



sano

Sano Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej
Międzynarodowa Fundacja Badawcza

Sprawozdanie z działalności
Sano za **2025 rok**



Spis treści

Spis treści	2
1 Ogólne informacje na temat Sano	3
1.1 Dane rejestrowe	3
1.2 Misja i cele Sano	3
1.3 Zakres działalności	4
2 Struktura organizacyjna Sano	6
3 Kluczowa działalność i osiągnięcia w 2025 r.	8
3.1 Znaczące osiągnięcia naukowe	8
3.2 Nagrody	13
3.3 Granty badawcze i współpraca międzynarodowa	13
3.4 Kierunki i obszary działalności badawczo-rozwojowej	16
3.5 Budowanie kompetencji i struktura zatrudnienia	18
3.6 Promocja i popularyzacja	18
3.7 Pełny wykaz publikacji w 2025 r.	20

1 Ogólne informacje na temat Sano

1.1 Dane rejestrowe

Pełna nazwa: Sano – Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej – Międzynarodowa Fundacja Badawcza

Skrócone nazwy (wymienione w Statucie)	Sano – Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Sano
Siedziba:	Czarnowiejska 36/C5 30-054 Kraków
Adresy e-mail:	info@sano.science legal@sano.science
Data rejestracji i numer wpisu do Krajowego Rejestru Sądowego (KRS):	5 września 2019 r. 0000797490
REGON:	384298430
Skład zarządu:	Maciej Malawski – Prezes zarządu Marian Bubak – dyrektor ds. naukowych
Skład Rady Fundacji:	Kazimierz Jerzy Murzyn Olav Zimmermann Karol Krawentek Andrew James Narracott Tanja Maria Bratan

1.2 Misja i cele Sano

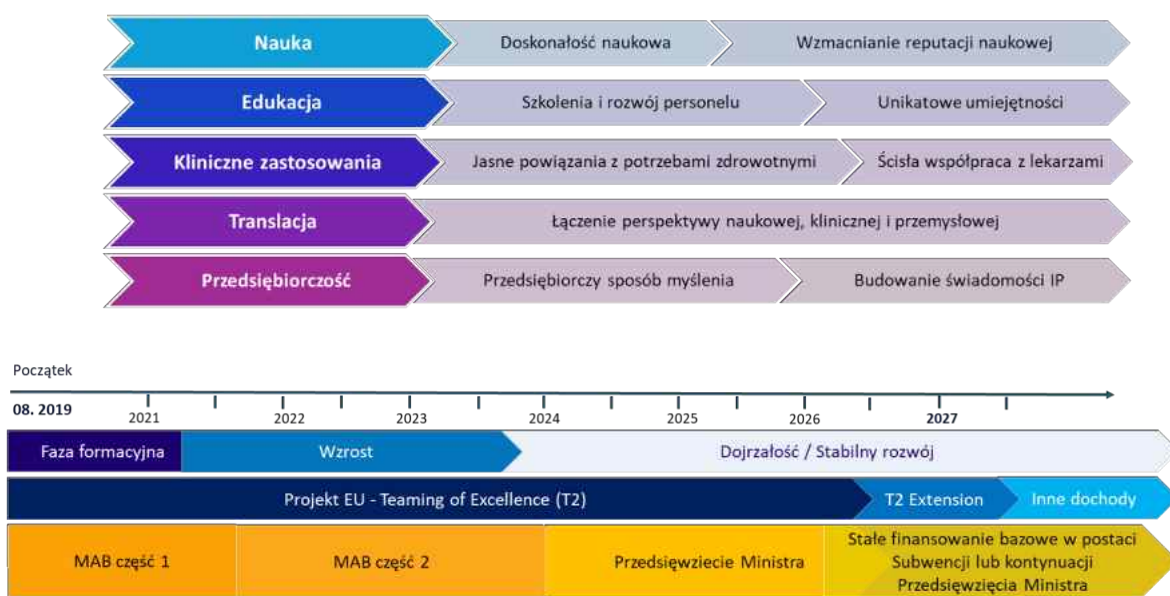
Sano Centrum Medycyny Obliczeniowej to międzynarodowa fundacja badawcza założona w Małopolsce jako działający non-profit instytut badawczy, zajmujący się rozwojem medycyny obliczeniowej, opracowywaniem zaawansowanych metod komputerowych służących do profilaktyki, diagnozowania i leczenia chorób w celu zapewnienia wydajnej, skutecznej i bardziej optymalnej opieki zdrowotnej, która stanowi nadrzędną potrzebę na całym świecie. W niniejszym sprawozdaniu Sano Centrum Medycyny Obliczeniowej będzie również nazywane Sano, Centrum i Fundacja.

Celem Sano jest prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych na najwyższym poziomie naukowym w międzynarodowym środowisku naukowym, biorąc pod uwagę wysokie standardy etyczne, w szczególności dobre praktyki naukowe, oraz upowszechnianie wiedzy. Sano prowadzi działalność w zakresie badań podstawowych i badań stosowanych nad metodami obliczeniowymi, sztuczną inteligencją, technikami i technologiami spersonalizowanej diagnostyki i leczenia pacjentów oraz badań naukowych, a także w pokrewnych dziedzinach nauki i technologii.

Zaktualizowana w 2025 roku Agenda Badawcza Sano (opublikowana w formie ebooka oraz na stronie sano.science) precyzuje cele szczegółowe Centrum w pięciu obszarach:

- Rozwój doskonałości naukowej – Dążenie do osiągnięcia pozycji jednej z wiodących w Europie Środkowo-Wschodniej instytucji w zakresie identyfikacji, rozwoju i wdrażania technik medycyny obliczeniowej;
- Translacja nauki do praktyki – łączenie perspektyw akademickich, klinicznych i przemysłowych w celu tworzenia innowacyjnych rozwiązań R&D oraz wprowadzania konkurencyjnych produktów i usług na rynek;

- Edukacja i rozwój kompetencji – prowadzenie programów szkoleniowych wewnętrznych i zewnętrznych, przygotowujących kolejne pokolenia innowatorów w technologii medycyny obliczeniowej;
- Wkład w cyfryzację opieki zdrowotnej – znaczący udział w procesie digitalizacji systemów zdrowotnych, poprawie wykorzystania danych medycznych oraz efektywności diagnostyki i terapii;
- Wspieranie przedsiębiorczości – budowanie kultury przedsiębiorczej w instytucie w celu wspierania translacji badań na innowacje i zwiększania potencjału innowacyjnego.



Cele strategiczne i oś czasu rozwoju Sano (aktualizacja 2025 r., źródło: Załącznik nr 4)

Sano powstało w wyniku międzynarodowej współpracy następujących instytucji:

- Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH – specjalizujące się w symulacjach naukowych i infrastrukturze informatycznej na potrzeby badań naukowych,
- Klaster LifeScience Kraków – Krajowy Klaster Kluczowy reprezentujący innowacyjne firmy z branży life science działające w Krakowie,
- University of Sheffield i Insigneo Institute – specjaliści z zakresu modelowania in silico na potrzeby praktyki klinicznej,
- Forschungszentrum Jülich – specjaliści z zakresu wysokowydajnego przetwarzania i analizy danych na potrzeby nauki i przemysłu,
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI – specjaliści z zakresu rozwiązań systemowych i innowacji w badaniach medycznych.

1.3 Zakres działalności

Fundacja realizuje swoje cele poprzez:

- prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych w sposób ciągły;
- wdrażanie wyników badań do celów praktycznych;

- podejmowanie współpracy z podmiotami z regionalnych, krajowych i międzynarodowych środowisk innowacyjnych, m.in. usługodawcami z zakresu opieki, firmami, organizacjami badawczymi i organizacjami pacjentów;
- kompleksową działalność mającą na celu rozwój młodych naukowców;
- nawiązywanie i wspieranie międzynarodowej współpracy naukowej;
- udział w kształceniu studentów studiów licencjackich, magisterskich i doktoranckich w ramach programów oferowanych przez inne jednostki naukowe, poprzez organizowanie zajęć, angażowanie studentów w badania naukowe oraz pełnienie funkcji promotora lub współpromotora;
- prowadzenie praktycznych szkoleń, kursów i warsztatów oraz seminariów naukowych;
- publikowanie wyników badań prowadzonych przez Fundację;
- udział w stowarzyszeniach polskich lub zagranicznych instytucji, których cele są zbieżne z celami Fundacji;
- komercjalizację wyników badań naukowych Fundacji;
- promowanie kultury pracy wspierającej jakość prowadzonych badań, w tym najwyższe standardy etyczne ich prowadzenia;
- rozpowszechnianie osiągnięć naukowych Fundacji.

2 Struktura organizacyjna Sano

2.1 Informacje ogólne

Jako autonomiczna jednostka badawcza Sano przyjęło formę organizacyjną fundacji. Fundacja Sano została formalnie ustanowiona aktem notarialnym w dniu 17 lipca 2019 r., a następnie wpisana do Krajowego Rejestru Sądowego w dniu 5 września 2019 r.

Fundacja ma następujące oficjalne organy:

- zarząd, który zajmuje się codziennym zarządzaniem działalnością Fundacji i reprezentuje Fundację na zewnątrz;
- Międzynarodowy Komitet Naukowy, który wydaje opinie we wszystkich kwestiach dotyczących nauki, mających długofalowe konsekwencje dla Sano;
- Radę Fundacji, która funkcjonuje jako organ nadzorczy Fundacji.

