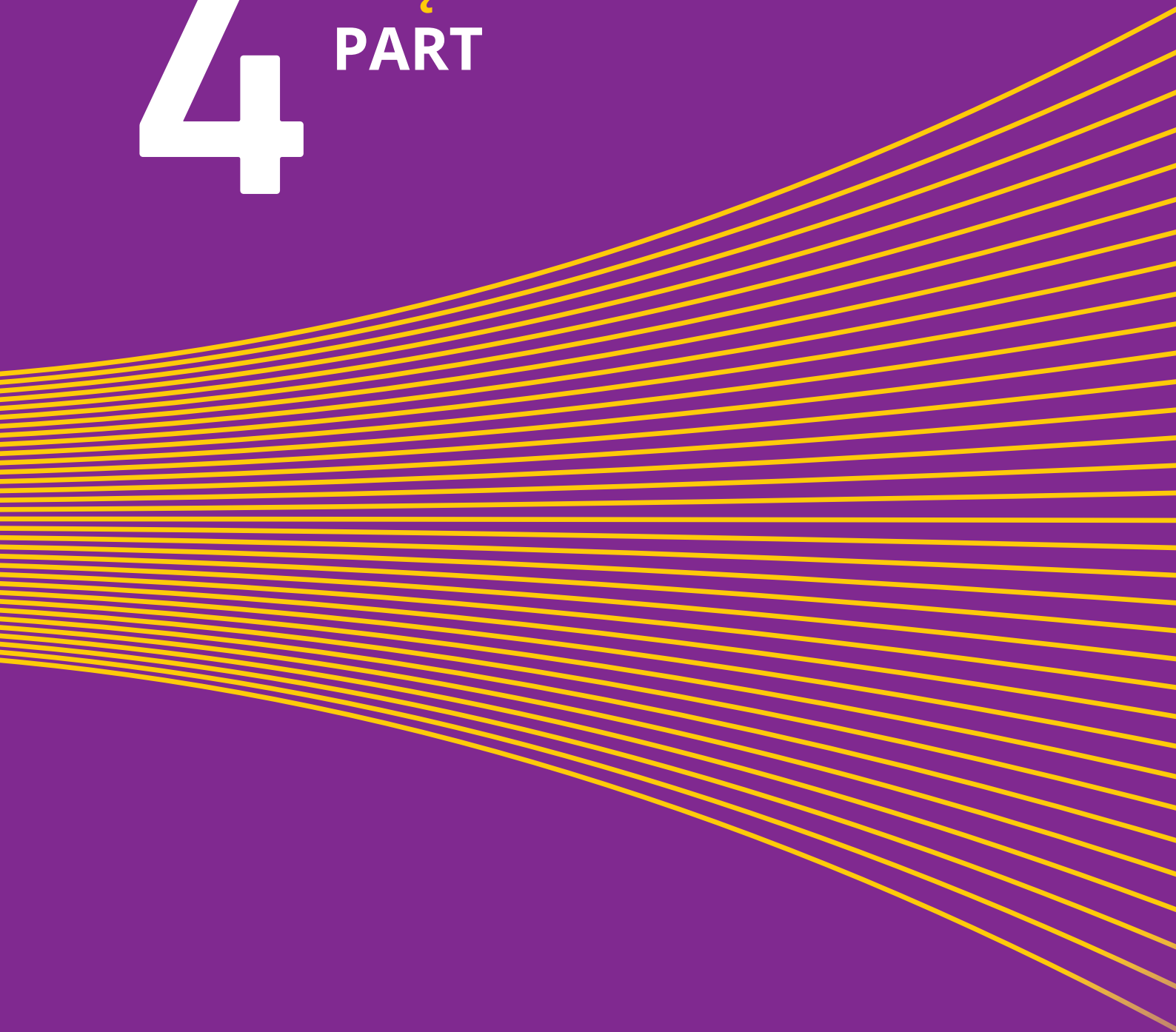
control system. Feedforward correction tables have been implemented for all three EPU's in the last two years and resulted in a significant reduction of their impact on the beam position.

Additionally, magnets and power supplies for fast orbit correction with a frequency of 10 kHz have been installed recently. In the near future, a fast orbit feedback system (FOFB) will be implemented. It is currently under development.

In order to improve the experimental work on beamlines, a monitoring and alerting tool has also been created on the off-chance of electron beam instability. This tool automatically suspends measurements on the experimental end stations when the beam instability is detected and resumes the measurements when stability improves.

4

CZĘŚĆ
PART





**Współpraca
krajowa
i zagraniczna**

**National and
international
cooperation**

Współpraca krajowa

Emilia Król

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS współpracuje z wieloma instytucjami, organizacjami oraz uczelniami, co pozwala na dalszy rozwój infrastruktury ośrodka i możliwość wymiany doświadczeń w różnych obszarach naukowych.

- Zespół SOLARIS od wielu lat współpracuje z naukowcami z jednostek naukowych **Akademickiego Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH, Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera oraz Wydziałem Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH**. Dzięki podpisanemu porozumieniu wspólnie udało się uruchomić linię PEEM/XAS oraz w dalszym ciągu dbać o rozwój obu stacji pomiarowych. Osoby delegowane z tych instytucji uczestniczą i pomagają także realizować eksperymenty przeprowadzane na stacjach końcowych przez badaczy z innych ośrodków.
- Ważnym partnerem jest **Małopolskie Centrum Biotechnologii UJ**, dzięki któremu pod dachem SOLARIS możliwe było powstanie Krajowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej. Owocna współpraca z MCB w 2020 roku pozwoliła pozyskać dofinansowanie unijne na zakup drugiego kriomikroskopu elektronowego klasy GLACIOS. Jest on komplementarny do działającego już od 2019 r. mikroskopu Titan Krios G3i.

National cooperation

Emilia Król

The SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre (NSRC SOLARIS) cooperates with multiple organisations and universities, allowing for the continued development of the centre's infrastructure. The cooperation opens a possibility for an exchange of experiences in various scientific fields.

- The SOLARIS team since many years is in close collaboration with scientists from **Academic Centre for Materials and Nanotechnology of AGH University of Science and Technology, the Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry of Polish Academy of Sciences and Faculty of Physics and Applied Computer Science of AGH**. Thanks to the signed agreement, it was possible to jointly commission the PEEM/XAS beamline and continuously take care of both end stations development. Scientists from the above institutions participate and help in experiments performed at the beamline by scientists from other universities.
- **Małopolska Centre of Biotechnology** is an important partner that enabled the creation of the National Cryo-Em Centre. The successful cooperation resulted in purchasing the second cryo-electron microscope of the GLACIOS class, co-financed by the European Union. The new device is complementary to the Titan Krios G3i microscope, which has been operational since 2019.

- Zespół SOLARIS jest także zaangażowany w powstanie infrastruktury badawczej przy **Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku** pod Warszawą. Jesteśmy jednym z partnerów projektu budowy polskiego lasera na swobodnych elektronach – PoFEL. Liderem konsorcjum jest NCBJ w Świerku.
- Ośrodek SOLARIS od wielu lat blisko współpracuje z **Polskim Towarzystwem Promieniowania Synchrotronowego**. Dzięki staraniom środowiska naukowego zrzeszonego w PTPS w 2010 roku rozpoczęła się budowa synchrotronu SOLARIS w Krakowie. Owocem tej wieloletniej współpracy była w 2020 r. wspólna organizacja pierwszego w historii spotkania Użytkowników synchrotronu oraz członków Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego, pn.: *Joint Meeting of Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Users*.
- **Polskie Towarzystwo Fizyczne** od 2015 roku jest oficjalnym patronem NCPS SOLARIS. Towarzystwo popularyzuje SOLARIS w środowisku fizyków, promuje SOLARIS na arenie międzynarodowej, upowszechnia metody i techniki badawcze oferowane przez synchrotron.
- W promocji synchrotronu wśród przedsiębiorców pomaga także **Fundacja Wspierania Nanonauk i Nanotechnologii NANONET**. Integruje instytucje zainteresowane szeroko pojętą nanotechnologią: przedsiębiorców, naukowców, parki naukowo-technologiczne, centra nauki czy koła naukowe.
- The SOLARIS team is involved in developing the research infrastructure of the **National Centre for Nuclear Research (NCNR)** in Świerk near Warsaw. We are one of the partners in the project of creating the Polish free-electron laser – PoFEL. NCNR is the leader of the consortium.
- SOLARIS maintains a close collaboration with the **Polish Synchrotron Radiation Society (PSRS)**. The scientific community's efforts centred around PSRS were essential for the construction of the SOLARIS synchrotron (started in 2010). This long-term partnership resulted in the joint preparation of the first meeting of synchrotron Users and PSRS members titled *Joint Meeting of Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Users*.
- **Polish Physical Society** has been an official patron of the NSRC SOLARIS since 2015. The Society popularises SOLARIS among physicists, promotes it abroad, and disseminates the methods and research techniques offered by the synchrotron.
- **Foundation of Nanotechnology and Nanoscience Support NANONET** helps in promoting the synchrotron among business. The Foundation integrates institutions interested in nanotechnology: business, scientists, science and technology parks, science centres, and science clubs.

