



sano

Sano

**Centrum Zindywidualizowanej Medycyny
Obliczeniowej Międzynarodowa Fundacja
Badawcza**

Sprawozdanie z działalności Fundacji w 2023 roku

Raport roczny Sano za rok 2023

Spis treści

1	Ogólne informacje na temat Sano	3
1.1	Dane dotyczące rejestracji.....	3
1.2	Cele i założenia Sano.....	3
1.3	Zakres działalności	4
2	Struktura organizacyjna Sano	5
2.1.1	Informacje ogólne	5
2.1.2	Zespół Sano.....	5
3	Kluczowa działalność i kluczowe osiągnięcia w 2023 r.	6
3.1	Kierunki i obszary działalności badawczo-rozwojowej.....	8
4	Sytuacja finansowa.....	17
4.1	Struktura finansowania Sano.....	17
4.2	Źródła przychodów	17
4.3	Koszty	18
4.4	Kluczowe wskaźniki finansowe	18
5	Pozostałe obowiązkowe dane	19
5.1	Działania zlecone przez organy państwowe i samorządowe oraz skutki finansowe tych działań..	19
5.2	Rozliczenia podatkowe i składanie deklaracji podatkowych	19
5.3	Kontrole urzędowe przeprowadzone w Fundacji w okresie sprawozdawczym	20

1 Ogólne informacje na temat Sano

1.1 Dane dotyczące rejestracji

Pełna nazwa:	Sano - Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej - Międzynarodowa Fundacja Badawcza (Sano - Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej - Międzynarodowa Fundacja Badawcza)
Skrócone nazwy (wymienione w Statucie)	Sano Centrum Medycyny Obliczeniowej Sano
Siedziba:	Nawojki 11 30-072 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 Cele i założenia 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 raporcie Sano Centrum Medycyny Obliczeniowej będzie również nazywane Sano, Centrum i Fundacja.

Misja i wizja Sano

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,

technikami i technologiami spersonalizowanej diagnostyki i leczenia pacjentów oraz badań naukowych, a także w pokrewnych dziedzinach nauki i technologii

Sano powstało w wyniku międzynarodowej współpracy obejmującej następujące instytucje:

- 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,
- Narodowe Centrum Badań i Rozwoju - specjaliści z zakresu wsparcia prawnego i organizacyjnego.

1.3 Zakres działalności

Fundacja realizuje swoje cele poprzez:

- 1) prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych w sposób ciągły;
- 2) wdrażanie wyników badań do celów praktycznych;
- 3) podejmowanie współpracy z podmiotami z regionalnych, krajowych i międzynarodowych środowisk innowacyjnych, m.in. usługodawcami z zakresu opieki, firmami, organizacjami badawczymi i organizacjami pacjentów;
- 4) kompleksową działalność mającą na celu rozwój młodych naukowców;
- 5) nawiązywanie i wspieranie międzynarodowej współpracy naukowej;
- 6) 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;
- 7) prowadzenie praktycznych szkoleń, kursów i warsztatów oraz seminariów naukowych;
- 8) publikowanie wyników badań prowadzonych przez Fundację;
- 9) udział w stowarzyszeniach polskich lub zagranicznych instytucji, których cele są zbieżne z celami Fundacji;
- 10) komercjalizację wyników badań naukowych Fundacji;
- 11) promowanie kultury pracy wspierającej jakość prowadzonych badań, w tym najwyższe standardy etyczne ich prowadzenia;
- 12) rozpowszechnianie osiągnięć naukowych Fundacji.

2 Struktura organizacyjna Sano

2.1.1 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:

- 1) zarząd,
- 2) Międzynarodowy Komitet Naukowy,
- 3) Rada Fundacji.

W całym 2023 roku Sano realizowało umowę grantową MAB zawartą z Fundacją na rzecz Nauki Polskiej (grant nr MAB PLUS/2019/13), zgodnie z którą Sano otrzymuje finansowanie w kwocie ok. 45 mln zł. Ten prestiżowy projekt trwał do końca 2023 r. Następnie Sano uzyskało dotację celową w kwocie 5 mln euro od Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na lata 2024-2026. Należy również zauważyć, że w 2020 roku Sano dołączyło do konsorcjum realizującego komplementarny projekt UE „Teaming for Excellence” etap 2. Projekt ten powinien dobiec końca w 2026 roku. W ramach tego projektu Sano uzyska budżet w wysokości prawie 8,5 mln euro.

2.1.2 Zespół Sano

Od samego początku w zespole Sano jest wiele osób, które wniosły znaczący wkład w rozwój środowiska informatycznego w Małopolsce, a także we wzmacnianie współpracy ze środowiskiem medycznym w ramach wspólnych projektów badawczych. W działalność Centrum zaangażowanych jest również wielu naukowców o międzynarodowej renomie - członków Międzynarodowego Komitetu Naukowego i innych oficjalnych organów. Wśród uznanych interesariuszy są:

- dr hab. inż. Maciej Malawski, prof. AGH - z wykształcenia informatyk i fizyk teoretyczny, posiadający ponad 20-letnie doświadczenie w badaniach nad obliczeniami równoległymi i rozproszonymi, obliczeniami o wysokiej wydajności (HPC), technologiami grid computing i chmurowymi, infrastrukturą bezserwerową, naukowym przepływem pracy i zarządzaniem zasobami. Interesuje się innowacyjnymi zastosowaniami tych technologii w nauce, ze szczególnym uwzględnieniem badań biomedycznych. Jest współautorem ponad 100 publikacji, aktywnie działał w społeczności, pełniąc role kierownicze i zasiadając w komitetach głównych konferencji naukowych oraz uczestniczył 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.

- Profesor Marco Viceconti - profesor na Uniwersytecie Bolońskim i profesor wizytujący na University of Sheffield, zajmuje się biomechaniką obliczeniową. Współzałożyciel i wieloletni dyrektor prestiżowego Insigneo Institute for in Silico Medicine. Uznawany za kluczowego członka międzynarodowej społeczności badawczej zajmującej się badaniami w zakresie medycyny obliczeniowej. Jeden z dyrektorów Instytutu VPH (Virtual Physiological Human) i członek zarządu Avicenna Alliance. Autor ponad 300 publikacji naukowych.

Profesor Viceconti jest przewodniczącym Międzynarodowego Komitetu Naukowego Sano.

- 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.

Rada skupia przedstawicieli instytucji, które wniosły wkład merytoryczny w utworzenie Centrum: Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH, Klastra LifeScience Kraków, University of Sheffield, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V oraz Forschungszentrum Jülich GmbH.

We wrześniu 2023 roku Magdalena Chrzanowska dołączyła do Sano jako dyrektor generalny. Do jej obowiązków należy nadzór nad zespołem ds. wsparcia i rozwoju. Na koniec 2023 r. zarząd miał dwóch członków: wymienionych powyżej dra Malawskiego i dra Bubaka.

3 Kluczowa działalność i kluczowe osiągnięcia w 2023 r.

Postępy Sano są ciągle monitorowane zgodnie z celami projektów realizowanych w ramach programu MAB i programu Teaming w szeregu dziedzin, w tym m.in. budowanie kompetencji, doskonałość naukowa, integracja z regionalnymi/krajowymi środowiskami i międzynarodową społecznością CM, sukces gospodarczy i stabilność finansowa.