2.2 Zespół Sano i kluczowe osoby

Sano zostało założone i było rozwijane przez kilka osób, które wniosły znaczący wkład w sferę medycyny obliczeniowej na arenie międzynarodowej i regionalnej. W działalność Centrum zaangażowanych jest również wielu naukowców o międzynarodowej renomie – członków Międzynarodowego Komitetu Naukowego i innych oficjalnych organów. Wśród kluczowego personelu w strukturze zarządzania są (stan wg Sprawozdania za 2024 r.):

dr hab. inż. Maciej Malawski, prof. AGH – z wykształcenia informatyk i fizyk teoretyczny, posiadający ponad 25-letnie doświadczenie w badaniach nad obliczeniami równoległymi i rozproszonymi, obliczeniami o wysokiej wydajności (HPC), technologiami chmurowymi, infrastrukturą bezserwerową, orkiestracją obliczeń i zarządzaniem zasobami. Interesuje się innowacyjnymi zastosowaniami tych technologii w nauce, ze szczególnym uwzględnieniem badań biomedycznych. Jest współautorem ponad 200 publikacji, aktywnie działa w społeczności naukowej, pełniąc role kierownicze i zasiadając w komitetach głównych konferencji naukowych oraz uczestniczy w wielu projektach europejskich i krajowych. Dr Malawski pełni funkcję dyrektora Sano od sierpnia 2022 roku.

dr inż. Marian Bubak - wieloletni pracownik Instytutu Informatyki AGH i Akademickiego Centrum Komputerowego Cyfronet AGH, pełniący również funkcję profesora na Uniwersytecie Amsterdamskim. Specjalizuje się w rozwoju rozproszonych systemów obliczeniowych na potrzeby nauki (w tym nauk medycznych). Koordynował i uczestniczył w licznych projektach badawczych, zarówno krajowych, jak i międzynarodowych. Dr Bubak pełni funkcję dyrektora ds. naukowych Sano i członka zarządu od chwili założenia Centrum w 2019 r.

Pani Magdalena Chrzanowska – doświadczona menedżer operacyjna posiadająca ponad 15-letnie doświadczenie w zakresie zarządzania usługami biznesowymi, a także koordynowania oraz realizacji projektów; posiada ona rozległe doświadczenie w zarządzaniu projektami i wiedzą oraz projektowaniu procesów biznesowych skoncentrowanych na optymalizacji procesów. Magdalena Chrzanowska jest dyrektorem naczelnym i nadzoruje działalność, rozwój personelu i finanse zespołów Sano.

profesor Alfons Hoekstra – profesor nauk obliczeniowych i inżynierii w Zespole Nauk Obliczeniowych Instytutu Informatyki Uniwersytetu Amsterdamskiego. Jego badania koncentrują się na wirtualnych bliźniakach ludzkich (wraz z zastosowaniami, tj. w obszarze układu krążenia i schorzeń mózgowo-naczyniowych), wielkoskalowym modelowaniu złożonych układów i wysokowydajnych obliczeniach. Jest redaktorem "Journal of Computational Science", członkiem Rady ds. Strategii dla Nauk Obliczeniowych NL oraz członkiem komitetu doradczego NWO w sprawie cyfryzacji badań.

W 2024 r. profesor Hoekstra zastąpił prof. Viceconti na stanowisku przewodniczącego Międzynarodowego Komitetu Sano na drugą kadencję Komitetu.

Kazimierz Murzyn - dyrektor zarządzający Klastra LifeScience Kraków od 2006 roku, członek grupy strategicznej w SCANBALT, członek Komitetu Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk, członek Rady Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, przewodniczący Grupy roboczej ds. małopolskich inteligentnych specjalizacji „Life Science”. Kazimierz Murzyn pełni funkcję przewodniczącego Rady Fundacji Sano od czerwca 2022 roku.

Pełny skład organów zarządzających Sano

Organ	Skład
1) Zarząd	prof. Maciej Malawski – dyrektor, prezes zarządu dr Marian Bubak – dyrektor ds. naukowych, członek zarządu
2) Rada Fundacji	Kazimierz Murzyn – przewodniczący (przedstawiciel Klastra LifeScience Kraków, Polska) Karol Krawentek (przedstawiciel ACK Cyfronet AGH, Polska) dr Tanja Bratan (przedstawicielka Fraunhofer Institute ISI, Niemcy) dr Andrew Narracott (przedstawiciel University of Sheffield, Wielka Brytania) dr Olav Zimmermann (przedstawiciel Forschungszentrum Jülich, Niemcy)
3) Międzynarodowy Komitet Naukowy	prof. Alfons Hoekstra – przewodniczący (Uniwersytet Amsterdamski, Holandia) prof. Rod Hose (University of Sheffield, Wielka Brytania) prof. Marek Behr (RWTH Aachen University, Niemcy) prof. Aleksander Byrski (AGH, Polska) prof. Claire Chalopin (Getynga, Niemcy) prof. Ewa Deelman (USC, USA) prof. Ilse Jonkers (KU Leuven, Belgia) prof. Dieter Kranzlmüller (LMU Monachium, Niemcy) dr Paul Morris (Sheffield Teaching Hospital NHS, Wielka Brytania) prof. Irena Roterman-Konieczna (CM UJ, Polska) prof. Rebecca Shipley (UCL, Wielka Brytania) prof. Peter Slood (Uniwersytet Amsterdamski, Holandia)

W związku z tym, że do Rady Fundacji należą osoby z trzech różnych krajów, a członkowie Rady Naukowej pochodzą z sześciu krajów, Sano podlega nadzorowi ekspertów o prawdziwie międzynarodowym doświadczeniu i uzyskuje od niego wsparcie.

3 Kluczowa działalność i osiągnięcia w 2025 r.

3.1 Znaczące osiągnięcia naukowe

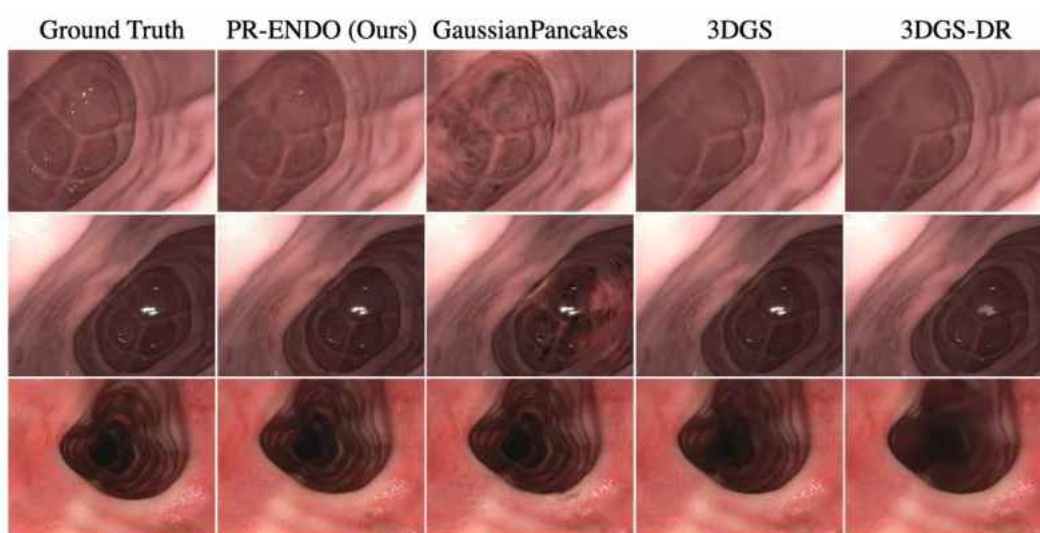
Przez cały 2025 rok Fundacja kontynuowała swoją podstawową misję polegającą na prowadzeniu badań i opracowywaniu rozwiązań dla medycyny wspomaganej obliczeniowo, realizując zaktualizowaną w 2025 r. Agendę Badawczą Sano skoncentrowaną na budowie kompleksowej platformy cyfrowych bliźniaków (digital twins) integrującej dane kliniczne, biologiczne i metody obliczeniowe. Poniżej przedstawiono wybrane, godne uwagi osiągnięcia poszczególnych zespołów badawczych. Pełna lista publikacji z 2025 r. znajduje się w pkt. 3.7.

Medical Imaging and Robotics

Zespół rozwijał szeroką i zintegrowaną agendę badawczą obejmującą generatywną sztuczną inteligencję, symulację chirurgiczną, robotykę medyczną oraz immersyjne technologie wizualizacji, ze szczególnym naciskiem na efektywność wykorzystania danych, realizm oraz użyteczność kliniczną.

W obszarze generatywnego i wspólnego uczenia dla medycznej AI zespół wprowadził Joint Diffusion – nową architekturę łączącą modelowanie generatywne i klasyfikację predykcyjną w ramach jednego modelu opartego na dyfuzji, osiągając wyniki na poziomie state-of-the-art zarówno w syntezie danych, jak i klasyfikacji w warunkach półnadzorowanych typowych dla medycyny. Model umożliwia samowyjaśnialne podejmowanie decyzji poprzez generowanie przykładów kontrfaktycznych, odpowiadając na wymagania przejrzystości i wiarygodności klinicznej AI.