Współpraca międzynarodowa

Katarzyna Bester-Ostrowska

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS współpracuje z wieloma zagranicznymi instytucjami w ramach wspólnych przedsięwzięć i projektów. Centrum reprezentuje również polską naukę będąc członkiem największych, międzynarodowych konsorcjów infrastruktur badawczych.

International cooperation

Katarzyna Bester-Ostrowska

The National Synchrotron Radiation Centre SOLARIS cooperates with many foreign institutions through joint ventures and projects. The Centre also represents Polish science by being a member of the largest international consortia of research infrastructure.

KONSORCJA



LEAPS (the League of European Accelerator based-Photon Sources): to partnerstwo europejskich ośrodków synchrotronowych oraz jednostek badawczych dysponujących laserami na swobodnych elektronach. Strategia LEAPS przewiduje doskonalenie technologii stosowanych przez akceleratorowe źródła światła, a także doskonalenie technik eksperymentalnych, detektorów i systemów kontrolno-pomiarowych. LEAPS prowadzi również rozmowy dotyczące uwzględnienia potrzeb finansowych dużych infrastruktur badawczych przy tworzeniu programów i projektów firmowanych przez Komisję Europejską.

www.leaps-initiative.eu

CONSORTIA

LEAPS (the League of European Accelerator-based Photon Sources): is a partnership of synchrotron centres and research facilities that use free-electron lasers. The LEAPS strives to improve the technologies used by light source accelerators and refine experimental techniques, detectors, and control and measurement systems. The organisation is also in the process of negotiations regarding the acknowledgement of the needs of large research infrastructure in the planning and implementation of programs and projects supported by the European Commission.

www.leaps-initiative.eu

CERIC

Central European
Research Infrastructure
Consortium

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. Polska została pełnoprawnym członkiem CERIC-ERIC 1 marca 2016 r., udostępniając społeczności naukowej synchrotron SOLARIS, a od 2018 roku również mikroskop cryo-EM. Dyrektor NCPS SOLARIS pełni funkcję zastępcy przewodniczącego Zgromadzenia Walnego członków CERIC-ERIC.

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 facilities, research is conducted on materials using photons, electrons, neutrons, and ions. Researchers can use the CERIC-ERIC infrastructure free of charge. Calls for applications take place twice a year. Poland became a fully-fledged member of CERIC-ERIC on 1st March 2016, making the SOLARIS synchrotron available for the scientific community. The Director of NCPS SOLARIS is the deputy chairman of the General Assembly of CERIC-ERIC members.

www.ceric-eric.eu

TANGO

TANGO CONTROLS: konsorcjum zrzeszające 10 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, which deals with developing the control system of the same name. The Tango Controls system is open-source software published under the GPL and LGPL licenses. The system 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 infrastruktur badawczych 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, inżynierię 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 „Horyzont Europa”. 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.

<https://arie-eu.org/>

ARIEs (The Analytical Research Infrastructures of Europe): 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 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 made possible by their collective 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. The SOLARIS Centre is involved in the consortium projects as a member of the LEAPS group.

<https://arie-eu.org/>



GCASC (Global Cooperation Alliance of Science Centers) to sojusz centrów nauki, laboratoriów narodowych i miast naukowych na całym świecie. Jest ważną platformą wielostronnej współpracy między członkami. Utworzenie GCASC wpisuje się w światowy trend stale zacieśniającej się, transgranicznej współpracy akademickiej. Celem sojuszu jest odegranie ważnej roli w budowaniu międzynarodowej społeczności naukowej i technologicznej. Centrum SOLARIS jako członek sojuszu wspiera swoją fachową wiedzę i szerokim doświadczeniem budowę chińskiego synchrotronu – High Energy Photon Source (HEPS), który stanowić będzie część planowanego miasta naukowego Huairou Science City powstającego się w Pekinie.
<http://english.basic.cas.cn/gcasc/>

GCASC (Global Cooperation Alliance of Science Centers) is an alliance of science centers, national laboratories and science cities around the world. It is an important platform for multilateral collaboration among members. The establishment of GCASC is a demonstration of the worldwide trend of ever-strengthening cross-border academic cooperation. The goal of the Alliance is to play an important role in building an international scientific and technological community. The SOLARIS Centre as a member of the alliance is supporting by the expertise and the wide experience the construction of the China's synchrotron – High Energy Photon Source (HEPS) being a part of the planned Huairou Science City being created in Beijing.
<http://english.basic.cas.cn/gcasc/>



Spotkanie założycielskie Global Cooperation Alliance of Science Centers, 17 października 2019, Pekin, Chiny

Global Cooperation Alliance of Science Centers establishment meeting, 17th October 2019, Beijing, China

PLATFORMY



LIGHTSOURCES.ORG: konsorcjum i globalna platforma internetowa powstała dzięki współpracy specjalistów do spraw komunikacji z wielu ośrodków dysponujących źródłami światła. Skupia 21 centrów synchrotronowych oraz sześć jednostek z laserami na swobodnych elektronach, reprezentujących 22 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.

www.lightsources.org

Lightsources.org: this consortium and the global web platform is the result of a collaboration between communication specialists from light source facilities around the world. This platform groups 21 synchrotrons and 6 FEL facilities representing 22 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, along 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 available for engineers and scientists.

www.lightsources.org



WAYFORLIGHT.EU: Europejska platforma internetowa powstała w ramach projektu CALIPSO, aby zapewnić wspólny punkt dostępu do informacji o europejskich synchrotronach i laserach na swobodnych elektronach. Platforma internetowa zawiera szczegółowe profile i dane techniczne europejskich laboratoriów. Informacje ujęte są w ustandaryzowanych arkuszach danych dotyczących poszczególnych urządzeń oraz danych linii badawczych. Platforma zawiera również pilotażowy, standardowy format aplikacji o czas badawczy. Ponadto, można znaleźć na niej sekcję poświęconą branży przemysłowej oraz interaktywne forum Użytkowników. Oddzielna sekcja zawiera informacje o nadchodzących szkoleniach w europejskich źródłach światła.

<https://www.wayforlight.eu/en/>

WAYFORLIGHT.EU: European web platform was created under the project CALIPSO to offer an 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 beamline is available in standardised datasheets. The website also contains a pilot Standardised Proposal Format. Moreover, there is an industry-dedicated section and an interactive User forum. The separate section offers an overview of the upcoming training possibilities at the European light sources.

<https://www.wayforlight.eu/en/>

PROJEKTY

PROJECTS

**Sylinda**

Pełna nazwa: Synchrotron Light Industry Applications

Czas trwania: 1 stycznia 2021 – 1 stycznia 2023

Lider: NCPS SOLARIS

Partnerzy: Synchrotron ALBA (Hiszpania), Hochschule Niederrhein (Niemcy), Uniwersytet w Bonn (Niemcy)

Głównym założeniem projektu jest zachęcenie przedstawicieli przemysłu do korzystania z infrastruktury badawczej opartej na zastosowaniu promieniowania synchrotronowego. Jego kluczowym celem jest budowa, we współpracy z niemieckim partnerem Hochschule Niederrhein partnerem, linii badawczej SOLABS. Linia będzie wykorzystywana do prowadzenia pomiarów metodą spektroskopii absorpcyjnej promieniowania rentgenowskiego (X-ray absorption spectroscopy). Dzięki projektowi SYLINDA stanie się unikalną infrastrukturą badawczą, umożliwiającą między innymi badania materiałów zawierających pierwiastki o niskiej liczbie atomowej (od sodu do chloru). Dodatkowo linia badawcza zostanie wyposażona w spektrometr fluorescencyjny, który w ogromnym stopniu zwiększy jej możliwości badawcze.

Ponadto w ramach projektu utworzone zostanie biuro współpracy z przemysłem. Synchrotron ALBA zorganizuje dla młodych naukowców szkołę letnią. Odbędą się również wizyty studyjne, dzięki którym kadra naukowa SOLARIS poszerzy swoją wiedzę w zakresie pozyskiwania środków na działalność badawczą, transferu technologii, współpracy z sektorem małych i średnich przedsiębiorstw, prawa własności intelektualnej oraz kontaktów z przemysłem. Zorganizowane zostaną również: warsztat dla przedstawicieli małych i średnich przedsiębiorstw oraz międzynarodowe sympozjum dla europejskiego środowiska synchrotronowego.