Podejście to zapewnia pożyteczne ramy pozwalające zaprezentować kluczową działalność i osiągnięcia Centrum w 2023 r. (przedstawione poniżej wraz z odniesieniami do odpowiednich kluczowych wskaźników efektywności).

Budowanie kompetencji i struktura zatrudnienia

Zgodnie z założeniami strategicznymi, w 2023 r. zakończono rekrutację do zespołów badawczych, wsparcia i rozwoju. Dalsza rekrutacja jest przeprowadzana w przypadku pojawienia się wakatu, gdy odchodzi członek zespołu lub po zakończeniu projektów.

W styczniu 2024 r. Sano zawarło umowę z Narodowym Centrum Nauki w ramach grantu NCN Weave, który został przyznany dr Tomaszowi Kościółkowi. W wyniku tego decyzją podjętą wspólnie przez zarząd Sano i dra Kościółka w Sano utworzono nowy zespół badawczy ds. genomiki strukturalnej i funkcjonalnej, finansowany z grantu NCN Weave.

Po zrealizowaniu kluczowych działań związanych z budowaniem zespołu i pozyskaniem najbardziej wykwalifikowanej kadry, działania Sano w zakresie zarządzania zasobami ludzkimi koncentrują się na utrzymaniu pracowników.

Aby zatrzymać w swoim zespole kluczowy personel (zarówno w dziale badań, jak i wsparcia), Sano realizuje kompleksowy program rozwoju zawodowego. Wewnętrzna wymiana wiedzy (w tym seminaria, warsztaty, szkoły letnie) jest uzupełniana szkoleniami organizowanymi przez naszych zaawansowanych partnerów (np. program doktorancki w USFD, KLSK Business Model Thinking lub Fraunhofer Innovation Training). Dodatkowo na otwartym rynku zamawiane są zewnętrzne szkolenia. Pod koniec 2023 roku Sano przeprowadziło analizę swoich potrzeb szkoleniowych i budżetu na rok 2024. Procedurę tę przeprowadzili głównie kierownicy liniowi, przy wsparciu dyrektora i zespołu działu ds. zarządzania zasobami ludzkimi.

Na koniec 2023 r. Sano zatrudniało 87 osób - 64 członków zespołu badawczego pracujących w pełnym lub niepełnym wymiarze godzin 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.

Personel	Liczba pracowników	Płeć		Narodowość		Wiek		
		Mężczyźni	Kobiety	Połąk	inna	20-30	31-40	41+
Badacze (wszystkie projekty)	64 (74%)	48	16	50	13	32	20	11
Wsparcie (wszystkie źródła finansowania)	23 (26%)	4	19	23	1	3	9	12
Razem	87	52 (60%)	35 (40%)	73 (84%)	14 (16%)	35 (40,23%)	29 (33,33%)	23 (26,44%)

Statystyki zatrudnienia Sano; styczeń 2024 r.

W 2023 roku nasze zespoły badawcze z pomocą zespołów wsparcia i rozwoju nadal realizowały projekty badawcze i osiągały wyniki zgodnie z misją i Agendą Badawczą Sano. Liczba publikacji Sano w prestiżowych czasopiśmie i na znaczących konferencjach stale rośnie, co przyczynia się do budowania reputacji Centrum w międzynarodowej społeczności badawczej.

Od czerwca 2020 roku Sano organizuje cotygodniowe wydarzenia edukacyjne - seminaria Sano z zakresu medycyny obliczeniowej, które ułatwiają dzielenie się wiedzą i budowanie sieci badawczych. Do końca 2023 r. odbyło się łącznie 117 takich seminariów. Większość z nich jest nagrywana (w celu potencjalnego ponownego wykorzystania w połączeniu z innymi działaniami edukacyjnymi) i można je oglądać na kanale Youtube Sano. Pełny wykaz seminariów Sano można znaleźć na stronie internetowej <http://sano.science/seminars>.

Sano dalej organizowało również regularne spotkania NEUROPIZZA, które obejmują szeroki zakres dyscyplin, w tym neurobiologię, psychologię, biologię, medycynę i inżynierię biomedyczną. Te cykliczne wydarzenia są organizowane wspólnie przez Sano oraz Laboratorium Mózgu i Zachowań (Brain and Behaviour Lab) Uniwersytetu Jagiellońskiego.

We współpracy z Codete, Sano organizuje spotkania Neurotech – wydarzenia networkingowe dla fanów neurotechnologii.

Uczelnia University of Sheffield wspiera działalność rozwojową i szkoleniową Sano związaną ze zorganizowanym programem studiów doktoranckich. W tym zakresie USFD organizuje dodatkowe szkolenia dla pracowników Sano - nie tylko dla doktorantów.

Kluczowy wskaźnik efektywności	Cel wyznaczony na lipiec 2025 r.	Postęp w realizacji celu (stan na grudzień 2023 r.)
Specjaliści ds. wsparcia badań	20	24
Niezależni badacze	10	15
Doktoranci	10	12
Osoby, które ukończyły szkolenia organizowane przez Sano	120	107
Osoby przeszkolone w Sano, w tym pracownicy i specjaliści zewnętrzni	130	402
Kursy akademickie z zakresu medycyny obliczeniowej	2	9
Zaangażowanie ekspertów zagranicznych	15	22

Wybrane kluczowe wskaźniki efektywności - działalność szkoleniowa

3.1 Kierunki i obszary działalności badawczo-rozwojowej

Cele strategiczne

Sano to instytut badawczy prowadzący działalność non-profit w zakresie rozwoju medycyny obliczeniowej. Cele strategiczne Centrum obejmują pięć obszarów:

- **Środowisko akademickie:** Dążenie do osiągnięcia pozycji jednej z wiodących europejskich instytucji akademickich zajmujących się identyfikowaniem, rozwijaniem i wdrażaniem technik medycyny obliczeniowej
- **Tłumaczenie:** Łączenie perspektyw akademickich, przemysłowych i klinicznych w celu objaśniania innowacyjnych procesów badawczo-rozwojowych, dostarczania konkurencyjnych produktów i usług na rynek oraz stymulowania zrównoważonego rozwoju
- **Edukacja:** Dostarczanie wewnętrznych i zewnętrznych programów szkoleniowych w celu rozwijania unikatowych umiejętności niezbędnych w medycynie obliczeniowej przez młode pokolenie innowatorów technologii stosowanych w opiece zdrowotnej
- **Zdrowie cyfrowe i opieka:** Wnoszenie znaczącego wkładu w cyfryzację opieki zdrowotnej, radzenie sobie z wyzwaniami zdrowotnymi, poprawę samopoczucia i spełnianie oczekiwań w zakresie wykorzystania danych i skuteczności leczenia
- **Przedsiębiorczość:** Propagowanie kultury przedsiębiorczości w Centrum w celu promowania objaśniania badań i poprawy potencjału innowacyjnego

Agenda badawcza

Agenda badawcza Sano została pierwotnie ustalona w ramach grantu MAB. Agenda opiera się głównie na zaangażowaniu pracowników medycznych, środowiska akademickiego, rządów, organizacji pozarządowych i przemysłu oraz ścisłej współpracy z nimi w celu rozwiązywania istotnych i znaczących problemów, z którymi mierzą się systemy opieki zdrowotnej. Sano działa w pięciu obszarach, które w przybliżeniu odpowiadają pięciu grupom badawczym, jakie w 2023 roku stanowiły trzon badawczy Sano:

- **Nauka o danych dotyczących zdrowia osobistego:** Nauka behawioralna i analityka danych na temat zdrowia społeczeństwa i innych rodzajów danych (np. elektronika do noszenia) w celu identyfikacji zagrożeń dla zdrowia, trendów, nieefektywności, osób z grup ryzyka, podgrup pacjentów i badania potencjalnych interwencji w całej społeczności (np. teoria szturchania).
- **Informatyka medyczna:** Multidyscyplinarne badania na styku informatyki, technologii informacyjnej, nauk behawioralnych, interakcji człowiek-komputer i sztucznej inteligencji, skupiające się na przepływach pracy w opiece zdrowotnej, zarządzaniu danymi pacjentów, wizualizacji danych, interakcji i komunikacji stosowanej w medycynie stacjonarnej i zdalnej.
- **Nauka o danych klinicznych:** Rozwój systemów wspomaganie podejmowania decyzji klinicznych z użyciem sztucznej inteligencji w oparciu o dane kliniczne i inne rodzaje informacji uzyskane z różnych źródeł lub symulacji komputerowych.
- **Dane i obliczenia w wielkiej skali:** Wydajne przetwarzanie dużych zbiorów danych z użyciem zaawansowanej infrastruktury obliczeniowej i rozwiązań obliczeniowych w miejscu kontaktu lekarza z pacjentem.
- **Nauka o danych na temat widzenia komputerowego:** Opracowanie narzędzi sztucznej inteligencji do automatycznej analizy informacji wizualnych w opiece zdrowotnej, np. badania obrazowe, endoskopia, chirurgia i inne rodzaje informacji w formie wizualnej

Międzynarodowy program studiów doktoranckich

W toku jest międzynarodowy program doktorancki Sano, który został zapoczątkowany w 2021 r.

Program nadal ma charakter multidyscyplinarny i łączy następujące dyscypliny:

- medycyna
- nauki o zdrowiu
- informatyka
- danologia
- nauki obliczeniowe
- inżynieria biomedyczna.

W 2023 roku rozbudowaliśmy wykaz instytucji, które wspierają nas w procesie nadawania stopni naukowych i organizacji programów stażowych:

- University of Sheffield
- Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- Politechnika Warszawska
- Collegium Medicum UJ
- Uniwersytet Amsterdamski
- Queen's University Belfast

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 początkowo koncentrowały się na krótkich wizytach, ale w 2024 r. zamierzamy rozszerzyć naszą ofertę staży długoterminowych. 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.

Pod koniec 2023 r. w Sano było 24 doktorantów:

- 9 w zespole ds. informatyki medycznej,
- 4 w zespole ds. widzenia komputerowego,
- 5 w zespole ds. danych i obliczeń w wielkiej skali,
- 3 w zespole ds. nauki o danych dotyczących zdrowia osobistego,
- 3 w zespole ds. danych klinicznych.

Nowy zespół badawczy został utworzony na początku 2024 r., a obecnie należy do niego jeden doktorant. Przewidujemy, że liczba doktorantów ustabilizuje się w 2024 r., biorąc pod uwagę fakt, że wszystkie zespoły osiągnęły docelową zdolność finansowania. Możliwe jest utworzenie nowych stanowisk pracy w zależności od dostępu do dodatkowych źródeł finansowania.

Projekty badawcze w toku

Grupa ds. informatyki medycznej.

Działalność grupy ds. informatyki medycznej skupia się na tworzeniu nowych systemów przepływu pracy i narzędzi na potrzeby spersonalizowanej opieki zdrowotnej zgodnie z programem badawczym MAB (Międzynarodowe Agendy Badawcze). Okres dwóch i pół roku działalności grupy ds. informatyki medycznej w okresie sprawozdawczym wykorzystano na stworzenie portfolio projektów, rekrutację członków grupy i poszukiwanie możliwości współpracy klinicznej istotnej dla portfolio w celu realizacji wizji przedstawionej w agendzie badawczej.

Dane medyczne odgrywają znaczącą rolę w podejmowaniu decyzji na wszystkich etapach. Grupa ds. informatyki medycznej korzysta z zasobów i metod pozwalających zoptymalizować pozyskiwanie, przechowywanie, pobieranie i wykorzystywanie danych dotyczących opieki zdrowotnej. Grupa wykorzystuje uczenie maszynowe do opracowywania narzędzi, które mogą być wykorzystywane w różnych warunkach klinicznych. Wykorzystuje też danologię, uczenie maszynowe i modele uczenia głębokiego (sztuczna inteligencja) w oparciu o połączenie jednego lub większej liczby wymienionych poniżej rodzajów danych pacjenta (spersonalizowanych danych): objawy pacjenta, wywiad medyczny (tj. elektroniczna kartoteka zdrowotna), wyniki badań laboratoryjnych, uwagi kliniczne, dane z badań obrazowych, dane z zakresu biologii molekularnej, czynniki społeczno-ekonomiczne, dane z symulacji przeprowadzonej dla pacjenta i inne dostępne istotne dane.

Grupa koncentruje się również na rozwoju komunikacji medycznej i przepływu pracy przy użyciu najnowocześniejszych technologii, w tym sztucznej inteligencji (AI), rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej (VR/AR) oraz robotyki. Ponadto tworzy najnowocześniejsze algorytmy widzenia komputerowego wykorzystujące techniki głębokiego uczenia się, systematycznie wypełniając lukę między sztuczną inteligencją a klinicystami, aby budować większe zaufanie do modeli wspomagających stosowanych w planowaniu leczenia. Wykorzystujemy środowiska wirtualne, aby ułatwiać wymianę danych i wymianę wiedzy między klinicystami w ramach współpracy społecznej, a nasze symulatory chirurgiczne pomagają w rozwijaniu kompetencji i badaniach. Prowadzone przez nas badania nad systemami robotycznymi wykorzystują symulacje różnicowe w głębokim uczeniu się przez wzmacnianie do zwiększania ich możliwości autonomicznych.

W 2023 r. główne kierunki badań grupy ds. informatyki medycznej były następujące:

- **Automatyczne szacowanie masy urodzeniowej dla płodu:** Dokładne szacowanie masy urodzeniowej dziecka ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa opieki okołoporodowej, w tym podejmowania decyzji o tym, kiedy przeprowadzić poród i w jaki sposób. Pozwala również zaradzić ryzyku okołoporodowemu. Opracowujemy zautomatyzowane systemy sztucznej inteligencji wykorzystywane do szacowania masy płodu na podstawie danych ultrasonograficznych i pracujemy nad ustaleniem nowych zastosowań, np. do przewidywania przedwczesnego porodu, aby wspomagać podejmowanie decyzji klinicznych na podstawie badania USG płodu. Wyniki projektu zostały opublikowane we wpływowych czasopismach (skumulowany IF = 16,3) i zaprezentowane na międzynarodowej konferencji International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention MICCAI 2022 i 2023 (CORE A) - jednej z ważniejszych konferencji w tej dziedzinie i uzyskały nagrodę MICCAI 2023 STAR Award za najlepszy artykuł studencki.
- **System wsparcia dla chirurgii prenatalnej w zespole przetoczenia krwi między płodami (TTTS):** TTTS jest rzadkim, ale poważnym powikłaniem występującym w około 10-15% ciąży bliźniaczych. Jest spowodowane nieprawidłowymi połączeniami naczyń krwionośnych w łożysku, co prowadzi do nierównomiernego przepływu krwi między bliźniętami. We współpracy z WUM, University College London (UCL) i Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) opracowujemy możliwości wsparcia chirurgii prenatalnej z użyciem sztucznej inteligencji. Praca ta obejmuje segmentację naczyń na obrazach z fetoskopii, mozaikowanie obrazów i internetową wizualizację
- **Symulatory wykorzystujące środowisko wirtualnej rzeczywistości do szkolenia chirurgów:** Krzywa uczenia się minimalnie inwazyjnej chirurgii laparoskopowej jest stroma i wymaga doskonałych umiejętności zabiegowych. Komputerowe symulatory wykorzystujące środowisko wirtualnej rzeczywistości (VR) oferują bezpieczne, niedroge i konfigurowalne środowisko szkoleniowe, w którym nie występują problemy etyczne i związane z bezpieczeństwem pacjentów. Opracowaliśmy pierwszy symulator korzystający ze środowiska wirtualnej rzeczywistości służący do szkolenia w zakresie podstawowych umiejętności manualnych w chirurgii naprawczej rozszczepu kręgosłupa, delikatnym zabiegu z użyciem fetoskopii wykonywanym u płodów w macicy. Duże badanie walidacyjne symulatora (z łącznie 37 uczestnikami) zostało przeprowadzone w grudniu 2023 r. na kursie z zakresu zabiegów prenatalnych zorganizowanym przez Royal College of Obstetricians and Gynecologists w Londynie we współpracy z prof. Asmą Khalil.
- **Automatyczna segmentacja zębów:** Dokładna segmentacja zębów na podstawie zdjęć ze stożkowej tomografii komputerowej (CBCT) jest niezbędna do wspomaganej komputerowo planowania leczenia. To trudne zadanie z powodu zróżnicowanej naturalnej morfologii uzębienia. Opracowujemy metodę automatycznej segmentacji zębów 3D we współpracy z międzynarodowej sławy ortodontą i Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego. W 2023 r. przedstawiliśmy skuteczność naszego podejścia na zewnętrznym zbiorze danych obejmującym wiele lokalizacji, wykazując zdolność modelu do generowania segmentacji dokładniejszych pod kątem morfologii niż w przypadku stosowania najnowocześniejszych metod. Złożenie artykułu do czasopisma zaplanowano na początek 2024 roku.
- **Wizualizacja danych medycznych w rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej:** Opracowaliśmy prototypowy system rzeczywistości wirtualnej i rzeczywistości rozszerzonej (VR/AR) służący do przestrzennej wizualizacji trójwymiarowych obrazów medycznych, np. obrazów z tomografii komputerowej/rezonansu magnetycznego, na potrzeby planowania przedoperacyjnego i nawigacji śródoperacyjnej. Prototyp ten jest aktualnie testowany we współpracy ze światowej klasy ortodontą podczas prac nad stworzeniem sztucznej inteligencji do planowania leczenia ortodontycznego, symulacji i diagnostyki stomatologicznej na podstawie techniki obrazowania

stomatologicznego. W klinice planowane jest przeprowadzenie w 2024 r. dużego badania walidacyjnego systemu.

- **Generatywna sztuczna inteligencja na potrzeby generowania realistycznych danych medycznych:** Opracowujemy system generatywnej sztucznej inteligencji, który umożliwia tworzenie na dużą skalę realistycznie wyglądających syntetycznych zbiorów danych chirurgicznych na podstawie danych wejściowych z symulatora. Z użyciem tej metody udało się wygenerować duży zbiór danych, który został udostępniony do użytku publicznego. Praca ta zdobyła nagrodę za najlepszy artykuł studencki Best Student Paper Award na warsztatach o modelach dyfuzji NeurIPS Workshop on Diffusion Models, a pełny artykuł został opublikowany w IJCARS.

Grupa ds. danych klinicznych

Grupa ds. danych klinicznych kierowana przez dra Ahmeda Abdeena Hameda projektuje algorytmy służące do analizowania abstraktów z dziedziny biomedycyny w celu wyszukiwania powiązań między lekami i chorobami. Pomimo że algorytmy są wyspecjalizowane w identyfikacji leków zatwierdzonych przez FDA i leków już obecnych na rynku dla danego wskazania, to teraz są rozszerzane, aby analizy objęły też leki, które nie przeszły fazy II i II badań klinicznych. Kolejnym istotnym aspektem pracy tej grupy jest tworzenie bazy wiedzy bez dowodów empirycznych z ontologii biomedycznej w celu przeciwdziałania dezinformacji. W dobie rozwoju narzędzia ChatGPT taka baza oparta na wiedzy będzie bardzo ważnym narzędziem w walce z dezinformacją.

W 2023 r. główne kierunki badań grupy ds. badań klinicznych były następujące:

- **Przedkliniczne repozycjonowanie leków i terapie skojarzone:** W ramach kontynuacji projektu wstępnego repozycjonowania leków na COVID-19, główny badacz dr Hamed rozszerzył wielowarstwową strukturę grafu wiedzy do zmiany przeznaczenia leków i rozpropagował ją, aby stała się dojrzałym medycznym narzędziem sieciowym stosowanym konkretnie do leczenia raka piersi. Głównym celem tego rozszerzenia jest zapewnienie przystępnej cenowo farmakologicznej terapii skojarzonej dopasowanej indywidualnie do pacjentów.
- **Federacyjna wyszukiwarka odkryć w zakresie biomedycyny:** nadal rozwijamy federacyjną wyszukiwarkę, która obecnie opiera się na literaturze biomedycznej (ale korzysta również z innych zbiorów danych). Dążymy do rozwijania wyszukiwarki tak, aby stała się wyszukiwarką wyspecjalizowaną w nowotworach i można ją było zintegrować z badaniami klinicznymi. Obecnie trwają prace nad programowaniem silnika przepływu pracy tak, aby był zorientowany na raka; obecnie przetwarza on odpowiednie publikacje PubMed i badania kliniczne związane z rakiem.
- **Odpowiadanie na pytania z literatury biomedycznej:** uzyskaliśmy dostęp do silnika GenAI i przetrenowaliśmy go od podstaw przy użyciu ręcznie wyselekcjonowanego zbioru danych znanego jako BioASQ, który stanowi złoty standard i jest znany z tego, że odpowiada na pytania z zakresu biomedycyny w celu oceny wydajności takich silników. Jest to niezbędny krok do zbudowania zaufania do dużych modeli językowych i silników GenAI oraz ich umiejętności odpowiadania na pytania z literatury, uwag klinicznych, raportów medycznych, opisów mammograficznych i pomagania klinicyście poprzez zalecenia pochodzące z rzeczywistych źródeł. Zespół opracował duży model językowy, który jest szkolony na podstawie publikacji z dziedziny biomedycyny w wielu konfiguracjach. Model ten potrafi odpowiadać na pytania w języku naturalnym dotyczące choroby, leczenia, objawów itp.
- **System wspierania decyzji klinicznych w oparciu o wiedzę na temat badań przesiewowych w kierunku nowotworów:** kontynuujemy rozwijanie modeli językowych zorientowanych na zastosowanie kliniczne, które są zdolne do kodowania wiedzy związanej z badaniami przesiewowymi w kierunku raka przy użyciu narzędzi sztucznej inteligencji opartych

na transformatorze. Gdy modele te osiągną dojrzałość, planujemy stworzyć aplikację mobilną, która będzie służyć pacjentom oraz aplikację przeznaczoną dla lekarzy. Opracowaliśmy nowy model generatywnej sztucznej inteligencji, który jest szkolony na podstawie zasad badań przesiewowych w kierunku raka, a teraz jest testowany pod kątem różnych przypadków użycia. Model ten stanowi podstawę dla rozwiązań wspierających podejmowanie decyzji klinicznych w zakresie oceny nowotworów skoncentrowanej na pacjencie.

