



Akademickie Centrum Komputerowe CYFRONET AGH

2026



SPIIS TREŚCI

	DYREKCJA	2
	RADA CYFRONETU	3
	RADA UŻYTKOWNIKÓW	4
	O NAS	5
	OFERTA	6
	INFRASTRUKTURA - SKŁADOWANIE DANYCH	8
	INFRASTRUKTURA - CHMURA OBLICZENIOWA	9
	INFRASTRUKTURA - SUPERKOMPUTERY	10
	SIECI I CENTRUM DANYCH	19
	CYBERBEZPIECZEŃSTWO	24
	PLGRID	28
	PLATFORMY	34
	OPROGRAMOWANIE	40
	WYDARZENIA	42
	PROJEKTY I INICJATYWY	46
	MŁODZI NAUKOWCY	74
	ROZMOWA Z EKSPERTEM	92
	ROZMOWA Z UŻYTKOWNIKIEM	100
	HISTORIA	102



p. o. Dyrektor
inż. Marek Magryś
Tel. +48 12 633 34 26



**Zastępca Dyrektora
ds. Informatyki i Cyberbezpieczeństwa**
mgr inż. Henryk Baniowski
Tel. +48 12 633 34 26



**Zastępca Dyrektora
ds. Infrastruktury Centrum Danych**
mgr inż. Karol Krawentek
Tel. +48 12 633 34 26



**Zastępca Dyrektora
ds. Ekonomicznych**
mgr Emilia Piecuch
Tel. +48 12 633 34 26



**Zastępca Dyrektora
ds. Administracyjnych**
mgr Agnieszka Szymańska
Tel. +48 12 633 34 26



Przewodniczący Rady

prof. dr hab. inż. Marek Gorgoń

Prorektor ds. Nauki Akademii Górniczo-Hutniczej

mgr inż. Henryk Baniowski

Zastępca Dyrektora

ds. Informatyki i Cyberbezpieczeństwa

mgr inż. Karol Krawentek

Zastępca Dyrektora

ds. Infrastruktury Centrum Danych

inż. Marek Magryś

p. o. Dyrektor ACK Cyfronet AGH

mgr Emilia Piecuch

Zastępca Dyrektora

ds. Ekonomicznych

mgr Agnieszka Szymańska

Zastępca Dyrektora

ds. Administracyjnych

prof. dr hab. inż. Kazimierz Wiatr

mgr Angelika Zaleska-Walterbach

Kadencja 2025-2028

prof. dr hab. Armen Edigarian
Przewodniczący

Uniwersytet Jagielloński

mgr inż. Jakub Badowski

Instytut Nafty i Gazu
Państwowy Instytut Badawczy

p.o. Dyrektora Jacek Barski

Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego

dr hab. Piotr Batys

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN

mgr Michał Furman

Uniwersytet Jagielloński

prof. dr hab. inż. Marek Gorgoń

Akademia Górniczo-Hutnicza

mgr inż. Jarosław Górski

Akademia Kultury Fizycznej

prof. dr hab. inż. Marek Kisiel-Dorohinicki

Akademia Górniczo-Hutnicza

ks. dr hab. Józef Kloch

Uniwersytet Papieski Jana Pawła II

mgr inż. Mariusz Kwinta-Pudęłko

Politechnika Krakowska

prof. dr hab. Tadeusz Lesiak

Instytut Fizyki Jądrowej PAN

mgr inż. Wojciech Majka

Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

mgr inż. Tomasz Masier

Instytut Ekspertyz Sądowych

dr hab. inż. Piotr Pokora

Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej

mgr inż. Mateusz Ponikiewicz

Uniwersytet Rolniczy

prof. dr hab. Dariusz Put

Uniwersytet Ekonomiczny

Dyrektor Paweł Schmidt

Urząd Miasta Krakowa

dr hab. Bartłomiej Struzik

Akademia Sztuk Pięknych

mgr Maciej Tomkiewicz

Sieć Badawcza Łukasiewicz
Krakowski Instytut Technologiczny

Akademickie Centrum Komputerowe CYFRONET AGH jest najdłużej działającym i jednym z największych centrów superkomputerowych i sieciowych w Polsce, z historią udostępniania zasobów superkomputerowych sięgającą 1975 roku.

ACK Cyfronet AGH jest od lat operatorem najszybszych superkomputerów w Polsce, wielokrotnie notowanych na światowej liście TOP500, a także systemów składowania danych o bardzo dużej pojemności. Dysponuje trzema centrami danych, własną siecią światłowodową oraz zapleczem technicznym, personelem i kompetencjami pozwalającymi na działanie 24 godziny na dobę, 365 dni w roku. Centrum pełni rolę administratora sieci MAN w Krakowie i jest ważnym węzłem sieci akademickiej PIONIER, która jest połączona z europejską siecią GÉANT.