Sylinda

Full name: Synchrotron Light Industry Applications

Period: 1st January 2021 – 1st January 2023

Project Leader: NSRC SOLARIS

Partners: ALBA synchrotron (Spain), Niederrhein University of Applied Sciences (Germany), Bonn University (Germany)

The project's primary goal is to encourage industry to use the research infrastructure based on synchrotron radiation. Its crucial goal is to support the construction of the beamline, which is being built with the German partner – the Niederrhein University of Applied Sciences. The new beamline will be used for X-ray absorption spectroscopy measurements. Thanks to the SYLINDA project, it will become a unique research infrastructure, enabling, among other things, the testing of materials containing low Z-elements (from sodium to chlorine). Additionally, the beamline will be equipped with a fluorescence spectrometer, significantly increasing its research capabilities.

As a support tool for the project, the Industry Liaison Office will be established at SOLARIS. Moreover, the ALBA synchrotron will organise a summer school for young researchers. Short-term staff exchanges will expand the SOLARIS scientific team's knowledge of research funding, innovation transfer, cooperation with SMEs, intellectual property law, and industry services. A workshop for representatives of small and medium enterprises and an international symposium for the European synchrotron community will also be organised. At the same time, technical and scientific activities will be carried out.



Beats

Pełna nazwa: Beamline for Tomography at SESAME

Czas trwania: 1 stycznia 2018 r. – 1 stycznia 2022 r.

Lider: ESRF, the European synchrotron (France)

Partnerzy: Synchrotron SOLARIS (Polska), Synchrotron SESAME (Jordania) and the Cyprus Institute, Synchrotron ALBA-CELLS (Hiszpania), Synchrotron DESY (Niemcy), Synchrotron ELETTRA (Włochy), INFN (Włochy), PSI Paul Scherrer Institute (Szwajcaria)

Dziewięć partnerskich instytucji połączy siły tworząc podwaliny dla efektywnej i zrównoważonej operacji rozbudowy infrastruktury badawczej synchrotronu w Jordanii. Celem jest zaprojektowanie, skonstruowanie oraz uruchomienie w synchrotronie SESAME w Jordanii linii do badań tomograficznych, wykorzystującej twarde promieniowanie X-ray do wykonywania badań (X-ray full-field tomography). Inicjatywa jest finansowana z programu Unii Europejskiej Horizon 2020 w dziedzinie badań naukowych i innowacji.

Powołanie projektu BEATS stanowi nowy krok na drodze rozpoczęcia badań w pierwszym laboratorium na Bliskim Wschodzie. Synchrotron SESAME zainicjował swoje działania pod auspicjami UNESCO zanim stał się w 2004 roku niezależną, międzyrządową organizacją. Członkami SESAME są Cypr, Egipt, Iran, Izrael, Jordania, Pakistan i Turcja. Ich misją jest zapewnienie w regionie światowej klasy infrastruktury badawczej, wspierając przy tym międzynarodową współpracę naukową. Centrum SOLARIS dzięki swojej wysoko wykwalifikowanej kadrze wspiera budowę nowej linii badawczej w roli eksperta.

Beats

Full name: Beamline for Tomography at SESAME

Period: 1st January 2018 – 1st January 2022

Project leader: ESRF, the European synchrotron (France)

Partners: SOLARIS Synchrotron (Poland), SESAME Synchrotron (Jordan) and the Cyprus Institute, ALBA-CELLS Synchrotron (Spain), DESY Synchrotron (Germany), ELETTRA Synchrotron (Italy), National Institute for Nuclear Physics INFN (Italy), Paul Scherrer Institute PSI (Switzerland)

Nine partner institutes will join forces to lay the groundwork for the efficient and sustainable operation of the SESAME research infrastructure. The initiative aims to design, construct, and commence the operation of a beamline for tomography at the SESAME synchrotron in Jordan, using hard X-ray radiation to perform research (X-ray full-field tomography). The initiative is funded by the European Union's Horizon 2020 programme in the field of research and innovation.

The launch of BEATS represents a new step on the way to beginning research at the first light-source laboratory in the Middle East. SESAME was established under the auspices of UNESCO before becoming a fully independent intergovernmental organisation in 2004. SESAME Members include Cyprus, Egypt, Iran, Israel, Jordan, Pakistan, Palestine, and Turkey. Their mission is to provide a world-class research facility for the region while promoting international scientific cooperation.



CalipsoPlus

Pełna nazwa: Convenient Access to Light Sources
Open to Innovation, Science and to the World

Celem projektu jest usunięcie barier utrudniających dostęp do ośrodków synchrotronowych i dysponujących laserami na wolnych elektronach zlokalizowanych w Europie i na Bliskim Wschodzie. Innymi priorytetami przedsięwzięcia są ożywienie mniej aktywnych naukowo regionów Europy oraz inicjowanie projektów badawczych, które będą realizowane we współpracy z małymi i średnimi przedsiębiorstwami. Ponadto, partnerzy projektu promują wśród naukowców z Europy Środkowo-Wschodniej, którzy rzadziej korzystają z synchrotronów, najnowsze metody badawcze. W ten sposób integrują europejskie środowisko naukowe. Realizowany jest również program „Partnerstwo i wymiana”, dzięki któremu młodzi naukowcy mają możliwość współpracowania z doświadczonymi Użytkownikami synchrotronowymi.

Zadaniem SOLARIS w projekcie CALIPSOplus jest realizacja programu Transnational Access, umożliwiającego Użytkownikom niemal z całego świata bezpłatny i ponadnarodowy dostęp do europejskich instytutów badawczych. SOLARIS współtworzy także portal wayforlight.eu, gdzie można znaleźć aktualne informacje na temat europejskich synchrotronów oraz procedur związanych z ubieganiem się o czas badawczy.

CalipsoPlus

Full name: Convenient Access to Light Sources
Open to Innovation, Science and to the World

The project's main goal is to remove barriers hindering access to synchrotron centres and facilities with free-electron lasers located in Europe and the Near East. Other priorities of the project include boosting activity in less scientifically active regions of Europe and initiating research projects which will be accomplished in cooperation with small and medium-sized enterprises. Additionally, project partners promote the latest research methods among Central and Eastern European scientists, who use synchrotrons less frequently. In this way, the European scientific community is being integrated. Finally, a “Partnership and Exchange” programme is being realised, thanks to which young scientists have the opportunity to work together with experienced synchrotron Users.

The task of SOLARIS in the CalipsoPlus project is to realise the Transnational Access program, which facilitates free and transnational access to European research institutions for Users from nearly the entire world. SOLARIS is also taking part in the creation of the wayforlight.eu website, where current information can be found on European synchrotrons and procedures for applying for beamtime.

Współpraca z przemysłem

Piotr Ciochoń

W roku 2020 rozpoczęły się prace przygotowawcze, zmierzające do uruchomienia w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS pełnego programu współpracy z przemysłem w roku 2021.

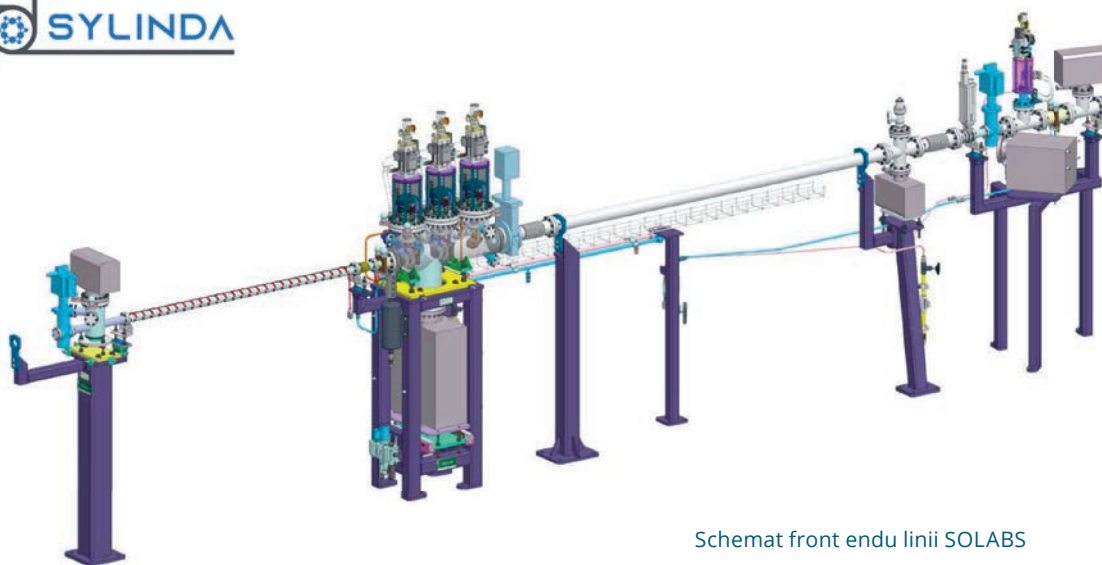
W kwietniu 2020r. Centrum otrzymało decyzję o przyznaniu finansowania w wysokości 498.225 EUR na projekt Sylinda: Synchrotron Light Industry Applications, w konkursie WIDESPREAD-05-2020 – Twinning w programie Horyzont 2020. Głównym celem projektu jest wzmocnienie potencjału SOLARIS w zakresie prowadzenia badań stosowanych i prac rozwojowych, poprzez stworzenie struktur współpracy z przemysłem. Dodatkowo, SOLARIS otrzyma również wsparcie w rozwoju budowanej linii badawczej

Industry cooperation

Piotr Ciochoń

In 2020, the National Synchrotron Radiation Centre SOLARIS began a preliminary phase of a cooperation programme with industry which will start in 2021.