Znaczący postęp osiągnięto w zakresie robotycznej manipulacji dzięki opracowaniu VERAGMIL – środowiska wirtualnego wysokiej wierności połączonego z interfejsem VR do zbierania demonstracji ludzkich, wspierającego trenowanie systemów robotycznych do pracy z syrkami materiałami spożywczymi. Prace nad symulacją chirurgiczną i uczeniem ze wzmocnieniem (RL) zaowocowały opracowaniem PD-SRL – pierwszego równoległego i różniczkowalnego symulatora zadań chirurgicznych sterowanych przez RL, ze skutecznym transferem wytrenowanych polityk sim-to-real na rzeczywiste platformy robotyczne. Równolegle zbadano niskokosztowe szkolenia z chirurgii robotycznej w VR z użyciem przystępnych cenowo gogli, co potwierdziło ich wartość edukacyjną dla studentów medycyny.



PR-ENDO – jakościowe porównanie z metodami bazowymi (rekonstrukcja obrazu endoskopowego)

W obszarze generowania syntetycznych danych medycznych zaproponowano potoki łączące symulację fizycznie ugruntowaną z translacją obrazu opartą na modelach dyfuzyjnych: SimuScope (wieloetapowe generowanie anotowanych, realistycznych zbiorów danych endoskopowych z użyciem Stable Diffusion i LoRA) oraz Vitreoret-SD (chirurgia witreoretinalna). W zakresie analizy obrazów 3D i obrazowania stomatologicznego opracowano GEPAR3D

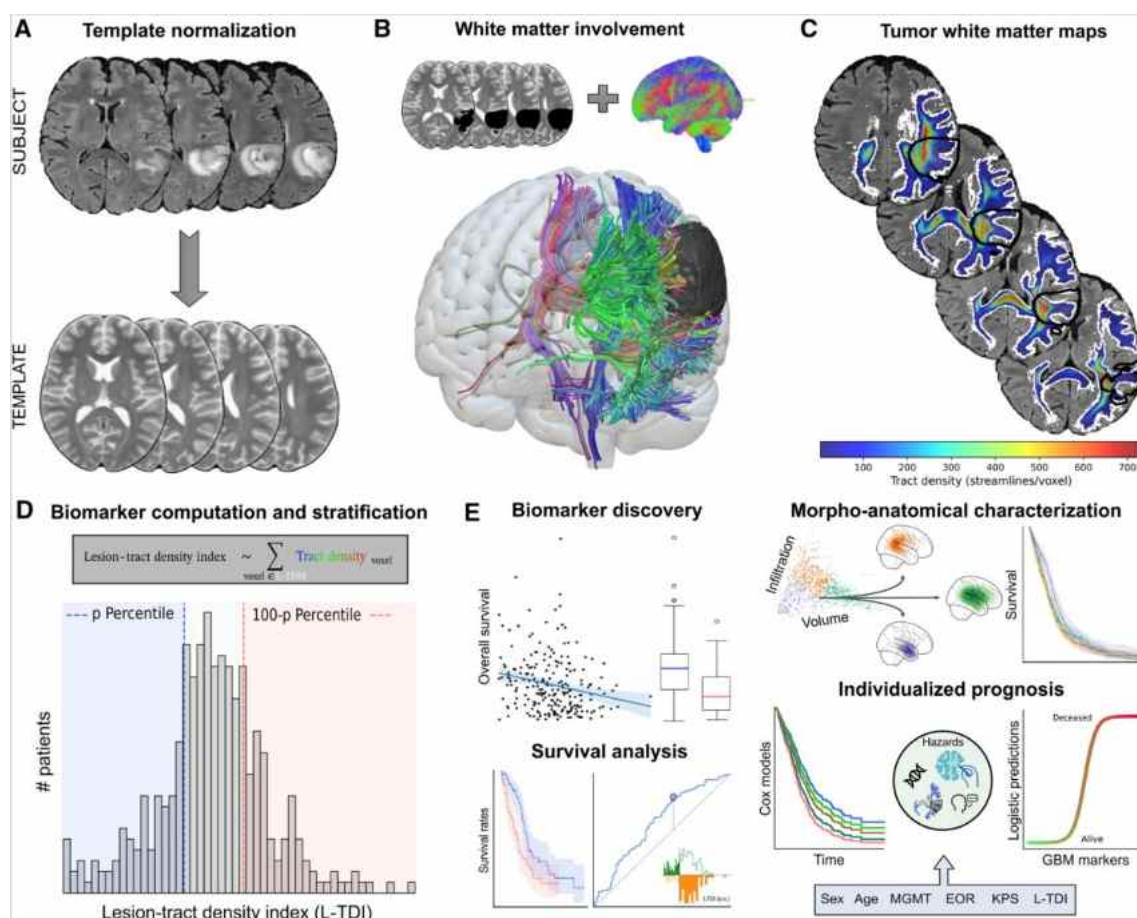
(segmentacja 3D zębów w CBCT wspomagana priorytetem geometrycznym) oraz DeCode (nowa strategia warunkowania dekodera w segmentacji 3D). W obszarze rekonstrukcji 3D i wizualizacji endoskopowej opracowano PR-ENDO – fizycznie ugruntowaną, relightowalną metodę Gaussian splatting rozdzielającą oświetlenie od właściwości tkanek, znacząco poprawiającą jakość rekonstrukcji i przybliżającą symulację endoskopową do warunków klinicznych.

Badania nad immersyjną wizualizacją i edukacją medyczną (mieszana rzeczywistość, AR/MR z danymi CBCT) wykazały wysoką akceptację wśród studentów stomatologii oraz potwierdziły rolę tych technologii jako skutecznych narzędzi dydaktycznych. W 2025 roku Jan Krupiński, magistrant zespołu, obronił pracę magisterską pt. „Application of artificial intelligence in digital image analysis for robotics”, która jest efektem realizacji zadań badawczych zaplanowanych w agencji badawczej Sano.

Computational Neuroscience

Zespół, od 2025 r. pod kierownictwem nowego Lidera – Jana Argasińskiego, koncentrował się na badaniach nad guzami mózgu, udarem, demencją, ślepotą oraz zaawansowanym przetwarzaniem obrazów medycznych, łącząc rozwój metod obliczeniowych z ich walidacją kliniczną i przygotowaniem do translacji.

W obszarze neuroonkologii opracowano ramowe rozwiązania obliczeniowe integrujące cechy łączności guz–istota biała do stratyfikacji glejaka wielopostaciowego i predykcji przeżycia, identyfikując istotnie różniące się klastry pacjentów. Rozwijano interpretowalne modele ML do klasyfikacji stopnia złośliwości glejaków oraz traktografię wspieraną informacją histologiczną, a zespół współpracował przy ustanowieniu benchmarków w ramach inicjatywy BraTS-METS Lighthouse 2025.



Cyfrowy biomarker Lesion-Tract Density Index (LTDI) oraz analiza związku między funkcją mózgu, dynamiką oka a udarem mózgu

W obszarze udaru mózgu prowadzono analizę danych MRI oraz EEG we współpracy z Amsterdam UMC i opracowano bezpieczny, uwzględniający niepewność framework triażu udaru obejmujący AutoML, detekcję dużego zamknięcia naczyniowego (LVO) i predykcję perfuzji, z koncepcją prototypu działającego w warunkach przedszpitalnych (karetka);

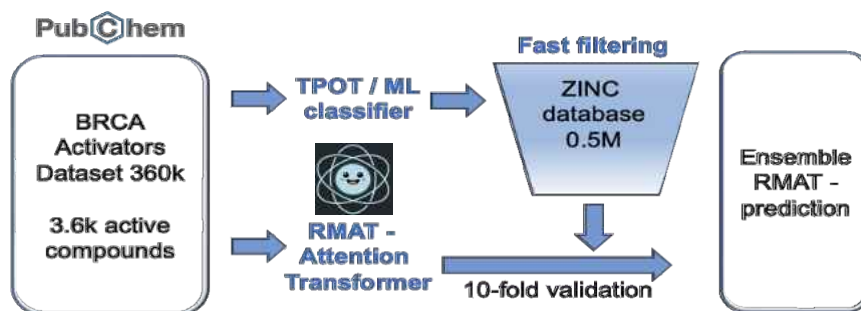
równolegle prowadzono działania patentowe i akceleracyjne. W zakresie wczesnego wykrywania demencji udoskonalono oprogramowanie NEED oraz protokół Mnemosyne.

Zespół wspiera Starszy Naukowiec prof. Wiesław Nowiński, który w 2025 uczestniczył w nawiązaniu współpracy z konsorcjum SYNAPSE (Synchrotron for Neuroscience – an Asia Pacific Strategic Enterprise; Sano podpisało Memorandum of Understanding – MoU). Celem SYNAPSE jest zmapowanie całego ludzkiego mózgu w rozdzielczości subkomórkowej, ujawniającej połączenia tej sieci neuronalnej.

Monika Pytlarz otrzymała nagrodę za najlepszy referat i prezentację CEBC 2025, a efekty projektu NEED Rosmary Blanco zostały wybrane do akceleratorów KRK InnoTech Starter 2026 oraz LifeScience Krakow Innovation 2025.