Cyfronet jest organizatorem i liderem Konsorcjum PLGrid, konsolidującego krajowe zasoby obliczeniowe i zapewniającego szereg unikalnych usług obliczeniowych oraz usług wsparcia IT dla nauki, a także liderem Narodowego Centrum Kompetencji Obliczeniowych, które pełni rolę punktu kontaktowego i dostępowego do HPC zarówno dla środowiska akademickiego, jak i innowacyjnych podmiotów gospodarki i administracji publicznej.

ACK Cyfronet AGH pełni rolę koordynatora w przedsięwzięciach wpisanych na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej (PMIB): Narodowa Infrastruktura Superkomputerowa dla EuroHPC oraz Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOSC. Jest także członkiem konsorcjów realizujących programy wpisane na PMIB: CTA, EPOS, KMD, PIONIER-LAB, PRACE i Virgo, a dodatkowo dostarcza infrastrukturę obliczeniową Komputerów Dużej Mocy wraz z zasobami systemów pamięci masowej oraz infrastrukturę informatyczną Miejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej w Krakowie (MAN) na potrzeby prowadzenia prac badawczych w innych projektach PMIB.

Cyfronet jest aktywnie zaangażowany w czołowe europejskie projekty związane z rozwojem technologii superkomputerowych i opartych na nich usług, w tym m.in: WLCG (The Worldwide LHC Computing Grid), EGI (Advanced Computing Services for Research), PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe), EuroHPC JU (The European High Performance Computing Joint Undertaking), EOSC (European Open Science Cloud), EPOS (European Plate Observing System), LUMI (The Large Unified Modern Infrastructure), LUMI AI, LUMI-Q, Digital Twins w naukach o Ziemi i zdrowiu.

Jednocześnie Cyfronet uczestniczy w wielu innych krajowych i międzynarodowych projektach badawczych i rozwojowych, w których wykorzystywane są zarówno zasoby sprzętowe, jak i unikalne doświadczenie w budowaniu i rozwijaniu zintegrowanych platform usługowych dla użytkowników naukowych. Działające w Cyfronecie Laboratoria skupiają specjalistów opracowujących narzędzia informatyczne wspierające rozwój nauki i technologii, między innymi w zakresie nowoczesnej diagnostyki medycznej i terapii.

Centrum współpracuje również z MŚP i dużymi firmami, aby umożliwić efektywne wdrażanie HPC (High Performance Computing) i AI (Artificial Intelligence) w logistyce, medycynie, przetwarzaniu obrazów satelitarnych, CFD, badaniach nad lekami i przemyśle motoryzacyjnym.

Ważnym aspektem działalności Cyfronetu jest organizacja wydarzeń o charakterze naukowym oraz specjalistycznych szkoleń i warsztatów związanych z HPC.

Infrastruktura

Oferujemy usługi obliczeniowe dla nauki i biznesu. Wykorzystaj naszą infrastrukturę superkomputerową do prowadzenia badań i projektowania innowacji. Uzyskaj gwarancję bezpieczeństwa swoich danych i profesjonalne wsparcie podczas pracy z najnowocześniejszymi technologiami.



- Składowanie danych
- Chmura obliczeniowa
- Superkomputery



- Dostęp do sieci
- Usługi sieciowe
- Kolokacja

Sieci i centrum danych

Zapewniamy usługi sieciowe dla Krakowa i instytucji naukowych – skorzystaj z doświadczenia jednostki, która stworzyła jedno z pierwszych łączy internetowych w Polsce. W ramach usługi kolokacji sprzętu możesz powierzyć nam umieszczenie urządzeń IT w naszym profesjonalnym centrum danych.

Cyberbezpieczeństwo

Nasza oferta obejmuje kompleksowe usługi z zakresu cyberbezpieczeństwa – od testów penetracyjnych, przez wdrażanie standardów zgodności, aż po całodobowe monitorowanie zagrożeń i szkolenia dla pracowników.