In April 2020, the Centre received a grant (498,225 EUR) for the project “Sylinda: Synchrotron Light Industry Applications” submitted to the Horizon 2020 WIDESPREAD-05-2020 – Twinning call. The project’s primary goal is to increase SOLARIS capabilities in applied and industrial research by creating necessary support structures. This will allow for effective co-operation with industrial partners. Additionally, the development of the SOLABS beamline, currently under construction, will be supported to conform to the industry’s needs. The project partners are Niederrhein



Schemat front endu linii SOLABS

Front end scheme of the SOLABS beamline

SOLABS i przystosowaniu jej do potrzeb zewnętrznych partnerów. Partnerami w projekcie są: Hochschule Niederrhein, Uniwersytet w Bonn oraz synchrotron ALBA.

Ponadto została ogłoszona lista infrastruktury badawczej obecnie dostępnej w Centrum, która może być udostępniana w ramach czasu przeznaczonego na badania przemysłowe. Listę tworzą dwie uruchomione linie badawcze: linia UARPES oraz PEEM/XAS, dla których zostały przygotowane karty udostępnienia infrastruktury badawczej, zawierające cennik pomiarów. Karty zostały również przygotowane dla specjalistycznej aparatury metrologicznej pozostającej w dyspozycji Centrum.

W minionym roku została również utworzona na stronie internetowej Centrum specjalna część dedykowana współpracy z przemysłem, zawierająca podstawowe informacje o możliwościach wykorzystania promieniowania synchrotronowego, opis dostępnych metod pomiarowych oraz możliwych ścieżek uzyskania dostępu do infrastruktury badawczej. Nawiązane zostały również pierwsze kontakty z potencjalnymi Użytkownikami przemysłowymi infrastruktury badawczej Centrum.

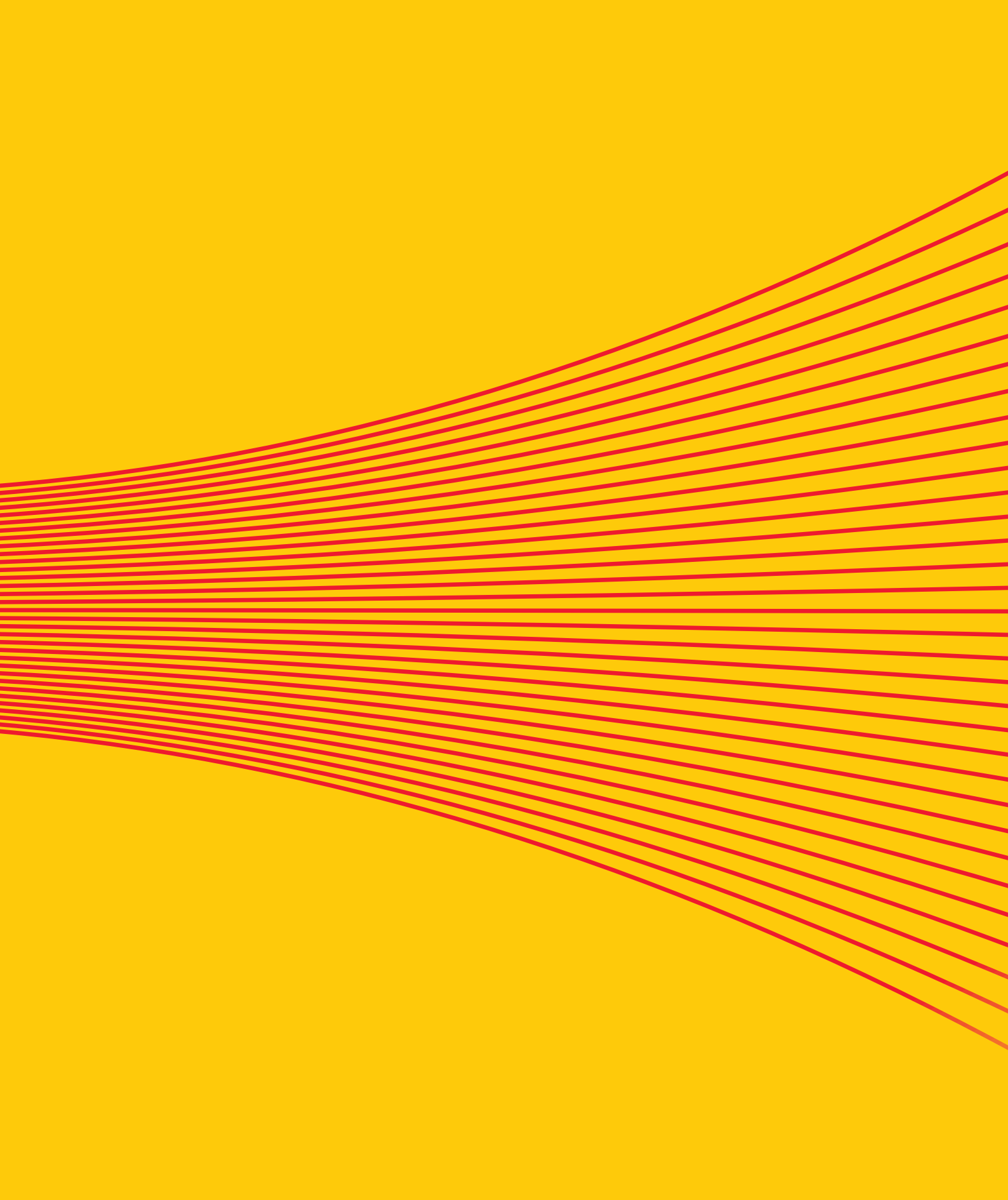
W roku 2020 zakończono podstawowe prace przygotowawcze, co pozwoli na sprawne rozpoczęcie programu współpracy z przemysłem w roku 2021.

University of Applied Sciences, University of Bonn, and the ALBA synchrotron.

Additionally, a list of research infrastructures at SOLARIS available for industrial Users has been published. The list consists of the two operational beamlines: UARPES and PEEM/XAS, as well as specialized metrology systems. Infrastructure access forms have been prepared together with the price list.

A subsection of the SOLARIS website dedicated to cooperation with industry has also been created. It includes basic information about the possibilities of using synchrotron radiation for applied research, specification of the available techniques and beamlines, and a description of access procedures for external Users. First contacts with the future industrial Users of the synchrotron have been already established.

The preliminary phase of the industry cooperation programme has been successfully completed in 2020, which allows for an effective start of the related activities planned for 2021.



**Kalendarium SOLARIS
2019–2020**

**SOLARIS timeline
2019–2020**



Kalendarium SOLARIS 2020

SOLARIS timeline 2020



Dr Sebastian Glatt w swoim laboratorium /
Dr. Sebastian Glatt in his laboratory

Grudzień 2020

December 2020

Dr Sebastian Glatt członek zespołu SOLARIS i pracownik Małopolskiego Centrum Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego (MCB UJ) otrzymuje prestiżowy Consolidator Grant ERC w wysokości niemal 2 mln euro. Jego badania przyczynią się do lepszego poznania molekularnych mechanizmów fundamentalnych procesów o wysokim znaczeniu klinicznym, które kształtują i kontrolują funkcjonowanie białek komórkowych we wszystkich organizmach żywych.

Dr. Sebastian Glatt, a member of the SOLARIS team and an employee of the Małopolska Centre of Biotechnology (MCB UJ), receives almost 2 million euro in a prestigious ERC Consolidator grant. His research will help in a better understanding of molecular mechanisms involved in fundamental processes that shape and regulate cellular proteins' functions in all living organisms.



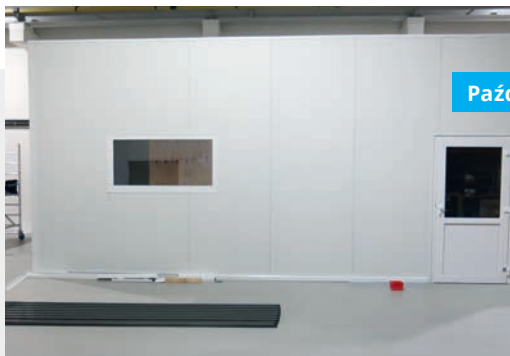
Listopad 2020

November 2020

Dostarczone części linii DEMETER /
Components of the DEMETER beamline
fot./photo: Emilia Król

Do SOLARIS dotarły kolejne zamówione elementy niezbędne do zakończenia budowy linii o roboczej nazwie DEMETER (poprzednia nazwa XMCD).

The SOLARIS Centre received elements required for the construction of a new beamline – codename DEMETER.