Structural and Functional Genomics

Zespół, utworzony w Sano w 2024 roku, zajmuje się genomiką strukturalną i funkcjonalną z naciskiem na metagenomikę mikrobiomu jelitowego, dostarczając analizy bioinformatyczne wspierające rozwój platformy digital twin ukierunkowanej na interakcje jelito–mózg–serce. W 2025 r. prace obejmowały: analitykę kohort mikrobiomowych (harmonizacja danych z wielu badań, modelowanie integracyjne z fenotypami i biomarkerami krwi), badania odporności i interpretowalności potoków ML dla danych mikrobiomowych oraz wielkoskalowe analizy struktura–funkcja z wykorzystaniem publicznych zasobów białkowych (m.in. bazy AlphaFold), uzupełnione rozwojem metod XAI.



Schemat modelowania predykcyjnego zastosowanego do selekcji optymalnego kandydata na lek. Balans między wykorzystaniem czasochłonnych, dużych modeli przetrenowanych, a prostszymi modelami uczenia maszynowego jako etapu preselekcji. Dodatkowo, zastosowanie modeli zespołowych (ensemble) w celu zwiększenia kryteriów wyboru.

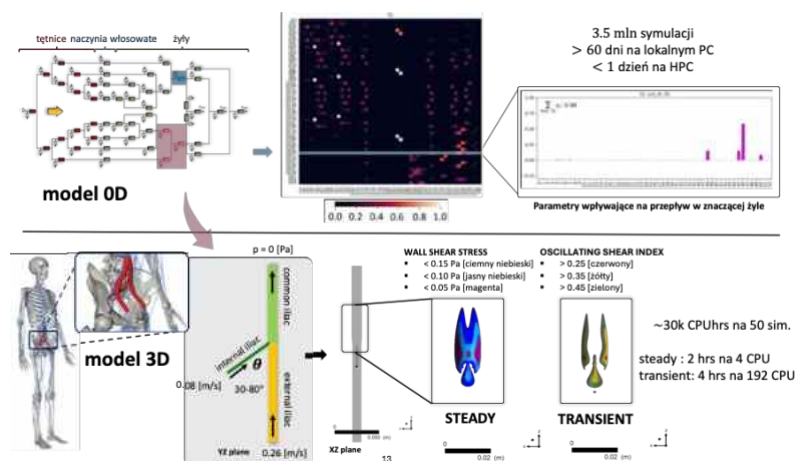
Prace zespołu zaowocowały publikacjami wykazującymi m.in.: odtwarzalne powiązania między profilami mikrobiomu jelitowego a fenotypami człowieka (w tym miarami poznawczymi i odpowiedzią na wysiłek fizyczny); mechanistyczne dowody, że bakteryjna modulacja glikokaliksu może wpływać na zakaźność SARS-CoV-2; ilościowe dowody wpływu wyboru transformacji danych i modeli na istotność cech w klasyfikacji mikrobiomowej; oraz wnioski z wielkoskalowych baz danych białkowych na temat komplementarności strukturalnej i lokalności funkcjonalnej.

Głównym źródłem finansowania zewnętrznego zespołu w latach 2024–2025 jest Narodowe Centrum Nauki (projekty WEAVE-Unisono z Uniwersytetem w Bazylei oraz SONATA z zespołem KIT-Łukasiewicz), a w 2025 r. zespół pozyskał grant FNP First Team FENG na budowę generatywnego modelu fundamentalnego ludzkiego mikrobiomu jelitowego (start realizacji: lipiec 2026 r.). Filip Schymik i Jakub Wojciechowski otrzymali nagrody (najlepszy poster / najlepsze wystąpienie) na XVIII Sympozjum Polskiego Towarzystwa Bioinformatycznego w Białymstoku, a Tomasz Kościółek i Sylwia Bożek zostali wybrani do Zarządu PTBI na kadencję 2026–2029.

Extreme-scale Data and Computing

W 2025 r. Magdalena Otta obroniła pracę doktorską na University of Sheffield realizowaną w ramach Sano, dotyczącą integracji modeli hemodynamicznych 0-D i 3-D z narzędziami przetwarzania obrazów medycznych na potrzeby budowy cyfrowych bliźniaków układu żylnego (współpraca z Royal Free Hospital w Londynie). Potencjał wdrożeniowy tych prac

doceniła Fundacja na rzecz Nauki Polskiej, przyznając zespołowi grant PRIME wspierający komercjalizację wyników (dalsze prace kontynuowane w 2026 r. przez dr Ottę jako postdoc w Sano).



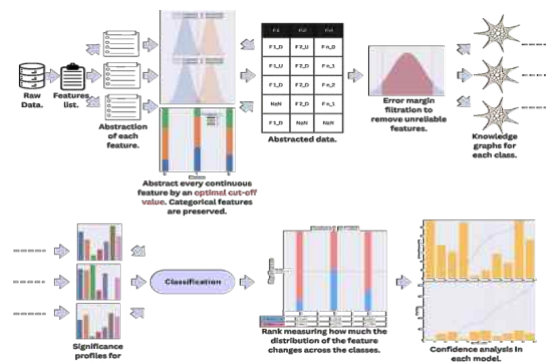
Równolegle prowadzono prace nad spersonalizowanym, zamkniętym modelem układu sercowo-naczyniowego z regulacją odruchu baroreceptorowego, reagującym na stres ortostatyczny – w 2025 r. skoncentrowano się na personalizacji modelu (kwantyfikacja i kalibracja 58-parametrowego modelu nieliniowego z użyciem globalnej optymalizacji/ewolucji różnicowej), co ujawniło ograniczenia klasycznych metod optymalizacji dla sztywnych modeli fizjologicznych o niepewnych parametrach.

W obszarze uczenia federacyjnego dla analizy obrazowania mózgu zbadano wpływ różnych technik normalizacji intensywności MRI (symulujących warunki nie-IID) na modele segmentacji guzów mózgu, wykazując, że metody FL są odporne na niespójnie znormalizowane dane klientów i osiągają wyniki porównywalne z modelem scentralizowanym – co jest istotne dla ochrony prywatności danych medycznych. Rozwinięto też rozwiązania z zakresu obliczeń bezserwerowych (prototyp DataPlug dla formatu SRA używanego w transkrytomice) oraz przeanalizowano mechanizmy zdalnego dostępu do pamięci RAM w klastrach HPC Cyfronetu (Ares, Helios) pod kątem zastosowań transkryptomicznych i metagenomicznych.

Piotr Kica (magistrant) otrzymał III miejsce w XVIII edycji konkursu PTIB na najlepszą pracę magisterską z inżynierii biomedycznej. W 2025 roku w zespole Extreme-scale Data and Computing Jan Fiszer obronił pracę magisterską pt. „Uczenie klasyczne a federacyjne w obrazowaniu medycznym. Studium przypadku segmentacji guzów mózgu z uwzględnieniem różnych metod normalizacji danych” na AGH w Krakowie. Pod opieką Dominiki Ciupek i Macieja Malawskiego obroniona została też praca inżynierska pt. „Narzędzia do automatycznej analizy obrazowania mózgu w zastosowaniach medycznych”, której autorami byli Władysław Nieć, Jeremiasz Śliwiński, Przemysław Rola i Mateusz Marecki, a promotorem na AGH dr inż. Katarzyna Rycerz

Computational Intelligence

Zespół realizował program badawczy ukierunkowany na rozwój metod sztucznej inteligencji dla medycyny precyzyjnej, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wyjaśnialnych, odpornych na zmienność danych i zdolnych do uczenia ciągłego, obejmujący diagnostykę chorób alergicznych, nowotworowych i kardiologicznych oraz analizę biomarkerów molekularnych. Prace koncentrowały się na: rozwoju systemu CACTUS jako wyjaśnialnej architektury klasyfikacyjnej, podejściach wieloagentowych do modelowania zmienności decyzji klinicznych, integracji danych multimodalnych (EHR, dane laboratoryjne, proteomika OLINK, dane demograficzne) oraz identyfikacji biomarkerów w raku pęcherza moczowego i wczesnym nadciśnieniu tętniczym.



CACTUS – narzędzie wyjaśnialnej sztucznej inteligencji usprawniające analizę małych zbiorów danych klinicznych

We współpracy z Wojewódzkim Szpitalem Rehabilitacyjnym dla Dzieci w Ameryce opracowano i przetestowano hybrydowe (LLM + reguły) systemy wspomagania decyzji klinicznych w alergologii dziecięcej, wykazując przewagę modeli wyjaśnialnych nad klasycznym ML pod względem stabilności cech i odporności na szum. Kluczowym rezultatem była publikacja w IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (2025) dotycząca stabilności cech predykcyjnych modeli w warunkach małych prób. Rozwijano również metody eksploracji reguł logicznych z grafów wiedzy z użyciem probabilistycznego programowania w odpowiedzi zbiorów, jako fundament dla architektur wyjaśnialnego wnioskowania. W ramach współpracy klinicznej odbyło 5 wyjazdów służbowych do jednostek medycznych partnerskich (Wojewódzki Szpital Rehabilitacyjny dla Dzieci w Ameryce, Szpital w Tucholi).

Programiści naukowcy

Zespół Programistów Naukowych wspiera zespoły badawcze Sano w zakresie wymagań obliczeniowych, współpracując przy rozwoju systemów wykorzystujących infrastrukturę HPC (CYFRONET / PL-Grid) oraz własne zasoby Sano. W 2025 r. zespół koncentrował się na tworzeniu dedykowanych aplikacji i interfejsów dla zespołów badawczych, utrzymaniu wdrożonych usług (Model Execution Environment, HPHOB, usługi IP/NFS dla CM UJ) oraz działaniach Verification, Validation and Uncertainty Quantification (VVUQ) w projekcie GEMINI. Istotnym wydarzeniem było przygotowanie – wspólnie z University of Sheffield – czterodniowego wydarzenia CFD Modelathon zaplanowanego na styczeń 2026 r. Zespół koordynuje też udział Sano w federacji danych badawczych RODBUK.