Zespół nadal rozwija istniejące algorytmy i przepływy pracy w celu ukierunkowania na złożone choroby (np. rak piersi i choroby współistniejące). W zakresie działań przedklinicznych, przewiduje się, że zespół przyczyni się do odkrycia przystępnych cenowo i spersonalizowanych farmakologicznych terapii skojarzonych w przypadku raka ogółem, a w szczególności raka piersi, przy jednoczesnym zapewnieniu gotowości na wypadek wystąpienia w przyszłości jakiegokolwiek pandemii, która może okazać się równie trudnym doświadczeniem jak pandemia koronawirusa. W zakresie klinicznym opracowujemy nowoczesne systemy wspomagania decyzji klinicznych wykorzystujące najnowocześniejsze technologie w celu zwiększenia dokładności diagnostyki, usprawnienia planowania leczenia i poprawy ogólnej opieki nad pacjentem. W szczególności dążymy do wykorzystania uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji w sposób etyczny i odpowiedzialny w celu uzyskiwania powtarzalnych i wytłumaczalnych wyników bez naruszania prywatności pacjentów lub lekarzy. Oznacza to, że będziemy również uważnie badać nowoczesne narzędzia z zakresu uczenia maszynowego/sztucznej inteligencji i odgrywać aktywną rolę w torowaniu drogi do etycznej i odpowiedzialnej medycyny obliczeniowej.

Grupa ds. widzenia komputerowego.

Grupa ds. widzenia komputerowego (zwana również pod nazwą laboratorium Brain&More) skupiała się na działaniach badawczych w zakresie obrazowania medycznego dla różnych modalności. Szczególny nacisk położono na choroby mózgu, takie jak choroba Alzheimera, choroba Parkinsona i glejak, a także inne schorzenia neurologiczne. Grupa tworzy portfolio badawcze obejmujące szeroki zakres tematyki - od korelacji między cechami genetycznymi a obrazowaniem, przez modelowanie złożonego zachowania w obrazowaniu, po korelację biomarkerów z rzeczywistym zachowaniem pacjentów. Grupa koncentruje się na dwóch głównych schorzeniach, które są obecnie niezwykle istotne w naszym społeczeństwie:

- neurodegeneracji będącej w Europie jednym z trzech najbardziej kosztownych problemów związanych z opieką zdrowotną.
- glejaka, który jest obecnie nowotworem pierwotnym o najgorszych rokowaniach.

Jeśli chodzi o technologię, zespół koncentruje się na analizie obrazu z rezonansu magnetycznego (MRI) i histologii, w szczególności do wykorzystania łączności mózgu (strukturalnej lub funkcjonalnej) związanej z niepełnosprawnością i codziennymi czynnościami osób z grup ryzyka, takich jak osoby starsze, biorąc pod uwagę również aspekty neuronauki klinicznej. Drugi rodzaj danych jest związany z patologią obliczeniową, tj. analizą histologiczną, która albo upraszcza życie patologów i onkologów, albo daje nowy wgląd w interakcje immunologicznych punktów kontrolnych ze środowiskiem mikro-nowotworowym.

W 2023 r. główne kierunki badań grupy ds. widzenia komputerowego były następujące:

- **Spersonalizowane symulacje neurodegeneracji w chorobie Alzheimera:** Zainteresowanie wkładem w walkę z chorobą Alzheimera doprowadziło do powstania artykułu na temat przewidywania przyszłej neurodegeneracji u poszczególnych pacjentów. Osiągnięto to dzięki zastosowaniu metod uczenia maszynowego przewidujących rozkład nieprawidłowego złożenia

białek, o których wiadomo, że powodują neurodegenerację. Korzystając z tych metod, moglibyśmy przewidzieć, w jaki sposób nieprawidłowo złożone białka będą rosły w przyszłości i uzyskać większą wiedzę na temat stanu pacjentów. Te ustalenia zostały opublikowane w czasopiśmie Cerebral Cortex (IF 4.6) oraz w zasobach internetowych (<https://brainspread.sano.science>).

- **Klasyfikacja stopni zaawansowania guzów mózgu:** Zbadaliśmy wycinki histopatologiczne przy użyciu ludzkiego antygeny leukocytarnego (HLA), stosując metodę stworzoną przez naszych współpracowników z Instytutu Nenckiego, która miała na celu podkreślenie składników immunologicznych. Oprócz klasyfikowania różnych stopni zaawansowania guza, przyjrzelśmy się architekturze głębokiego uczenia się, aby zidentyfikować konkretne wzorce wpływające na stopnie zaawansowania guza. Zapewnia to dodatkowy wgląd i potwierdza obecne przekonania dotyczące mechanizmów wzrostu guza, które są związane z immunoterapią. Wyniki te zostały opublikowane w piśmie Journal of Digital Imaging (IF 4.9).
- **Analiza obrazów histologicznych przy użyciu danych z rezonansu magnetycznego:** Zespół ds. widzenia komputerowego bada również wykorzystanie danych z rezonansu magnetycznego do tworzenia obrazów histologicznych - zarówno z guzami mózgu, jak i bez nich - przy użyciu generatywnej sztucznej inteligencji. Daje to wiele rezultatów, w tym prowadzi do generowania dużej ilości sztucznych danych (data augmentation), szkolenia lekarzy-patologów, a finalnie skutkuje zmniejszeniem liczby inwazyjnych biopsji. Wstępne wyniki badań zostały opublikowane w nowym piśmie pt. Nature Machine Intelligence z serii Nature o IF. 25.8 i zostały przedstawione na ostatniej konferencji IEEE ICIP.
- **Narzędzia do planowania w chirurgii:** Ten zestaw narzędzi uwzględnia plastyczność i ogólne przeprogramowanie mózgu po operacji i rekonwalescencji w oparciu o początkowy przedoperacyjny dyfuzyjny rezonans magnetyczny. Artykuł na ten temat został złożony ponownie z drobnymi poprawkami do Nature Communication. Szpital Uniwersytecki Uniwersytetu w Palermo (Włochy) zgłosił zainteresowanie naszą technologią i współpracuje z nami w celu zorganizowania klinicznego badania translacyjnego. Technologia zostanie udostępniona jako narzędzie SaaS współpracującej z nami firmie produkującej oprogramowanie.

Jesteśmy również zainteresowani zastosowaniem powyższych technik na komputerach kwantowych. Wstępny artykuł został opublikowany w Nature Sci.Rep IF.4.6.