Październik 2020

October 2020

Została podpisana umowa z wykonawcą – firmą Labsoft na dostawę kriomikroskopu do badań przemysłowych GLACIOS.

A contract for the delivery of a new cryo-microscope for industrial research has been signed with Labsoft.

Laboratorium dla mikroskopu GLACIOS w trakcie budowy / Laboratory for the GLACIOS cryo-microscope under construction

fot./photo: Emilia Król



Wrzesień 2020

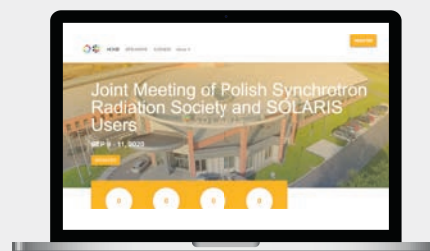
September 2020

Pierwsze w historii SOLARIS spotkanie Użytkowników pn.: „Joint Meeting of Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Users”, z powodu pandemii koronawirusa SARS-CoV-2 odbyło się formie online.

The first-ever SOLARIS Users' meeting took place online because of the COVID-19 epidemic. It was titled “Joint Meeting of Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Users”.

Centrum obsługi technicznej podczas Joint Meeting of Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Users / technical service center during Joint Meeting of Polish Synchrotron Radiation Society and SOLARIS Users

fot./photo Agata Chrześcijanek





Wrzesień 2020

September 2020

Instalacja linii PHELIX /
Installation of the PHELIX beamline

fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska

W szóstym naborze wniosków o czas badawczy po raz pierwszy zostaje udostępniona linia PHELIX. Stacja końcowa PHELIX umożliwia szeroki zakres badań spektroskopowych i absorpcyjnych, charakteryzujących się różną czułością powierzchniową. Oprócz zbierania standardowych wysokorozdzielczych widm, pozwala ona np. na mapowanie struktury elektronowej w trzech wymiarach oraz detekcję spinu elektronu w trzech wymiarach.

The beamline PHELIX became available for the first time during the sixth call for proposals. Its end-station opens new possibilities in spectroscopic and absorption studies, which characterised different surface sensitivity. Apart from collecting standard high-resolution spectra, the station can create a three-dimensional map of electrons band structure and detect electron spin in three dimensions.



Sierpień 2020

August 2020

Fragment akceleratora kołowego
synchrotronu SOLARIS / Part of the circular
accelerator at SOLARIS synchrotron

fot./ photo: Agata Chreścianek

Podpisana zostaje umowa na dostawę do Centrum SOLARIS wigglera nadprzewodzącego, czyli źródła promieniowania synchrotronowego dla linii badawczej SOLCRYS. Zakres kontraktu pokrywa zaprojektowanie, wyprodukowanie, fabryczne testy odbiorcze, dostarczenie, instalację, testy odbiorcze w miejscu przeznaczenia i uruchomienie nadprzewodzącego wigglera.

A contract has been signed for a delivery of a superconducting wiggler which will be a source of synchrotron radiation for the SOLCRYS beamline. The contract covers design, manufacturing, factory acceptance tests, delivery, installation, site acceptance tests, and deploying the machine.



Lipiec 2020

July 2020

Grafika projektowa budynku hali eksperymentalnej po rozbudowie / Project graphic of the experimental hall building after the extension

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyznało Centrum SOLARIS dotację na rozbudowę hali eksperymentalnej. Powierzchnia hali synchrotronu powiększy się o ponad dwa tysiące metrów kwadratowych, a w nowej części zostaną wybudowane cztery linie badawcze.

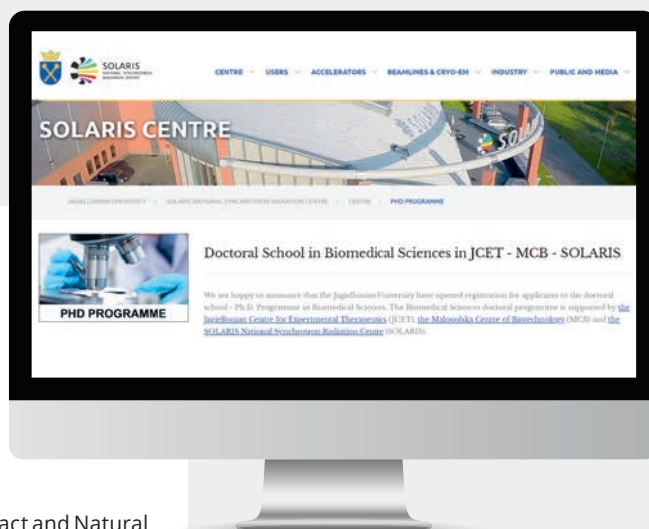
The Polish Ministry of Science and Higher Education has given a grant to the SOLARIS Centre for an expansion of the experimental hall. The available space will be increased by 2000 m². The new part will house four new beamlines.

Czerwiec 2020

June 2020

Pierwszy nabór do Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Jagiellońskiego, którego współorganizatorem jest Centrum SOLARIS, Małopolskie Centrum Biotechnologii (MCB) oraz Jagiellonian Centre for Experimental Therapeutics (JCET). Nabór do programu jest wspólny, ale każda jednostka prowadzi własne projekty badawcze.

The first recruitment into the Doctoral School of Exact and Natural Sciences of the Jagiellonian University has been performed. The SOLARIS Centre, the Małopolska Centre of Biotechnology, and the Jagiellonian Centre for Experimental Therapeutics (JCET) are its co-organisers. Although it is joint recruitment, every facility has its own research projects.



Strona internetowa oferty Centrum SOLARIS w ramach Szkoły Doktorskiej / Web page of the offer of SOLARIS Centre within PhD Programme

Kwiecień 2020

April 2020

Całe środowisko naukowe skoncentrowało swoje wysiłki na walce z pandemią koronawirusa. Ośrodki synchrotronowe połączyły siły oferując swoje możliwości całej społeczności naukowej. Polska jednostka udostępniła na potrzeby badań nad nowym koronawirusem kriomikroskop Titan Krios G3i, poszerzając jednocześnie ofertę badawczą inicjatywy CERIC-ERIC.

The entire scientific community concentrates its effort on a battle against the coronavirus pandemic. The synchrotron centres have joined their ranks, and they offer their services to all scientists. The Polish facility has provided a cryo-microscope Titan Krios G3i for research regarding the new coronavirus. This initiative has increased the research capabilities of the CERIC-ERIC initiative.



SOLARIS otrzymuje dofinansowanie z unijnego programu Horyzont 2020 „Twinning” na realizację międzynarodowego projektu „Sylinda”. Jego celem jest współpraca ośrodka z przemysłem, szczególnie w kontekście uruchomienia linii SOLABS. Liderem przedsięwzięcia jest SOLARIS, partnerami zaś synchrotron ALBA (Hiszpania) oraz dwie uczelnie: Hochschule Niederrhein i Uniwersytet w Bonn.

The SOLARIS Centre has received a grant from the EU programme Horizon 2020 “Twinning” for the international project called “Sylinda”. Its goal is to create cooperation between the Centre and industry, especially regarding the SOLABS beamline launching. The SOLARIS Centre is the project leader with the ALBA synchrotron in Spain, Niederrhein University of Applied Sciences, and the University of Bonn as partners.



Marzec 2020

March 2020

W Centrum SOLARIS zwiększono ilość czasu badawczego dla Użytkowników. Czas pracy na liniach jest podzielony na trzy zmiany (8:00–16:00, 16:00–24:00, 24:00–08:00). Od tej pory synchrotron pracuje od wtorku do soboty (a nie jak do tej pory – do piątku).

The SOLARIS Centre has increased the amount of beamtime available for its Users. The beamtime is divided into three shifts (8:00–16:00, 16:00–24:00, 24:00–8:00). The synchrotron works from Tuesday to Saturday from this point forward (up to now it worked till Friday).

Luty 2020

February 2020

Centrum SOLARIS i Małopolskie Centrum Biotechnologii (Uniwersytet Jagielloński) laureatami dwuetapowego konkursu na dofinansowanie zakupu kriomikroskopu elektronowego do badań przemysłowych.

The SOLARIS Centre and the Małopolska Centre of Biotechnology (Jagiellonian University) has acquired funding in a two-step grant competition for a cryo-electron microscope for industrial research.



Podpisanie umowy na zakup kriomikroskopu GLACIOS /
Signing a purchase agreement of the GLACIOS cryomicroscope
fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska



Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS wpisane na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej. To wyraz uznania dla badawczego potencjału ośrodka. Nabór wniosków prowadziło Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

The SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre has been included in the Polish Roadmap for Research Infrastructures. It shows the research potential of the Centre. The call for proposals for the Roadmap was conducted by the Polish Ministry of Science and Higher Education.

Styczeń 2020

January 2020

Prace przy linii badawczej PHELIX w fazie uruchamiania (commissioning).