3.2 Nagrody

W 2025 r. pracownicy i doktoranci Sano otrzymali następujące nagrody i wyróżnienia udokumentowane w raporcie z realizacji Przedsięwzięcia Ministra:

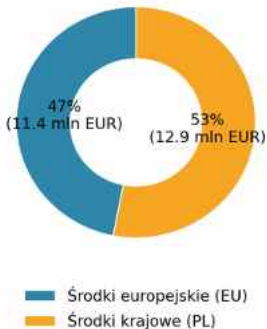
Lp.	Osoba	Nagroda / wyróżnienie	Miejsce / okazja
1	Monika Pytlarz	Nagroda za najlepszy referat i prezentację (Komitety Naukowy i Organizacyjny) za pracę „Interpretable Machine Learning with SHAP for Glioma Grading Using HLA-DR-Stained Histology and Multi-Feature Analysis”	6th Central European Biomedical Congress (CEBC 2025), Kraków
2	Filip Schymik	Nagroda za najlepszy poster	XVIII Sympozjum Polskiego Towarzystwa Bioinformatycznego, Białystok
3	Jakub Wojciechowski	Nagroda za najlepsze wystąpienie	XVIII Sympozjum Polskiego Towarzystwa Bioinformatycznego, Białystok
4	Piotr Kica	III miejsce w konkursie na najlepszą pracę magisterską z dyscypliny Inżynierii Biomedycznej	XVIII edycja konkursu PTIB, Polska
5	Tomasz Kościółek, Sylwia Bożek	Wybór do Zarządu Polskiego Towarzystwa Bioinformatycznego (PTBI) na kadencję 2026–2029	PTBI (>160 członków w Polsce)
6	Rosmary Blanco (projekt NEED)	Zakwalifikowanie do akceleratorów dla startupów: KRK InnoTech Starter 2026 oraz LifeScience Krakow Innovation 2025	Kraków

3.3 Granty badawcze i współpraca międzynarodowa

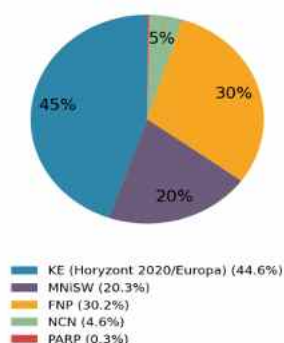
Sano jest niezależną fundacją powstałą przy wsparciu dwóch grantów założycielskich: Teaming for Excellence Komisji Europejskiej (2019–2026) oraz MAB POIR z Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (2019–2023). Kontynuacją tego finansowania jest Przedsięwzięcie Ministra (PM, 2024–2026, umowa nr MEiN/2023/DIR/3796) oraz inne pozyskane źródła finansowania projektów badawczych. W 2025 roku Agenda Badawcza Sano została zaktualizowana i opublikowana w formie książki (ebook) oraz na stronie sanoscience.org.

Zespół ds. rozwoju w Sano aktywnie poszukuje dodatkowych partnerów publicznych i komercyjnych sponsorujących badania Sano po roku 2027. Poniższe wykresy przedstawiają łączne, dotychczas pozyskane przez Sano finansowanie badawcze w podziale na pochodzenie (krajowe/PL vs. europejskie/EU) oraz źródło (KE, MNiSW, FNP, NCN, PARP); podane kwoty wyrażono w EUR.

Pozyskane finansowanie Sano wg pochodzenia środków (stan łączny, 2025)



Pozyskane finansowanie Sano wg źródła (EUR, stan łączny, 2025)



Projekty badawczo-rozwojowe realizowane w Sano w 2025 roku

Nazwa projektu	Tytuł projektu	Uwagi
PRELUDIUM	<i>Multimodalne uczenie głębokie w nieinwazyjnej diagnostyce nadciśnienia płucnego na podstawie obrazowania metodą rezonansu magnetycznego</i>	współpraca z USA
PRELUDIUM	<i>Zrozumienie wpływu zmienności anatomii żył na miejscową hemodynamikę u pacjentów z zakrzepicą żył głębokich kończyny dolnej: podejście oparte na modelowaniu kształtu statystycznego</i>	współpraca z Wielką Brytanią
PRELUDIUM	<i>Obrazowanie metodą dyfuzyjnego rezonansu magnetycznego w celu dokładnego monitorowania istoty białej w tkance okołoguzowej w celu lepszego planowania leczenia chirurgicznego, poprawy precyzji i lepszego przewidywania w neuroonkologii</i>	współpraca z Włochami
PRELUDIUM*	Algorytm AI do monitorowania leczenia przerzutów nowotworowych do mózgu z uwzględnieniem hybrydowej niepewności predykcji wraz z niepewnością wyjaśnialności modelu w odniesieniu do zmienności w segmentacjach radiologów.	współpraca z USA
SONATA	One step to game changer. Leczenie skojarzone z użyciem środków przeciw drobnoustrojom oparte na sztucznej inteligencji oraz nanotechnologii w celu zwalczania wymagających infekcji stopy cukrzycowej	Krakowski Instytut Technologiczny (KIT), Sieć Badawcza Łukasiewicz, Polska
SONATA	Multimodalne Głębokie Uczenie Geometryczne w Analizie Obrazów Medycznych	
SONATA	Połączenie ruchów oczu i funkcji mózgu w celu monitorowania zmian wywołanych udarem za pomocą fMRI	
WEAVE	Interpretacja funkcji białek w ludzkim mikrobiomie jelitowym w skali ewolucyjnej	współpraca bilateralna ze Szwajcarią
PRIME	Cyfrowy Bliźniak Przepływów Krwi: CFD w Personalizowanym Leczeniu Zastosowanie w Optymalizacji Terapii Zakrzepicy Żył Głębokich (DVT)	
FIRST TEAM FENG*	Generatywny model fundamentalny ludzkiego mikrobiomu jelitowego do tworzenia cyfrowych bliźniaków i zastosowań biomedycznych	współpraca z Estonią i Niemcami

Nazwa projektu	Tytuł projektu	Uwagi
NearData	Platforma skrajnych danych bliskiego zasięgu Extreme Near-Data Processing Platform	konsorcjum partnerów z Hiszpanii, Niemiec, Irlandii oraz Wielkiej Brytanii
GEMINI	Generacja wielkoskalowych cyfrowych bliźniaków pacjentów z udarem niedokrwiennym i krwotocznym	21 partnerów z Holandii, Włoch, Irlandii, Hiszpanii, Węgier, Francji, Niemiec, Szwajcarii, Wielkiej Brytanii i Tajwanu
THROMBORISK*	Od komórek do układów: pionierskie wielopoziomowe modele predykcji ryzyka zakrzepicy	Konsorcjum partnerów z Niderlandów, Niemiec, Belgii, Wielkiej Brytanii i Rumunii
CEREBRIS*	Multi AI-Agents na rzecz transformacji zarządzania chorobami neurologicznym	Konsorcjum partnerów z Irlandii, Norwegii, Portugalii, Wielkiej Brytanii, Belgii, Niemiec, Austrii, Hiszpanii i Szwajcarii
GAIA AI Factory*	GAIA AI Factory	konsorcjum 11 partnerów z Polski

* projekty zdobyte w 2025 roku, realizacja planowana od 2026 r.

W 2025 roku Sano pozyskało kolejne nowe projekty ze środków krajowych

- z NCN 4 nowe projekty: 2× PRELUDIUM, 2× SONATA
- z FNP 2 nowe projekty: First Team FENG i PRIME
- z PARP 7 nowych dofinansowań Granty na Eurogranty
- ze środków europejskich 3 nowe projekty

Dodatkowo Sano jest częścią konsorcjum VHTnet (umowa ramowa EC-CNECT/LUX/2024/OP/001), w ramach którego rozwijana i utrzymywana będzie zaawansowana platforma Virtual Human Twins (VHT), zapewniająca dostęp do danych, zasobów i narzędzi wspierających badaczy, innowatorów i klinicystów.

W 2025 r. Sano złożyło ponadto kolejne wnioski o finansowanie będące w trakcie oceny: ze środków krajowych – NCN, FNP, NCBR oraz ze środków europejskich – ERC Consolidator oraz 4 projekty konsorcjalne do Horyzont Europa.

Po 5 latach działalności badawczej Fundacja osiągnęła m.in.: 111 publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i 78 publikacji pokonferencyjnych; 7 międzynarodowych i 10 krajowych projektów badawczo-rozwojowych; 9 projektów komercyjnych (w tym prace z Randox Laboratories Ltd., Wielka Brytania oraz PRMSE B.V., Holandia); 10 nawiązanych współprac ze szpitalami; zagraniczne kontrakty badawcze i akcelerator z udziałem inwestorów (22 współprace z biznesem); a także program inkubacyjny SanBox (6 inkubowanych projektów własnych, 1 rozwijany dalej jako spółka spin-off NEUREVEAL Sp. z o.o.).