Grupa ds. danych i obliczeń w wielkiej skali.

Zainteresowania badawcze grupy ds. danych i obliczeń w wielkiej skali dotyczą wydajnego przetwarzania dużych zbiorów danych z wykorzystaniem zaawansowanych infrastruktur obliczeniowych, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań medycznych. Zespół koncentruje się na następujących konkretnych tematach:

- Wydajne przetwarzanie dużych zbiorów danych z wykorzystaniem zaawansowanej infrastruktury obliczeniowej (HPC i Cloud),
- Opracowanie nowatorskich narzędzi do obliczeń na dużą skalę i analizy danych dostosowanych do celów medycznych w Sano i ogólnie w społeczeństwie,
- Rozproszone i federacyjne uczenie maszynowe w celu rozwiązania problemów z prywatnością danych medycznych potrzebnych do tworzenia modeli sztucznej inteligencji,
- Ocena wydajności i optymalizacja aplikacji medycznych w powstających infrastrukturach obliczeniowych.

Oprócz zastosowania wysokowydajnych systemów obliczeniowych (HPC) i technologii chmurowych do analizy danych i optymalizacji wykonywania aplikacji na powstających infrastrukturach

obliczeniowych, grupa bada również takie tematy, jak federacyjne uczenie maszynowe i aspekty bezpieczeństwa przetwarzania danych medycznych. W 2023 r. w grupie ds. danych i obliczeń w wielkiej skali było pięciu doktorantów i sześciu magistrantów. Czterech programistów naukowych jest również członkami stowarzyszonymi grupy i są oni również zaangażowani w oddzielne granty badawcze UE InSilicoWorld i NEARDATA, których partnerem jest Sano.

Wysiłki grupy koncentrują się na wspieraniu symulacji na dużą skalę i protokołów analizy danych w kontekście medycznym. W 2023 r. główne projekty badawcze realizowane w grupie ds. danych i obliczeń w wielkiej skali były następujące:

- **Platforma NEARDATA (Extreme Near-Data Processing Platform):** projekt UE w ramach programu Horyzont Europa, który rozpoczął się w styczniu 2023 r. W ramach projektu opracowywana jest platforma typu near-data umożliwiająca wykorzystanie, wydobywanie i przetwarzanie rozproszonych i sfederowanych danych. Sano odpowiada za opracowanie przypadku użycia, który obejmuje przetwarzanie danych transkryptomicznych na dużą skalę oraz za stworzenie struktury federacyjnego uczenia się w oparciu o platformę near-data.
- **InSilicoWorld:** kolejny projekt UE w ramach programu Horyzont Europa mający na celu wdrożenie platformy obliczeniowej do badań klinicznych in silico, zdolnej do wydajnego przetwarzania protokołów symulacji medycznych z wykorzystaniem zasobów HPC. Rola Sano polega na wdrożeniu takiej platformy i zejściu na poziom operacyjny oraz pomocy w analizach wrażliwości na dużą skalę obejmujących wybrane modele.
- **Zastosowanie uczenia federacyjnego do danych medycznych na dużą skalę** (doktorat, praca magisterska): Celem projektu jest zastosowanie technik uczenia federacyjnego do wybranych problemów w obszarze danych medycznych. Osiągnięte wyniki obejmują eksperymenty na dużą skalę z klasyfikacją i segmentacją obrazów medycznych przy użyciu największych dostępnych zestawów danych ze zdjęć RTG klatki piersiowej.
- **Bezserwerowe przetwarzanie danych dla aplikacji medycznych:** Celem projektu jest zastosowanie nowoczesnego paradygmatu przetwarzania bezserwerowego w wybranych aplikacjach medycznych. Osiągnięcia w tym zakresie obejmują wkład w bibliotekę CloudVVUQ i framework HPC-Whisk. Z końcem 2003 r. pracę nad tą tematyką rozpoczął nowy doktorant.
- **Modelowanie żył w celu informowania o leczeniu pacjentów z zakrzepicą kończyn dolnych:** (doktorat) - skutkiem tego projektu jest opracowanie i analiza wrażliwości modelu 0-D krążenia krwi w układzie żylnym.
- **Opracowanie ilościowych modeli neuroregulacji układu krążenia** (doktorat): doprowadziło to do opracowania modelu neuroregulacji 0-D, który został poddany analizie wrażliwości.
- **Ocena wydajności, przewidywanie i optymalizacja aplikacji medycznych w powstającej infrastrukturze obliczeniowej** (doktorat): praca ta zaowocowała opracowaniem schematu monitorowania wydajności aplikacji i eksperymentów na wielkoskalowych symulacjach trójwymiarowych przepływu krwi.

Zespół współpracuje z wszystkimi pozostałymi zespołami badawczymi w Sano. Przykładowo: współpraca z zespołem ds. informatyki medycznej przy projekcie uczenia federacyjnego, w którym Szymon Płotka dostarcza wiedzę w zakresie analizy obrazowania medycznego; wspólna praca licencjacka na temat rozwoju aplikacji do gromadzenia adnotacji została napisana z Anetą Lisowską i Michałem Grzeszczykiem; z zespołem ds. widzenia komputerowego: praca magisterska Michała Danilowskiego dotycząca uczenia federacyjnego między urządzeniami z analizą danych EEG za pomocą urządzeń mobilnych we współpracy z Rosmary Blanco; z zespołem ds. nauki o danych dotyczących zdrowia osobistego: analiza danych POLVAS przeprowadzana we współpracy między zespołami; z zespołem ds. danych klinicznych: wspólna praca magisterska dotycząca rozwoju federacyjnej wyszukiwarki literatury medycznej.

Grupa ds. nauki o danych dotyczących zdrowia osobistego

Działania podejmowane przez grupę ds. nauki o danych dotyczących zdrowia osobistego koncentrowały się na radzeniu sobie z wyzwaniami dotyczącymi uczenia maszynowego w zakresie integracji różnych źródeł danych oraz na tworzeniu uniwersalnej metody klasyfikacji chorób. W skład zespołu aktualnie wchodzi 3 osoby z tytułem doktora (w zakresie biofizyki, nauk obliczeniowych i fizyki teoretycznej) oraz 3 doktorantów - jeden zajmujący się terapią cyfrową, jeden zajmujący się klasyfikacją starczego zwyrodnienia plamki żółtej z zastosowaniem uczenia maszynowego i jeden zajmujący się odtwarzalnością uczenia maszynowego.

Badania są realizowane zgodnie z przyjętą agendą i koncentrują się na opracowywaniu metod uczenia maszynowego (ML) zdolnych do uczenia się na podstawie niewielkich danych i abstrakcji. W obszarze spersonalizowanej opieki zdrowotnej i medycyny precyzyjnej małe ilości danych są normą. Ponadto istotną przeszkodę stanowi udostępnianie danych. Sądzimy, że dzięki procesowi abstrakcji danych możemy poradzić sobie z tym problemem lub przynajmniej go zminimalizować. Zaczęliśmy od opracowania architektury konceptualnej skoncentrowanej na teorii umysłu z dwoma systemami (system 1 i system 2) i skupiliśmy się na opracowaniu architektury obliczeniowej, aby ją następnie wdrożyć. Opracowywanie architektury obliczeniowej skupia się na udowodnieniu szybkiej odpowiedzi, ze wszystkimi jej wadami (systemy 1), które można naprawić w powolniejszym procesie działającym w systemach 2.