Ongoing works at the commissioning of the PHELIX beamline.

Kalendarium SOLARIS 2019

SOLARIS timeline 2019

Grudzień 2019

December 2019

Rozpoczyna się budowa linii badawczej SOLABS (XAS-HN). W siedzibie producenta zakończono fabryczne testy akceptacyjne pierwszych urządzeń linii badawczej SOLABS (XAS-HN). Dostarczone komponenty są montowane w pierścieniu akumulacyjnym.

The construction of the beamline SOLABS (XAS-HN) has begun. The first devices for the beamline have passed the factory acceptance testing. The delivered components have been installed in the storage ring.

Pierwsza wiązka fotonów zostaje wprowadzona do linii badawczej o roboczej nazwie DEMETER. Zespół SOLARIS przeprowadza światło synchrotronowe przez całą długość jednej z dwóch gałęzi linii, od komory lustra w hutchu (klatce ołowianej) aż do szczelin wyjściowych.

The first photon beam has been introduced into the beamline codenamed DEMETER, which possesses two beamline branches. The SOLARIS team lead the synchrotron light through one of them, starting at the mirror chamber in the hutch (a kind of a cage made from lead) and ending at the exit slits.



Zespół linii DEMETER od lewej: Barbara Wolanin, Krzysztof Matlak, Tolek Tyliuszczak / DEMETER beamline team from left: Barbara Wolanin, Krzysztof Matlak, Tolek Tyliuszczak
fot./photo:Katarzyna Bester-Ostrowska

Listopad 2019

November 2019

Użytkownicy Centrum SOLARIS uzyskują możliwość wnioskowania o szybki dostęp do linii badawczych synchrotronu.

Naukowcy ubiegają się o szybki dostęp, gdy potrzebują w trybie pilnym przeprowadzić eksperymenty o potencjalnie wysokiej wartości naukowej, gdy muszą uzupełnić rezultaty wcześniej przeprowadzonego w SOLARIS eksperymentu oraz gdy chcą sprawdzić czy planowany eksperyment ma szansę realizacji.

SOLARIS Centre Users can apply for rapid access to synchrotron research lines. Researchers can apply for it when their experiments need to be performed quickly because of potentially high scientific value, when additional measurements are required for a research project performed earlier in SOLARIS, or when they want to check, through test measurements, whether their experiment is viable.

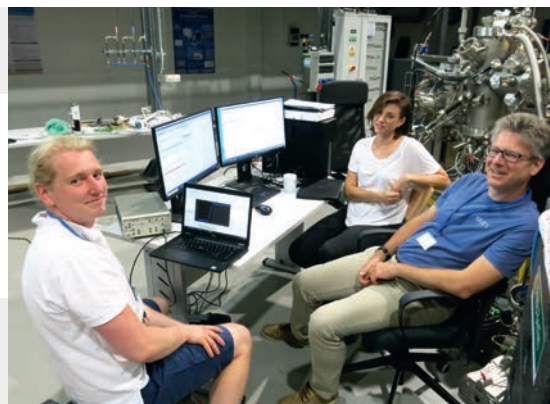


Październik 2019

October 2019

Naukowcy z SOLARIS zaobserwowali pierwsze światło na linii badawczej PHELIX.

SOLARIS researchers have observed first light in the PHELIX beamline.



Od lewej: Tomasz Sobol, Robert Reichelt, Magdalena Szczepanik-Ciba, testowe pomiary na linii PHELIX / from left: Tomasz Sobol, Robert Reichelt, Magdalena Szczepanik-Ciba, testing measurements at the PHELIX
fot./ photo Katarzyna Bester-Ostrowska



Wrzesień 2019

September 2019

Adriana Wawrzyniak podczas prezentacji na konferencji IBIC 2019 / Adriana Wawrzyniak during the presentation at the IBIC 2019 conference

Podczas konferencji IBIC 2019, czyli International Beam Instrumentation Conference, która odbywała się w Szwecji, ośrodek SOLARIS wygrywa konkurs na organizację tego prestiżowego wydarzenia w 2022 r.

SOLARIS won a competition for organising the prestigious IBIC – International Beam Instrumentation Conference in 2022. The competition was held during the IBIC 2019 in Sweden.

Po raz pierwszy w naborze wniosków udostępniono czas badawczy na mikroskopie elektronowym Titan Krios G3i. O jego zakup starało się konsorcjum złożone z 18 najlepszych polskich instytucji naukowych, które prowadzą badania z zakresu biologii strukturalnej.

For the first time, the electron microscope Titan Krios G3i became available for the proposals. Its purchase was a cooperation of a consortium consisting of 18 best Polish research institutions pursuing structural biology problems.





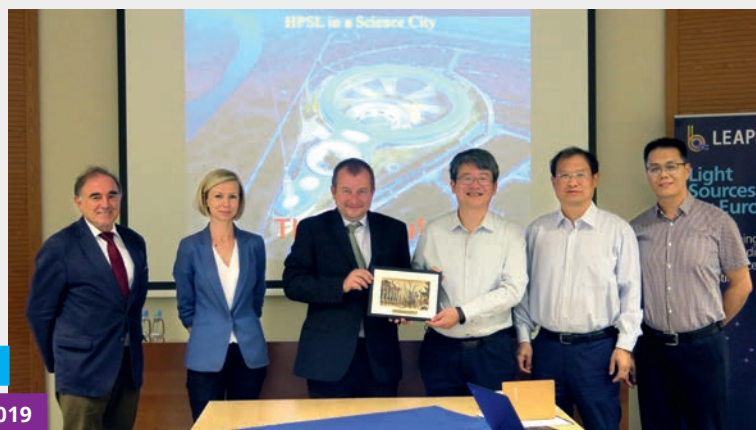
Sierpień 2019

August 2019

Zakończono prace nad budową drugiej linii diagnostycznej o nazwie LUMOS. Umożliwia ona prowadzenie systematycznych pomiarów: stabilności oraz poprzecznych i podłużnych profili wiązki elektronów.

The second diagnostic beamline called LUMOS has been finished. It allows systematic measurements of stability and both transverse and longitudinal electron beam profiles.

Pierwsze światło na linii diagnostycznej LUMOS. Od lewej: Adriana Wawrzyniak, Marta Ptaszkiewicz, Tomasz Zbylut, Roman Panaś / The first light on LUMOS diagnostic beamline. From left: Adriana Wawrzyniak, Marta Ptaszkiewicz, Tomasz Zbylut, Roman Panaś
fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska



Lipiec 2019

July 2019

From left: Marek Stankiewicz, Izabela Zawiska, Adam Jelonek, Hong Ding, Xiaoming Jiang, Shuai Xiao
fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska

Wizyta naukowców z Chińskiej Akademii Nauk w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS. Cel wizyty to przygotowanie pola do współpracy w zakresie badań nad promieniowaniem synchrotronowym. Gośćmi byli naukowcy z Pekńskiego Centrum Zaawansowanych Nauk i Innowacji (Beijing Advanced Sciences and Innovation Center) Chińskiej Akademii Nauk: dyrektor Centrum Xiaoming Jiang, kierownik naukowy Centrum Hong Ding oraz kierownik Działu Nauki i Techniki Shuai Xiao.

Researchers from the Chinese Academy of Sciences visited SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre. The goal was to establish cooperation in the field of synchrotron radiation research.

We hosted the following researchers from the Beijing Advanced Sciences and Innovation Center of the Chinese Academy of Sciences: Xiaoming Jiang, the Centre's director, Hong Ding, the Centre's scientific director, and Shuai Xiao, the director of the Centre's Science and Technology Division.

Czerwiec 2019

June 2019

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego wydaje pozytywną decyzję o finansowaniu budowy dwóch nowych linii pomiarowych oraz stacji badawczej w synchrotronie SOLARIS. Pierwsza będzie służyła do badań w podczerwieni (SOLAIR), druga do multimodalnego obrazowania rentgenowskiego (POLYX), natomiast stacja badawcza to skaninowy transmisyjny mikroskop rentgenowski (STXM).



Ministry of Science and Higher Education grants a favourable decision regarding financing the creation of two new beamlines and an end station in SOLARIS synchrotron. The first line allows for investigations using infrared radiation (SOLAIR) and the second line gives a possibility of multimodal X-ray imaging (POLYX). The end station is a scanning transmission X-ray microscope (STXM).



Maj 2019

May 2019

Prace instalacyjne w pierścieniu akceleratora / Installation works at accelerator ring
fot./photo Agata Chreścijanek

W tunelu synchrotronu SOLARIS zainstalowano pierwsze urządzenie (tzw. front end) linii badawczej o roboczej nazwie XMCD.

The first device (the so-called front-end) of the XMCD beamline (working title) has been installed in the SOLARIS synchrotron tunnel.