Współpraca z partnerami krajowymi i zagranicznymi wg zespołów badawczych

Oprócz aktywnego zaangażowania w międzynarodowe i polskie konsorcja projektowe wymienione powyżej, Sano aktywnie współpracowało nad realizacją Agendy Badawczej w 2025 roku z następującymi partnerami:

	Zakres	Partnerzy
Współpraca pod względem klinicznym	Zagraniczny	University of Sheffield (UK), Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (UK), Humanitas University, Mediolan (IT), Amsterdam UMC (NL), Children's Hospital of Philadelphia (USA), University of Glasgow (UK), University of Pennsylvania (USA), University of Tartu (EE), University of Basel (CH), University of Leuven (BE), Queen's University of Belfast (UK), Faculty of Medicine, University of Porto (PT), Portuguese Oncological Institute – IPO (PT), MIA / AIBILI (PT), INSIGNEO – University of Sheffield (UK), Randox Laboratories (UK), CCG/ZGDV – ICT Innovation Institute
	Polski	Warszawski Uniwersytet Medyczny, Uniwersytecka Klinika Stomatologii (UKS), Szpital Karowa w Warszawie, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Nencki Institute for Molecular Neurobiology, Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Uniwersytet Jagielloński, Państwowy Instytut Medyczny MSWiA, Wojewódzki Szpital Rehabilitacyjny dla Dzieci w Ameryce, Szpital w Tucholi
Współpraca pod względem technologicznym	Zagraniczny	University of Sheffield (UK), University of Glasgow (UK), University of Pennsylvania (USA), Humanitas University (IT), Forschungszentrum Jülich (DE), University of Amsterdam UvA (NL), Children's Hospital of Philadelphia (USA), EBRAINS, University of Basel (CH), University of Tartu (EE), University of Leuven (BE), Eindhoven University of Technology (NL), University of Valladolid (ES), Universitat Rovira i Virgili (ES), Barcelona Supercomputing Centre (ES), Queen's University of Belfast (UK), Randox Laboratories (UK), CCG/ZGDV – ICT Innovation Institute (DE), INSIGNEO – University of Sheffield (UK), Faculty of Medicine, University of Porto (PT), Portuguese Oncological Institute – IPO (PT), MIA / AIBILI (PT)
	Polski	Akademia Górniczo-Hutnicza, ACK Cyfronet AGH, Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum UJ, CM UJ / Centrum Technologii Kosmicznych AGH, Łukasiewicz – KIT, Wydział Informatyki AGH Kraków, Wydział Filozoficzno-Historyczny Uniwersytetu Łódzkiego, Omicron / Uniwersytet Jagielloński, Państwowy Instytut Medyczny MSWiA, Politechnika Warszawska

3.4 Kierunki i obszary działalności badawczo-rozwojowej

Zaktualizowana Agenda Badawcza Sano na lata 2025–2028 koncentruje się na budowie kompleksowej platformy cyfrowych bliźniąt – czyli cyfrowego, spersonalizowanego odzwierciedlenia pacjenta, które integruje różnorodne dane kliniczne, biologiczne i sygnały z technik obliczeniowych oraz sztucznej inteligencji. Realizację tej wizji wspiera pięć interdyscyplinarnych zespołów badawczych:

1. **Computational Intelligence** – zespół zajmuje się badaniami nad sztuczną inteligencją i metodami uczenia ciągłego, w tym tworzeniem inteligentnych agentów i technik, które lepiej odzwierciedlają sposób, w jaki ludzie przetwarzają wiedzę.
2. **Medical Imaging and Robotics** – zespół koncentruje się na zaawansowanej analizie obrazów medycznych, symulacjach chirurgicznych, generowaniu syntetycznych danych oraz rozwoju narzędzi robotycznych wspierających diagnostykę i procedury medyczne.

3. **Structural and Functional Genomics** – bada genomikę strukturalną oraz funkcjonalną, w tym metagenomikę mikrobiomu, rozwijając bioinformatyczne narzędzia i modele predykcyjne, które umożliwiają identyfikację biomarkerów, prognozowanie przebiegu chorób i zastosowanie tych danych w praktyce klinicznej.
4. **Extreme-scale Data and Computing** – zespół odpowiada za infrastrukturę obliczeniową, integrację dużych zbiorów danych, symulacje oraz optymalizację wydajności, łącząc moc obliczeniową HPC, chmurę czy technologie brzegowe z praktycznymi zastosowaniami w medycynie obliczeniowej.
5. **Computational Neuroscience** – rozwija modele i algorytmy do analizy złożonych procesów nerwowych, łącząc teorię matematyczną z zaawansowanymi technikami uczenia maszynowego w celu lepszego zrozumienia funkcjonowania mózgu i układu nerwowego.

Wszystkie zespoły współpracują nad integrowaniem swoich wyników w jedną platformę cyfrowych bliźniąt wspierającą precyzyjną diagnostykę, prognozowanie i spersonalizowane planowanie terapii, a także translację wyników do rozwiązań klinicznych i rynkowych. Niezbędnym wsparciem działalności zespołów naukowych są zespół programistów naukowych oraz zespół wsparcia i administracji.

Poniższa tabela przedstawia powiązanie działań realizowanych w 2025 r. z pięcioma celami strategicznymi Agencji Badawczej Sano.

Cel Agencji Badawczej	Działania (2025)	Efekty
Rozwój doskonałości naukowej	Rozwój modeli AI (JointDiffusion, PR-ENDO, GEPAR3D, SimuScope, CACTUS, MRI-Synth, modele glejaka, XAI, MicrobiomeGPT) i symulacyjnych (DVT, Baroreflex, CardioSimulator)	53 opublikowane publikacje w czasopiśmie i materiałach pokonferencyjnych
Translacja nauki do praktyki	Rozwój współpracy klinicznej i przemysłowej (10 szpitali, w tym Randox, PRMSE); rozwój CardioSimulator; wspólne projekty B+R	Liczba partnerstw: 10
Edukacja i rozwój kompetencji	Seminaria Sano, udział w konferencjach, kształcenie studentów i młodych naukowców w projektach badawczych	180 seminariów; organizacja/współorganizacja KCCM2025; 9 młodych badaczek w programie STEM
Wkład w cyfryzację opieki zdrowotnej	Rozwój platformy digital twin i narzędzi AI (integracja danych, uczenie federacyjne, technologie chmurowe)	Modele cyfrowe i narzędzia analityczno-symulacyjne, nowe metody uczenia federacyjnego, środowiska bezserwerowe
Wspieranie przedsiębiorczości	Program SanBox; rozwój projektu NEED; złożenie wniosku patentowego; udział w przetargu VHT Platform	10 projektów (9 komercyjnych + 1 spin-off); 1 start-up (NEUREVEAL Sp. z o.o.)

Międzynarodowy program studiów doktoranckich Sano, zapoczątkowany w 2021 r., był kontynuowany także w 2025 roku. W pracę nad projektami a także swoimi pracami doktoranckimi w Sano zaangażowanych było 24 doktorantów.

Sano daje swoim doktorantom możliwość skorzystania ze szkoleń i programów wymiany studenckiej organizowanych wspólnie przez zagraniczne instytucje edukacyjne należące do konsorcjum Sano. Programy studiów oferowane m.in. przez University of Sheffield i innych naszych międzynarodowych partnerów obejmują zarówno krótkie wizyty, jak i dłuższe staże. Dalsze zaangażowanie University of Sheffield bazuje na wspieraniu studentów, którzy ukończyli drugi rok studiów doktoranckich, kiedy to nacisk przenosi się z ustrukturyzowanego szkolenia na kompleksowe wsparcie dla indywidualnych działań badawczych. Szczególna uwaga zostanie poświęcona studentom, którzy wkrótce ukończą studia, tak aby dać im wsparcie i informacje zwrotne w zakresie pisania prac doktorskich. Dzięki udziałowi w sieci doktorskiej ThromboRisk (Maria Skłodowska-Curie Doctoral Network) w 2026 roku rozpoczną się 2 międzynarodowe doktoraty przy współpracy z University of Amsterdam i Technical University of Eindhoven.

3.5 Budowanie kompetencji i struktura zatrudnienia

Aby rozwijać kompetencje i umiejętności personelu, Fundacja realizuje kompleksowy program rozwoju zawodowego (seminaria, warsztaty), uzupełniany szkoleniami organizowanymi przez międzynarodowych partnerów oraz zewnętrznymi działaniami szkoleniowymi. Specjalny zespół ds. talentów, na czele którego stoi doświadczony ekspert, realizuje wszystkie działania związane z tym rozbudowanym programem rozwoju zawodowego.

W 2025 r. Sano zapoczątkowało programu „Sano Scholarship for Empowering Women in STEM”, którego celem jest wsparcie utalentowanych kobiet w nauce i budowanie ich kompetencji obliczeniowych do rozwiązywania realnych wyzwań w ochronie zdrowia. W całym 2025 roku wzięło w nim udział 9 stypendystek, które z powodzeniem współpracowały z zespołami naukowymi w Sano.

Na koniec 2025 r. Sano zatrudniało 93 osoby - 70 członków zespołów badawczych pracujących w pełnym lub niepełnym wymiarze czasu oraz 23 członków zespołów wsparcia i rozwoju, zajmujących się m.in. finansami, działalnością operacyjną, zarządzaniem projektami, rozwojem działalności, prawem i ochroną danych oraz zarządzaniem zasobami ludzkimi.