W 2023 r. główne kierunki badań grupy ds. nauki o danych dotyczących zdrowia osobistego były następujące:

- **SaNDA (Small and iNcomplete Dataset Analyser):** Medycyna spersonalizowana to dziedzina, w której częstym wyzwaniem jest mierzenie się z małymi zbiorami danych, w których brakuje informacji. Ponadto konwencjonalne metody uczenia maszynowego napotykają ograniczenia w efektywnym przetwarzaniu takich zbiorów danych, głównie ze względu na to, że wymagają znacznej ilości danych. Aby rozwiązać ten problem, opracowaliśmy nowatorskie narzędzie pn. Small and iNcomplete Dataset Analyser (SaNDA), zaprojektowane specjalnie do przetwarzania w znaczący sposób małych zbiorów danych z brakującymi informacjami.
- **CACTUS (Classification Tool for Uncovering Structures):** Opracowaliśmy narzędzie uczenia maszynowego pod nazwą CACTUS (Classification Tool for Uncovering Structures), które powinno zaradzić konkretnym wyzwaniom związanym ze zbiorami danych na temat opieki zdrowotnej i klasyfikacją, a mianowicie ograniczonymi i niekompletnymi informacjami oraz brakiem możliwości interpretacji, którym cechują się najbardziej złożone modele uczenia maszynowego i głębokiego. CACTUS radzi sobie z tymi wyzwaniami poprzez wdrożenie technik abstrakcji danych, co umożliwia skuteczną klasyfikację różnych stanów chorobowych. W celu weryfikacji jego wydajności, przeprowadziliśmy rygorystyczne testy narzędzia CACTUS w różnych dziedzinach, w tym na zbiorach danych diagnostycznych dotyczących raka piersi Wisconsin Diagnostic Breast Cancer, danych dotyczących chorób tarczycy thyroid0387 i chorób serca.
- **Machine Mind:** Współpraca badawcza z portugalskim szpitalem onkologicznym (IPO Porto) i ośrodkiem badawczym (CCG-ICT Innovation Institute). Współpraca ta koncentruje się na opracowaniu innowacyjnego modelu obliczeń kognitywnych symulującego proces podejmowania decyzji przez człowieka w sytuacjach krytycznych. Projekt jest finansowany przez Portugalską Fundację Nauki i Technologii (Portuguese Foundation of Science and Technology), a Sano jest kluczowym partnerem projektu obok portugalskiego centrum badawczego.
- **Leczenie chorób oparte na dowodach:** Rozwijamy współpracę badawczą z Wojewódzkim Szpitalem Rehabilitacyjnym dla Dzieci w Ameryce (Polska), który specjalizuje

się w rozwiązywaniu problemów związanych z alergiami. W ramach tej współpracy wykorzystujemy nasze narzędzie CACTUS do klasyfikowania alergii. Dzięki wdrożeniu naszego procesu stratyfikacji w uczeniu maszynowym (CACTUS) powinno nam się udać zmniejszyć liczbę badań lekarskich i modelować współzależne czynniki chorobowe w celu zmniejszenia niepewności diagnozy przy jednoczesnej poprawie jakości leczenia choroby.

Nasze badania są zaplanowane do 2026 roku i patrząc w przyszłość zamierzamy wykorzystać osiągnięte dotychczas sukcesy i namacalne zastosowania w różnych scenariuszach. Skupimy się głównie na integracji danych i uczeniu maszynowym w celu zbudowania architektury sztucznej inteligencji zdolnej do ciągłego uczenia się wynikającego z osiągnięcia punktu 4. Ten strategiczny kierunek jest zgodny z naszym celem, jakim jest przesuwanie granic możliwości sztucznej inteligencji i wspieranie postępów mających wpływ na rzeczywistość.

4 Sytuacja finansowa

4.1 Struktura finansowania Sano

Sano jest finansowane głównie z następujących źródeł:

- kapitał zakładowy (15 000 zł),
- program UE H2020-WIDESPREAD-2016-2017 Teaming etap 2 (ok. 8,9 mln euro),
- program Międzynarodowe Agendy Badawcze (MAB) Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (FNP), współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (ok. 10 mln euro),
- dotacja Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na lata 2024-2026 (ok. 5 mln euro).

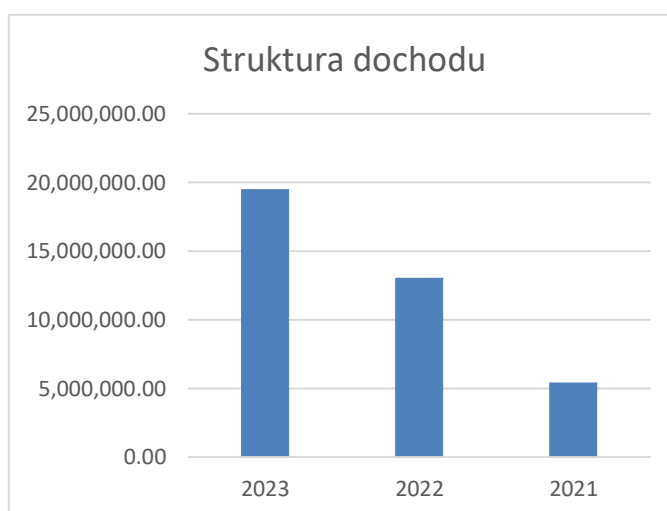
W 2023 r. Sano rozwijało swoje struktury głównie przy użyciu funduszy MAB i H2020 Teaming.

4.2 Źródła przychodów

Przychody z działalności statutowej i dotacji wyniosły 22 672 196,47 zł, z czego całość stanowi rozliczenie zaliczek otrzymanych od:

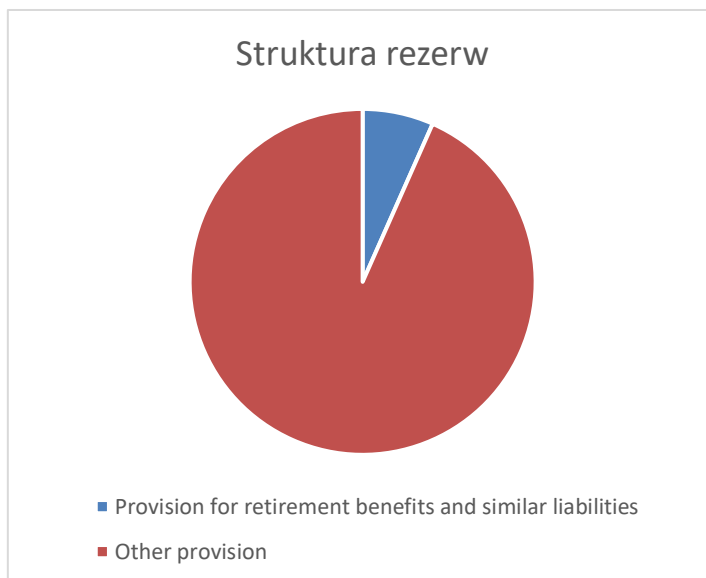
- Fundacji na rzecz Nauki Polskiej na pokrycie kosztów związanych z realizacją umowy MAB,
- Komisji Europejskiej na pokrycie kosztów w ramach umowy Teaming etap 2.