Kwiecień 2019

April 2019

Naukowa Komisja Doradcza w trakcie obrad / Scientific Advisory Committee – SAC during the meeting

fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska

Spotkanie członków nowo powołanej Naukowej Komisji Doradczej (the Scientific Advisory Committee – SAC). W skład komisji weszli prof. Nils Mårtensson z Uniwersytetu w Uppsali, prof. dr Petra Rudolf z Uniwersytetu w Groningen, dr Paweł Grochulski z Canadian Light Source, dr Maya Kiskinova z Synchrotronu Elettra oraz dr Paul Dumas z Synchrotronu SOLEIL.

A newly established Scientific Advisory Committee (SAC) holds its first meeting. The committee consists of the following members: Professor Nils Mårtensson, Uppsala University, Professor Petra Rudolf, Groningen University, Dr Paweł Grochulski, Canadian Light Source, Dr Maya Kiskinova, Elettra Synchrotron, and Dr Paul Dumas, SOLEIL Synchrotron.



Marzec 2019

March 2019

W ślad za przyznaniem przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego funduszy na zakup mikroskopu Cryo-EM oraz w wyniku decyzji o powołaniu Krajowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej w SOLARIS odbyło się uroczyste spotkanie osiemnastu partnerów Konsorcjum projektu Cryo-EM.

Due to the acquisition of funding from the Ministry of Science and Higher Education to purchase the Cryo-EM microscope and the establishment of the National Cryo-Em Centre, SOLARIS hosted a meeting of 18 Cryo-EM consortium partners.

Otwarcie Krajowego Centrum Kriomikroskopii Elektronowej. Od lewej: Sebastian Glatt, Carlo Rizzuto, Marek Stankiewicz, Michał Młynarczyk / Opening of the National Cryo-EM Centre. From left: Sebastian Glatt, Carlo Rizzuto, Marek Stankiewicz, Michał Młynarczyk

fot./photo: Katarzyna Bester-Ostrowska



Luty 2019

February 2019

Spotkanie Tango Kernel w Centrum SOLARIS / Tango Kernel Meeting at SLARIS Centre

fot./photo Agata Chrzęścijanek

W SOLARIS przez blisko tydzień obradują eksperci od systemów sterowania synchrotronem Tango. W spotkaniu Tango Kernel Meeting uczestniczą specjaliści z europejskich synchrotronów, jak również przedstawiciele firm współpracujących z ośrodkami badawczymi.

SOLARIS hosted almost a week-long meeting of Tango synchrotron control systems experts. Professionals from European synchrotrons as well as representatives of companies cooperating with research centres participated in the Tango Kernel Meeting.

Styczeń 2019

January 2019

W „Scientific Reports” – prestiżowym czasopiśmie wydawanym przez Nature Research – ukazuje się pierwszy artykuł naukowy, do przygotowania którego wykorzystano wyniki pomiarów przeprowadzonych w SOLARIS.

The first scientific paper utilising measurements from the SOLARIS gets published in Scientific Reports – a prestigious journal issued by Nature Research.

W ramach europejskiego programu Horyzont 2020 uruchomiono projekt budowy linii tomograficznej w synchrotronie SESAME w Jordanii. Cel projektu BEATS to zaprojektowanie, skonstruowanie oraz uruchomienie linii wykorzystującej twarde promieniowanie rentgenowskie do wykonywania tomografii komputerowej (X-ray full-field tomography).

A tomographic line construction has been started in SESAME synchrotron in Jordan as a part of the European Horizon 2020 programme. The BEATS project aims to design, construct and start up a line utilising hard X-ray radiation for computer tomography (*X-ray full-field tomography*).



Rozpoczynają się prace projektowe związane z budową Polskiego Lasera na Swobodnych Elektronach. SOLARIS jest jednym z partnerów projektu PolFEL, którego liderem jest Narodowe Centrum Badań Jądrowych w Świerku pod Warszawą.

Planning works for Polish Free-electron Laser started. SOLARIS is one of the PolFEL project partners, led by the National Centre for Nuclear Research in Świerk near Warsaw.



Aneks – spis publikacji

Annex – list of publications

Publikacje naukowe

Scientific publications

PUBLIKACJE UŻYTKOWNIKÓW

USER PUBLICATIONS

→ Linia badawcza UARPES / UARPES beamline

- [1] **Ciochoń P.**, Marzec M., **Olszowska N.**, **Kołodziej J.** *Reversible graphitization of SiC: A route towards high-quality graphene on a minimally step bunched substrate.* Applied Surface Science. 528, **2020**.
- [2] Grabecki G., Dąbrowski A., Iwanowski P., Hruban A., B. Kowalski B.J., **Olszowska N.**, **Kołodziej J.**, Chojnacki M., Dybko K., Łusakowski A., Wojtowicz T., Wojciechowski T., Jakieła R., Wiśniewski A. *Conductance spectra of (Nb, Pb, In)/NbP superconductor/Weyl semimetal junctions.* Phys. Rev. B. 101, **2020**.

→ Linia badawcza PEEM/XAS / PEEM/XAS beamline

- [1] Ślęzak M., Drózd P., Janus W., Nayyef H., Koziół-Rachwał A., Szpytma M., Zając M., Menteş T. O., Genuzio F., Locatelli A., Ślęzak T. *Fine tuning of ferromagnet/antiferromagnet interface magnetic anisotropy for field-free switching of antiferromagnetic spins.* Nanoscale. 35, **2020**.
- [2] Ślęzak M., Drózd P., Koziół-Rachwał A., Matlak K., Korecki J., Zając M., Ślęzak T. *Magnetic Anisotropy and Temperature Dependence of Exchange Bias in Epitaxial CoO(111)/Fe(110) Bilayers.* Acta Physica Polonica A. 137, **2020**.
- [3] Szpunar I., Strandbakke R., Sørby M.H., Wachowski S., Balaguer M., Tarach M., Serra J., Witkowska A., Dzik E., Norby T., Gazda M., Mielewczyk-Gryń A. *High-Temperature Structural and Electrical Properties of BaLnCo2O6 Positrodes.* Materials MDPI. 13, **2020**.
- [4] Kuterasiński Ł., Podobiński J., Madej E., Smoliło-Utrata M., Rutkowska-Żbik D., Datka J. *Reduction and Oxidation of Cu Species in Cu-Faujasites Studied by IR Spectroscopy.* Molecules. 25, **2020**.
- [5] Koziół-Rachwał A., Ślęzak M., Zając M., Drózd P., Janus W., Szpytma M., Nayyef H., Ślęzak T. *Control of spin orientation in antiferromagnetic NiO by epitaxial strain and spin-flop coupling.* APL Materials 8, **2020**.
- [6] Hnida K., Żywczak A., Sikora M., Marciszko M., Przybylski M. *Room-Temperature Ferromagnetism in InSb-Mn Nanowires.* Nano Lett. 19, **2019**.
- [7] Muzioł T.M., Tereba N., Podgajny R., Kędziera D., Wrzeszcz G. *Solvent-assisted structural conversion involving bimetallic complexes based on*

the tris(oxalato)ferrate(III) unit with the green → blue → red crystal color sequence. Dalton Trans. 48, **2019**.

- [8] Ślęzak M., Ślęzak T., Drózd P., Matlak B., Matlak K., Koziol-Rachwał A., Zając M., Korecki J. *How a ferromagnet drives an antiferromagnet in exchange biased CoO/Fe(110) bilayers.* Scientific Rep. 9, **2019**.
- [9] Brekhovskikh M., Batygov S., Moiseeva L., Kirikova N., Kondratyuk V., Oja M., Kirm M., Zając M.,

Makhov V. *Luminescence of Fluorochlorozirconate Glasses Doped with Manganese Ions.* Phys. Status Solidi B, 257, **2019**.

- [10] Rybicki D., Sikora M., Stępień J., Gondek Ł., Goc K., Strączek T., Jurczyszyn M., Kapusta Cz., Bukowski Z., Babij M., Matusiak M., Zając M. *Direct evidence of uneven dxz and dyz orbital occupation in the superconducting state of iron pnictide.* Phys. Rev. B 102, 195126, 16 November **2020**.

MIKROSKOPIA ELEKTRONOWA CRYOEM ELECTRON MICROSCOPY CRYOEM

Drab E., Sugihara K. *Cooperative Function of LL-37 and HNP1 Protects Mammalian Cell Membranes from Lysis.* Biophysical Journal. 119, **2020**.

PUBLIKACJE NAUKOWE ZESPOŁU SOLARIS SCIENTIFIC PUBLICATIONS OF SOLARIS STAFF

- [1] Harding R., Pallada S., Croese J., Antušek A., Baranowski M., Bissell M., Cerato L., Dziubinska-Kühn K., Gins W., Gustafsson F., Javaji A., Jolivet R., Kanellakopoulos A., Karg B., Kempka M., Kocman V., **Kozak M.**, et al. *Magnetic Moments of Short-Lived Nuclei with Part-per-Million Accuracy: Toward Novel Applications of β -Detected NMR in Physics, Chemistry, and Biology.* Phys. Rev. X, 10, 2020.
- [2] **Piekarski M.**, Jaworek-Korjakowska J., **Wawrzyniak A.**, Gorgon M. *Convolutional neural network architecture for beam instabilities identification in Synchrotron Radiation Systems as an anomaly detection problem.* Measurement. 165, 2020.