Doktoranci i magistranci są bezpośrednio zaangażowani w realizację eksperymentów, opracowywanie i analizę danych, przygotowywanie raportów oraz współtworzenie publikacji naukowych. Stypendystki programu STEM prowadzą analizy danych medycznych i bioinformatycznych, modelowanie procesów zdrowotnych oraz wspierają zespoły badawcze w opracowywaniu rozwiązań technologicznych.

3.6 Promocja i popularyzacja

Zgodnie ze strategią komunikacji i marketingu opartą na budowaniu rozpoznawalności Sano oraz popularyzowaniu wyników badań, Fundacja rozwija merytoryczną stronę internetową sano.science oraz przygotowuje comiesięczny newsletter. Wraz z postępem prac badawczych budowane są relacje medialne i przygotowywane informacje prasowe.

Od czerwca 2020 roku Sano organizuje cotygodniowe seminaria naukowe (Sano Seminars) z zakresu medycyny obliczeniowej – do końca 2025 r. odbyło się ich łącznie ponad 180 (nagrania większości dostępne są na kanale YouTube Sano). Szczególnie istotnym wydarzeniem było współorganizowanie konferencji **Krakow Conference on Computational Medicine 2025**, która odbyła się w dniach 15–17 października 2025 r. w Krakowie. Konferencja, zorganizowana przez Sano we współpracy z Wydziałem Informatyki AGH oraz ACK Cyfronet AGH, odbyła się pod hasłem „Enhancing Virtual Human Twin with AI solutions”. Wydarzenie zgromadziło badaczy, lekarzy, inżynierów i ekspertów zajmujących się m.in. modelowaniem medycznym, analizą obrazów, uczeniem maszynowym, wysokowydajnymi obliczeniami oraz cyfrowymi bliźniakami człowieka. Integralną częścią konferencji były **warsztaty i tutoriale praktyczne**, skierowane przede wszystkim do lekarzy i naukowców. Obejmowały one m.in. zagadnienia osi mózg–jelito (brain-gut axis), wyjaśnialnej sztucznej inteligencji i projektu CACTUS, obliczeń HPC, prawnych aspektów tworzenia rozwiązań AI, wizualizacji danych medycznych w wirtualnej rzeczywistości oraz automatyzacji procesów VVUQ. Zajęcia odbywały się w Sano oraz w ACK Cyfronet AGH.

Naukowcy Sano reprezentowali Fundację jako prelegenci zarówno na konferencjach stricte naukowych (m.in. MICCAI, IROS, WACV, ICCS, eScience, CCGrid, AIME), jak i popularno-naukowych o istotnym oddziaływaniu społecznym, np. Copernicus Festival 2025 w Krakowie (wystąpienie Pauliny Tworek pt. „Sztuczna inteligencja na dyżurze. Czy lekarz to zawód wymierający?”) oraz Life Science Open Space (LSOS) 2025 w Krakowie (m.in. wystąpienie Rosmary Blanco „What do you NEED to fight Dementia?”). Fundacja kontynuowała również organizację cyklicznych spotkań Neuropizza, współorganizowanych z Instytutem Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, obejmujących neurobiologię, psychologię, biologię, medycynę i inżynierię biomedyczną.

Jeśli chodzi o szereg działań popularyzacyjnych podejmowanych przez Sano w 2025 r., warto wymienić następujące:

Copernicus Festival 2025: Sano było partnerem festiwalu, a jego przedstawiciele uczestniczyli w programie poświęconym sztucznej inteligencji, mózgowi i przyszłości medycyny. Paulina Tworek wygłosiła wykład dotyczący wpływu AI na zawód lekarza, natomiast Jan K. Argasiński moderował debatę dotyczącą świadomości sztucznej inteligencji.

Sano uczestniczyło również w **LifeScience4EU**, międzynarodowym wydarzeniu poświęconym przyszłości europejskiego sektora life science. Maciej Malawski reprezentował Sano w panelu dotyczącym mierników sukcesu w innowacjach MedTech i Digital Health. Dyskusje koncentrowały się na możliwościach wykorzystania technologii cyfrowych w ochronie zdrowia, regulacjach oraz sposobach zwiększania skali wdrażania innowacji.

Sano angażowało się także w wydarzenia związane z **prawnymi i etycznymi aspektami sztucznej inteligencji**. Zespół Legal & Data Protection Sano współorganizował warsztat „Implementing Intelligence: Legal Challenges in Creating AI Solutions” podczas 20th International Conference on Artificial Intelligence and Law (ICAAIL 2025) w Chicago.

Sano było strategicznym partnerem **12th Central European Life Sciences Conference (LSBC 2025)** w Krakowie, odbywającej się pod hasłem „DNA of Capital”. Przedstawiciele Sano uczestniczyli w panelach dotyczących m.in. AI i cyfrowych bliźniaków w ochronie zdrowia.

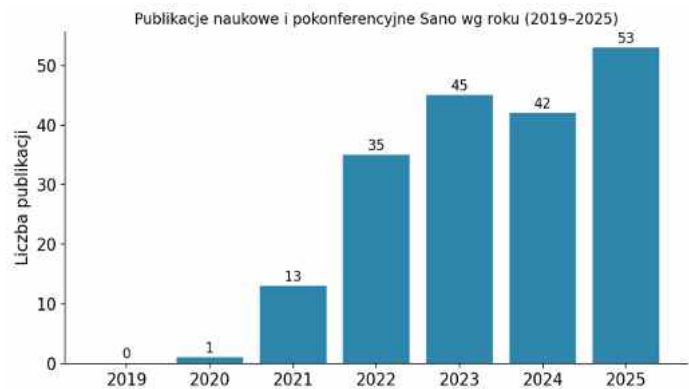
Ważnym elementem działalności popularyzatorskiej Sano w 2025 roku był również udział w **Małopolska Programuje Festival**, którego dziewiąta edycja skupiała się na edukacji cyfrowej, sztucznej inteligencji i rozwijaniu kompetencji technologicznych. Sano uczestniczyło także w wydarzeniach z cyklu **Career in Life Science**, skierowanych do studentów i osób rozpoczynających karierę naukową.

Efekty projektu NEED (wczesne wykrywanie demencji, zespół Computational Neuroscience) zostały wybrane do dwóch programów akceleracyjnych dla startupów: KRK InnoTech Starter 2026 oraz LifeScience Krakow Innovation 2025, co stanowi istotny krok w kierunku komercjalizacji wyników badań Sano.



3.7 Pełny wykaz publikacji w 2025 r.

Do końca 2025 roku łączna liczba opublikowanych przez naukowców Sano artykułów w czasopismach wynosi 112 a w dorobku Sano znajduje się dodatkowo 77 publikacji w recenzowanych materiałach konferencyjnych (m.in. MICCAI, SC, IROS, ISMAR, ICCS). Poniższy wykres przedstawia liczbę publikacji Sano w podziale na lata funkcjonowania Fundacji.



Poniższa tabela przedstawia pełny wykaz 52 publikacji naukowych i pokonferencyjnych, których współautorami są naukowcy z Sano.

Lp.	Typ	Tytuł	Autorzy Sano	Czasopismo / konferencja
1	Cz	Mixed-Reality Visualization of Impacted Teeth: A Survey of Undergraduate Dental Students	A. Garlicka, M. Bilińska, K. Kramarczyk, K. Chrobocinski, P. Korzeniowski, P. S. Fudalej	Journal of Clinical Medicine
2	Cz	JointDiffusion: Joint representation learning for generative, predictive, and self-explainable AI in healthcare	J. Kaleta, P. Skiers, J. Dubiński, P. Korzeniowski, T. Trzciński, J. M. Tomczak, K. Deja	Computerized Medical Imaging and Graphics
3	K	PR-ENDO: Physically Based Relightable Gaussian Splatting for Endoscopy	J. Kaleta, W. Smolak-Dyżewska, D. Malarz, D. Dall'Alba, P. Korzeniowski, P. Spurek	MICCAI 2025
4	K	GEPAR3D: Geometry Prior-Assisted Learning for 3D Tooth Segmentation	T. Szczepański, S. Płotka, M. Grzeszczyk, A. Adamowicz, P. Fudalej, P. Korzeniowski, T. Trzciński, A. Sitek	MICCAI 2025
5	K	SimuScope: Realistic Endoscopic Synthetic Dataset Generation through Surgical Simulation and Diffusion Models	S. Martyniak, J. Kaleta, D. Dall'Alba, M. Naskręt, S. Płotka, P. Korzeniowski	WACV 2025
6	K	RegScore: Scoring Systems for Regression Tasks	M. K. Grzeszczyk, T. Szczepański, P. Renc, S. Yoon, J. Charton, T. Trzciński, A. Sitek	MICCAI 2025
7	K	VERAGMIL: Virtual Environment for Scooping Granular Foods with Imitation Learning Models	A. Ergogo, D. Dall'Alba, P. Korzeniowski	IROS 2025
8	Cz	PitVis-2023 challenge: Workflow recognition in videos of endoscopic pituitary surgery	(wielu autorów), S. Płotka, J. Kaleta i in.	Medical Image Analysis
9	K	LumiGauss: Relightable Gaussian Splatting in the Wild	J. Kaleta, K. Kania, T. Trzciński, M. Kowalski	WACV 2025
10	Cz	Direct estimation of fetal biometry measurements from ultrasound video scans through deep learning	S. Płotka i in. (14 autorów)	American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM
11	K	Artificial Intelligence for Adaptive Planning of Healthcare Projects	T. Grzeszczyk, P. Korzeniowski	ECKM
12	Cz	Real-time placental vessel segmentation in fetoscopic laser surgery for TTTS	S. Płotka i in. (11 autorów)	Medical Image Analysis