Ponadto osiągnięto pierwsze przychody ze sprzedaży usług i produktów w wysokości 242 813,86 zł.



W rachunku zysków i strat przychody te zostały dodatkowo skorygowane o kwotę 3 411 570,00 zł stanowiącą rezerwy na badania, świadczenia urlopowe i emerytalne (wynikające z kodeksu pracy) oraz inne rezerwy na koszty związane z programem studiów doktoranckich po 2023 roku.

4.3 Koszty



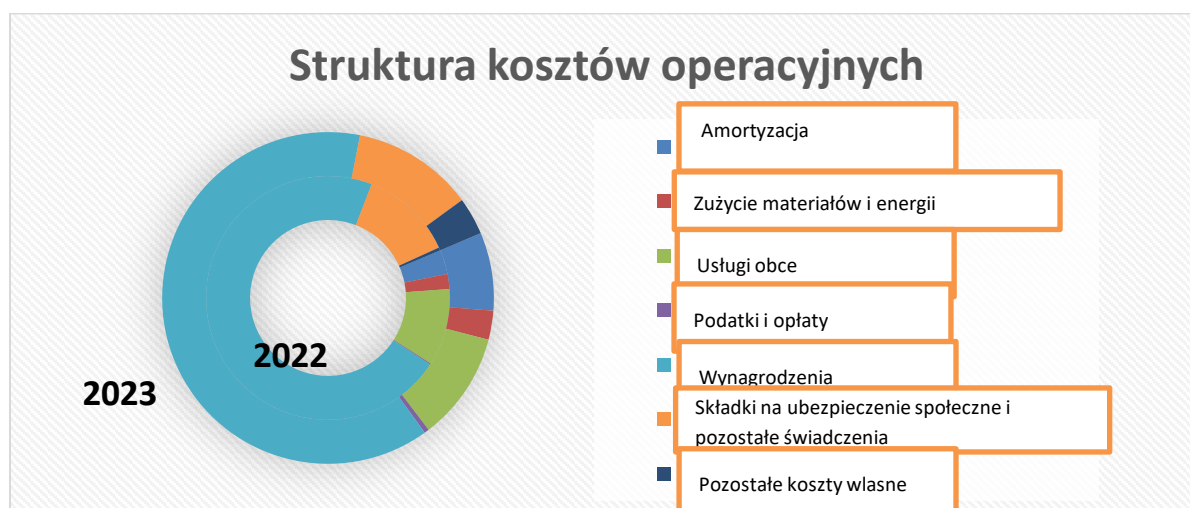
Rezerwy na świadczenia emerytalne i podobne świadczenia

Kwota wynagrodzeń wypłaconych w 2023 r. wyniosła 12 412 617,97 zł, a koszty pozostałe rezerwy ogólnie to dodatkowo 2 399 039,41 zł. W 2023 r. pracownikom nie wypłacono żadnych nagród, premii ani innych świadczeń.

Łącznie koszty związane z zatrudnieniem wyniosły 14 811 657,38 zł, co stanowi 76,5% całkowitych kosztów operacyjnych Sano w 2023 r. (łącna wartość: 19 367 910,82 zł).

Pozostałe koszty związane były z zakupem usług obcych (2 490 182,42 zł), amortyzacją (757 135,62 zł) oraz zużyciem materiałów i energii (189 440,17 zł).

Wszystkie powyższe wydatki mieszczą się w zakresie działalności statutowej Centrum.



4.4 Kluczowe wskaźniki finansowe

Na dzień 31 grudnia 2023 r. aktywa posiadane przez Sano zostały wycenione łącznie na 16 460 876,47 zł. Aktywa trwałe Fundacji wyniosły 1 646 038,06 zł, natomiast majątek obrotowy stanowiły środki

pieniężne (14 178 454,54 zł zdeponowane na rachunkach bankowych w Banku Polska Kasa Opieki S.A. i Banku Gospodarstwa Krajowego), należności z tytułu usług (150 273,18 zł), podatków, darowizn i ceł (należności z tytułu podatku VAT oszacowane na 415 110,69 zł) oraz pozostałe należności (71 000 zł).

	2023	2022		2023	2022
Aktywa trwałe			Kapitał własny		
Wartości niematerialne i prawne			Kapitał podstawowy	423 739	347 480
Rzeczowe aktywa trwałe	1 646 038	1 414 994	Zysk (strata) netto	57 980	76 258
			Rezerwy na zobowiązania		
Aktywa obrotowe			Rezerwy emerytalne	445 469	560 642
Należności krótkoterminowe	636 384	374 217	świadczenia i analogiczne zobowiązania		
Środki pieniężne	14 178 455	14 598 274	Pozostałe rezerwy	6 263 972	2 737 229
			Zobowiązania krótkoterminowe	223 762	251 171
			Rozliczenia międzyokresowe czynne i bierne	9 045 956	12 414 704
AKTYWA RAZEM	16 460 876	16 387 484	PASYWA RAZEM	16 460 876	16 387 484

Wyżej wymienione aktywa zostały sfinansowane głównie z zaliczek otrzymanych od FNP w ramach umowy MAB oraz od Komisji Europejskiej w ramach umów programu Teaming etap 2, Neardata, ISW, dla których niewykorzystaną część (w kwocie 9 045 955,67 zł) ujęto jako przychody przyszłych okresów. Kapitał podstawowy Fundacji wynosi 423 738,63 zł, a wynik finansowy netto wykazany za 2023 r. to 57 979,86 zł. Pasywa Fundacji obejmują rezerwy na zobowiązania w kwocie 6 709 440,80 zł (w tym rezerwy na świadczenia emerytalne i podobne w kwocie 445 469,00 zł oraz pozostałe rezerwy w kwocie 6 263 971,80 zł), a także zobowiązania krótkoterminowe szacowane na 223 761,51 zł.

5 Pozostałe obowiązkowe dane

5.1 Działania zlecone przez organy państwowe i samorządowe oraz skutki finansowe tych działań

W 2023 r. Sano nie podejmowało żadnych działań zleconych przez organy państwowe lub samorządowe.

5.2 Rozliczenia podatkowe i składanie deklaracji podatkowych

W 2023 r. Sano było zobligowane m.in. do potrącania składek na ubezpieczenia społeczne z wynagrodzeń pracowników oraz do prowadzenia rozliczeń VAT związanych z wynagrodzeniami i zakupami usług.

W związku z powyższym w 2023 r. Sano składało następujące miesięczne deklaracje podatkowe: ZUS i VAT-7 oraz poniższe roczne deklaracje podatkowe: PIT-4R i CIT-8.

Wszystkie zobowiązania z tytułu podatków i ubezpieczenia społecznego były regulowane terminowo w roku podatkowym 2023. Na dzień 31 grudnia 2023 r. Sano nie posiadało żadnych zaległości w zakresie zobowiązań budżetowych.

5.3 Kontrole urzędowe przeprowadzone w Fundacji w okresie sprawozdawczym

W 2023 r. w Fundacji nie przeprowadzono żadnych kontroli ze strony organów podatkowych ani innych organów. Sprawozdanie finansowe za rok 2023 zostało zbadane i przedłożone Radzie Fundacji do zatwierdzenia.