- [3] Ahmed A.A., Wrońska A., Magiera A., **Alessandro Curcio A.**, **Jaglarz M.**, **Wawrzyniak A.** *Study of M99o and long-lived impurities produced in the Mnato(y,x) reactions using an electron beam.* Radiation Phys. Chem. 177, 2020.
- [4] **Liberda D.**, **Koziol P.**, Raczowska M., Kwiatek W., **Wrobel T.** *Influence of interference effects on the spectral quality and histological classification by FT-IR imaging in transfection geometry.* Analyst. 2021, 2020.
- [5] Kolonko M., Bystranowska D., Taube M., **Kozak M.**, Bostock M., Popowicz G., Ożyhar A., Greb-Markiewicz B. *The intrinsically disordered region of GCE protein adopts a more fixed structure*

by interacting with the LBD of the nuclear receptor FTZ-F1. Cell Commun. and Signaling. 180, 2020.

- [6] Schnell M., Gupta S., **Wrobel T.**, Drage M., Bhargava R., Carney P.S. *High-resolution label-free imaging of tissue morphology with confocal phase microscopy*. Optica. 7, 2020.
- [7] **Kozioł P., Liberda D.**, Kwiatek W., **Wrobel T.** *Macromolecular orientation in biological tissues using four-polarization method in FT-IR imaging*. Anal. Chem. 92, 2020.
- [8] **Kołodziej T.**, Biało I., Tabiś W., Zubko M., Żukrowski J., Łątka K., Lorenzo J.E., Mazzoli C., Kąkol Z., Kozłowski A., Tarnawski Z., Wilke E., Babik P., et al. *Magnetic field induced structural changes in magnetite observed by resonant x-ray diffraction and Mössbauer spectroscopy*. Phys. Rev. B. 102, 2020.
- [9] **Liberda D.**, Hermes M., **Kozioł P.**, Stone N., **Wrobel T.** *Translation of an esophagus histopathological FTIR imaging model to a fast quantum cascade laser modality*. J. Biophotonics, 13, 2020.
- [10] **Sowa K., Korecki P.** *X-ray tomography with multiple ultranarrow cone beams*. Opt. Express. 28, 2020.
- [11] **Ciochoń P.**, Marzec M., **Olszowska N., Kołodziej J.** *Reversible graphitization of SiC: a route towards high-quality graphene on a minimally step bunched substrate*. Appl. Surf. Sci. 528, 2020.
- [12] Piktel E., Suprewicz Ł., Depciuch J., Cieśluk M., Chmielewska S., Durnas B., Król G., Wollny T., Deptuła P., Kochanowicz J., Kułakowska A., Fiedoruk K., **Maximenko A.**, Parlińska-Wojtan M. *Rod-shaped gold nanoparticles exert potent candidacidal activity and decrease the adhesion of fungal cells*. Nanomedicine, 15, 2020.
- [13] Grabecki G., Dąbrowski A., Iwanowski P., Hruban A., Kowalski B.J., **Olszowska N., Kołodziej J.**, Chojnacki M., Dybko K., Łusakowski A., Wojtowicz T., Wojciechowski T., Jakiela R., Wiśniewski A. *Conductance spectra of (Nb, Pb, In)/NbP superconductor/Weyl semimetal junctions*. Phys. Rev. B 101, 2020.
- [14] Chakraborti, Balakrishnan D., Trotter A., Gittens W., Yang A., Jolma A., Paterson J., Świątek S., Plewka J., Curtis F., Bowers L., Pålsson L-O., Hughes T., Taube M., **Kozak M.** *A bacteriophage mimic of the bacterial nucleoid-associated protein Soumyananda*. Biochem. J. 477, 2020.
- [15] Bodzon-Kulakowska A., Arena R., Mielczarek P., Hartman K., Kozioł P., Gibuła-Tarlowska E., **Wrobel T.**, Gąsior Ł., Polański Z., Ptak G., Suder P. *Mouse single oocyte imaging by MALDI-TOF MS for lipidomics*. Cytotechnology, 72, 2020.
- [16] **Wróbel T., Liberda D., Kozioł P.**, Paluszkiewicz Cz., Kwiatek W. *Comparison of the new Mie Extinction Extended Multiplicative Scattering Correction and Resonant Mie Extended Multiplicative Scattering Correction in transmission infrared tissue image scattering correction*. Infrared Phys. Tech. 107, 2020.
- [17] Stępniewski W., **Paliwoda D.**, Abraham S., Michalska-Domańska M., Landskron K., Buijnsters J., Mola J., Terryna H., Misiolek W. *Nanorods grown by copper anodizing in sodium carbonate*. J. Electroanal. Chem. 857, 2020.
- [18] Wilgocka-Ślęzak D., Giela T., Freindl K., Spiridis N., Korecki J. *High-temperature oxygen monolayer structures on W(110) revisited*. Appl. Surface Sci. 528, 2020.

- [19] Roman M., **Wrobel T.**, Panek A., Paluszkiewicz C., Kwiatek W. *Physicochemical damage and early-stage biological response to X-ray radiation studied in prostate cancer cells by Raman spectroscopy*. J. Biophotonics. 13, 2020.
- [20] Roman M., **Wrobel T.**, Panek A., Paluszkiewicz C., Kwiatek W. *Lipid droplets in prostate cancer cells and effect of irradiation studied by Raman microspectroscopy*. BBA – Molecular and Cell Biology of Lipid. 1865, 2020.
- [21] Koziol P., Raczkowska M., Skibinska J., Urbaniak-Wasik S., Paluszkiewicz C., Kwiatek W., **Wrobel T.** *Comparison of spectral and spatial denoising techniques in the context of High Definition FT-IR imaging hyperspectral data*. Sci. Rep. 10, 2020.
- [22] Roman M., **Wrobel T.**, Paluszkiewicz C., Kwiatek W. *Comparison between High Definition FT-IR, Raman and AFM-IR for subcellular chemical imaging of cholesteryl esters in prostate cancer cells*. J. Biophotonics. 13, 2020.
- [23] Depciuch J., Miszczyk J., **Maximenko A.**, Zielinski P.M., Rawojć K., Panek A., Olko P., Parlinska-Wojtan M. *Gold nanopanests as prospective support for cisplatin in glioblastoma nano-chemo-radiotherapy*. Int. J. Mol. Sci. 21, 2020.
- [24] Pieta E., Petibois C., Pogoda K., Suchy K., **Liberda D.**, **Wrobel T.**, Paluszkiewicz C., Kwiatek W. *Assessment of cellular response to drug/nanoparticles conjugates treatment through FTIR imaging and PLS regression study*. Sensors & Actuators: B. Chemical. 313, 2020.
- [25] Stępniewski W., **Paliwoda D.**, Chena Z., Landskron K., Misiotek W. *Hard anodization of copper in potassium carbonate aqueous solution*. Mat. Lett. 252, 2019.
- [26] **Paliwoda D.**, Hanfland M., Katrusiak A. *Pressure-Enhanced Environment Effects in Ferrocene Phases*. J. Phys. Chem. C. 123, 2019.
- [27] Gielnik M., Pietralik Z., Zhukov I., Szymańska A., Kwiatek W., **Kozak M.** *PrP (58–93) peptide from unstructured N-terminal domain of human prion protein forms amyloid-like fibrillar structures in the presence of Zn²⁺ ions*. RSC Adv. 39, 2019.
- [28] **Jaglarz M.**, **Wiklacz J.**, **Wawrzyniak A.** *Radiation safety at solaris 1.5 GeV storage ring*. 10th Int. Partile Accelerator Conf. JACoW Publishing. 2019.
- [29] **Knafel M.**, **Cioś G.**, **Madura M.**, **Wawrzyniak A.** *Development of RF interlock and diagnostics systems in SOLARIS storage ring*. Int. Partile Accelerator Conf. JACoW Publishing. 2019.
- [30] **Panas R.**, **Marendziak A.**, **Wawrzyniak A.**, **Wisniowski M.** *Studies of the electron beam lifetime in SOLARIS electron storage ring*. Int. Partile Accelerator Conf. JACoW Publishing. 2019.
- [31] **Kisiel A.**, **Marendziak A.M.**, **Ptaszkiewicz M.**, **Wawrzyniak A.** *X-ray Pinhole Camera for Emission Measurements in SOLARIS Storage Ring*. Int. Partile Accelerator Conf. JACoW Publishing. 2019.



**Narodowe Centrum
Promieniowania Synchrotronowego
SOLARIS**

Uniwersytet Jagielloński

ul. Czerwone Maki 98

30-392 Kraków

tel. 12 664 40 00

e-mail: synchrotron@uj.edu.pl

www.synchrotron.pl