Lp.	Typ	Tytuł	Autorzy Sano	Czasopismo / konferencja
13	Cz	Segmenting the Inferior Alveolar Canal in CBCTs Volumes: The ToothFairy Challenge	F. Bolelli i in., M. Wodzinski, T. Szczepanski, M. K. Grzeszczyk, P. Korzeniowski i in.	IEEE Trans. on Medical Imaging
14	Cz	Stylometry recognizes human and LLM-generated texts in short samples	K. Przystalski, J. K. Argasiński, I. Grabska-Gradzińska, J. K. Ochab	Expert Systems with Applications
15	Cz	Data reconstruction from machine learning models via inverse estimation and Bayesian inference	A. Hartoyo, D. Ciupek, M. Malawski, A. Crimi	Scientific Reports
16	Cz	Reshaped functional connectivity gradients in acute ischemic stroke	C. Koba, J. Falcó-Roget, A. Crimi	NeuroImage: Clinical
17	Cz	A non-local diffusion MRI tract density biomarker to stratify, predict, and interpret survival rates in human glioblastoma	J. Falcó-Roget, G. A. Basile, A. Janus, S. Lillo, L. S. Politi, J. K. Argasinski, A. Cacciola	Neuro-Oncology
18	K	Enhanced CT Image Reconstruction Using VMD-Based Quaternion Bilateral Filtering	M. Nasr, K. Brzostowski, A. Piórkowski	ICCCI
19	Cz	A novel approach for CT image smoothing: Quaternion Bilateral Filtering for kernel conversion	M. Nasr, A. Piórkowski, K. Brzostowski, F. E. Abd El-Samie	Computers in Biology and Medicine
20	Cz	Comparative analysis of noise estimation methods in computed tomography images	M. Nasr, K. Brzostowski, R. Obuchowicz, F. E. Abd El-Samie, A. Piórkowski	Digital Signal Processing
21	Cz	Cancelable biometric authentication leveraging EMD and quaternion representations for IoT security	M. Nasr, K. Brzostowski, A. Piórkowski, F. E. Abd El-Samie	Scientific Reports
22	Cz	Three-factor learning in spiking neural networks: overview of methods and trends from an ML perspective	S. Mazurek, J. Caputa, J. K. Argasiński, M. Wielgosz	Patterns
23	Cz	Exploiting Graph Convolutional Networks for Insightful Classification and Explanation of Traumatic Brain Injury	T. Currier, J. Falcó-Roget, E. Rostami, S. Vitabile, A. Crimi	IEEE Access
24	Cz	Differential involvement of neurotransmitter pathways in AD, bvFTD and MCI: Whole-brain MRI analysis	R. F. Morais i in.	Neurobiology of Disease
25	Cz	Synergistic eigenanalysis of covariance and Hessian matrices for enhanced binary classification on health datasets	A. Hartoyo, J. Argasinski, A. Trenk, K. Przybylska, A. Blasiak, A. Crimi	Computers in Biology and Medicine
26	Cz	Large protein databases reveal structural complementarity and functional locality	P. Szczerbiak, L. M. Szydlowski, W. Wydmański, P. D. Renfrew, J. Koehler Leman, T. Kosciolk	Nature Communications
27	Cz	Effects of data transformation and model selection on feature importance in microbiome classification data	P. Szczerbiak, L. M. Szydlowski, W. Wydmański, P. D. Renfrew, J. Koehler Leman, T. Kosciolk	Nature Communications
28	Cz	SARS-CoV-2 infectivity can be modulated through bacterial grooming of the glycocalyx	C. Martino i in., T. Kosciolk i in.	mBio
29	Cz	Gut microbiome and blood biomarkers reveal differential responses to aerobic and anaerobic exercise	K. Humińska-Lisowska, M. Michałowska-Sawczyn, T. Kosciolk, P. P. Łabaj i in.	Scientific Reports
30	Cz	Experimental methods for studying amyloid cross-interactions	A. Kalitnik i in.	Protein Science
31	Cz	Synthetic deformed α -helical PSM α 3 as a selective inhibitor of human amyloid aggregation	A. Kalitnik, A. W. Wojciechowska, J. W. Wojciechowski i in.	Scientific Reports
32	K	Explainable AI for Bioactivity Prediction: CDK2/CDK4/CDK6 Breast Cancer Dataset	A. Sułek, J. Klimczak, J. Jończyk, T. Kosciolk, T. Danel, B. Pucelik	ICCS
33	Cz	Gut microbiome and cognitive function in the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos	N. Palacios i in., T. Kosciolk i in.	Journal of Alzheimer's Disease

Lp.	Typ	Tytuł	Autorzy Sano	Czasopismo / konferencja
34	Cz	High-altitude mountaineering induces adaptive gut microbiome shifts associated with dietary intake and performance markers	E. Karpecka-Gałka, K. Zielińska, B. Frączek, P. P. Łabaj, T. Kościótek, K. Humińska-Lisowska	Scientific Reports
35	Cz	Role of miR-21-5p in the pathogenesis of abdominal aortic aneurysm regarding the Th17 pathway	D. Studzińska i in.	IJC Heart & Vasculature
36	Cz	Shall we call for a doctor? How to build trust toward AI in healthcare	K. Kolasa, K. Nicholson, N. Laskowska, K. Milian, D. Ciupek	Health Policy
37	Cz	Sensitivity analysis for exploring the variability and parameter landscape in virtual patient cohorts of multivessel coronary artery disease	P. Hilhorst, B. van de Wouw, K. Zając, M. van 't Veer, F. van de Vosse, W. Huberts	Phil. Trans. of the Royal Society A
38	K	Shape vs flow: a 2D statistical shape analysis of the projection of common iliac veins in patients with DVT	M. Otta, K. Zając, M. Malawski, I. Halliday, C. Lim, J. Tsui, A. Narracott	ShapeMI MICCAI 2025
39	K	Validation of Various Normalization Methods for Brain Tumor Segmentation: Can Federated Learning Overcome This Heterogeneity?	J. Fiszer, D. Ciupek, M. Malawski	MICCAI 2025
40	K	Towards Sensitivity Analysis: 3D Venous Modelling in the Lower Limb	M. Otta, K. Zając, M. Malawski, I. Halliday, C. Lim, J. Tsui, A. Narracott	ICCS 2025
41	K	Towards LLM-assisted Execution Planning and Optimizing of Bioinformatics Batch Processing	P. Kica, M. Orzechowski, M. Malawski	Utility and Cloud Computing
42	K	EXPBrain: Exponential Integrators for Glioblastoma Brain Tumor Simulations	M. Pabisz, D. Ciupek, A. Vilkh, M. Paszyński	ICCS 2025
43	K	Accelerating Cloud-Based Transcriptomics: Performance Analysis and Optimization of the STAR Aligner Workflow	P. Kica, S. Lichołaj, M. Orzechowski, M. Malawski	ICCS 2025
44	K	Serverless Approach to Running Resource-Intensive STAR Aligner	P. Kica, M. Orzechowski, M. Malawski	CCGrid 2025
45	K	Solutions for Distributed Memory Access Mechanism on HPC Clusters	J. Meizner, M. Malawski	eScience
46	Cz	Concurrency of the exponential integrators for the glioblastoma brain tumor simulations	M. Pabisz, A. Vilkh, D. Ciupek, M. Woźniak, M. Paszyński	Computers & Mathematics with Applications
47	Cz	Stability of Machine Learning Predictive Features Under Limited Data	K. Capała, P. Tworek, J. Sousa	IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering
48	Cz	Artificial Intelligence predicts GBA1 mutated status in Parkinson's Disease patients	G. Di Rauso i in., L. Gherardini i in.	Movement Disorders Clinical Practice
49	K	Machine Learning-Based Decision Support for Allergy Diagnosis: Real-World Implementation in a Hospital Setting	P. Tworek, M. Szczypka, J. Kahan, M. Mikołajczyk, R. Lewandowski, J. Sousa	AIME 2025
50	K	Explainable AI for Allergy Diagnosis: A CACTUS Framework to Address Doctor Variability	L. Gherardini, P. Tworek, M. Szczypka, Y. Khan, M. Mikołajczyk, R. Lewandowski, J. Sousa	AIME 2025
51	K	Compositional Knowledge Graph for Clinical Decision Support in Pediatric Allergy Diagnostics	Y. Khan, P. Tworek, L. Gherardini, R. Lewandowski, M. Mikołajczyk, J. Sousa	ACDSA 2025
52	K	Patterns Beyond Labels: Clustering Allergy Diagnoses in Overlapping Clinical Profiles	M. Szczypka, P. Tworek, J. Kahan, M. Mikołajczyk, R. Lewandowski, J. Sousa	ICPRS 2025

Legenda: Cz – publikacja w czasopiśmie; K – publikacja pokonferencyjna.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 857533 and from the International Research Agendas Programme of the Foundation for Polish Science No MAB PLUS/2019/13.



**European
Funds**
Smart Growth



**Republic
of Poland**



**Foundation for
Polish Science**

European Union
European Regional
Development Fund



**Ministry of Science and Higher Education
Republic of Poland**

Funded by the initiative of the Minister of Science and Higher Education
"Support for the activities of Centers of Excellence established under the Horizon 2020 program"