- Audyty i szkolenia
- Security Operations Center



Masz pytania dotyczące oferty? Napisz na: [helpdesk \(at\) plgrid.pl](mailto:helpdesk@plgrid.pl)



- Zasoby dla AI
- Usługi AI
- Polskie Duże Modele Językowe

Sztuczna inteligencja

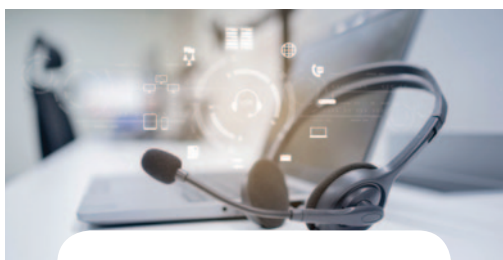
Skorzystaj z zasobów obliczeniowych i kompetencji dedykowanych rozwojowi sztucznej inteligencji. Zapewniamy profesjonalne wsparcie na wszystkich poziomach realizacji. Uczestniczymy w rozwoju Bielika oraz PLLuM (HIVE AI). Udostępniamy platformę umożliwiającą korzystanie z dużych modeli językowych na potrzeby analizy danych, modelowania oraz automatyzacji procesów badawczych.

Rozwój innowacji

Współpraca jest wpisana w nasze DNA i jesteśmy zaufanym partnerem w projektach Big Data. Dowiedz się, w jakich inicjatywach uczestniczymy i jak wspieramy kształtowanie polskich i europejskich innowacji.



- Współpraca w ramach projektów
- Działalność badawczo-rozwojowa
- Oprogramowanie



- Szkolenia
- Eksperti

Konsultacje

Rozwijaj wiedzę i umiejętności w dziedzinie superkomputerów i AI. Organizujemy wydarzenia i szkolenia dedykowane naukowcom, przedsiębiorcom oraz przedstawicielom administracji publicznej. Zapewniamy wsparcie w rozwiązywaniu problemów wymagających wykorzystania mocy obliczeniowej, zasobów pamięci, oprogramowania naukowego czy chmury obliczeniowej.

System Składowania Danych

Centrum odpowiada na nieustannie zwiększające się zapotrzebowanie użytkowników na szybki dostęp do coraz większych zbiorów danych. Oferuje także możliwość prowadzenia efektywnych analiz dzięki wykorzystaniu zaawansowanego systemu składowania danych połączonego z zasobami obliczeniowymi superkomputerów.

Dzięki infrastrukturze rozproszonej na trzy Centra Danych, Cyfronet umożliwia automatyczne tworzenie kopii zapasowych w wielu fizycznych lokalizacjach, co znacząco podnosi bezpieczeństwo przechowywanych danych.

 *W celu zgłoszenia zapotrzebowania na opisane poniżej usługi przechowywania danych prosimy o wysłanie informacji na adres: [helpdesk \(at\) plgrid.pl](mailto:helpdesk@plgrid.pl).*

Sieć SAN

Rdzeniem komunikacyjnym Systemu Składowania Danych jest dedykowana sieć SAN (ang. Storage Area Network). Charakteryzuje się ona wysoką wydajnością oraz dostępnością, realizowaną poprzez zapewnienie redundancji urządzeń i ścieżek dostępu jak również niezawodnego zasilania.

Rozwiązanie zaimplementowane w ACK Cyfronet AGH jest odporne na awarię pojedynczego przełącznika, kontrolera RAID w macierzy dyskowej, awarię pętli dyskowej oraz zasilacza. Zainstalowane oprogramowanie zapewnia funkcję automatycznego przełączania ścieżki przesyłu danych z uszkodzonego kanału na inny kanał (tzw. path failover). Technologia load balancing pozwala na jednoczesne wykorzystywanie nadmiarowych ścieżek w normalnych warunkach pracy, co skutkuje zwiększeniem przepustowości połączeń.

Macierze oraz serwery dyskowe

Najczęściej wykorzystywanym typem przestrzeni dyskowej są zasoby przeznaczone dla przechowywania katalogów domowych użytkowników. Przestrzeń taka musi oferować bardzo wysoki poziom dostępności oraz bezpieczeństwa danych, zwiększany przez kopie migawkowe i zapasowe na zewnętrzne biblioteki taśmowe.

Obecnie w Cyfronecie wszystkie superkomputery korzystają z przestrzeni scratch realizowanych przez Lustre. W przypadku Prometheusa przestrzeń ta charakteryzuje się pojemnością 5 PB i szybkością 120 GB/s. Ares dysponuje przestrzenią o pojemności 4 PB i szybkością 80 GB/s. W obu tych komputerach przestrzeń scratch jest realizowana przy pomocy dysków mechanicznych. W przypadku Atheny i Heliosa dane użytkowników przechowywane są na dyskach półprzewodnikowych. Zastosowanie tego typu rozwiązania znacząco zwiększa wydajność systemu. Pojemność tego typu przestrzeni dla Atheny wynosi 1,5 PB oraz osiąga przepustowość 400 GB/s. W przypadku Heliosa przestrzeń scratch charakteryzuje się pojemnością 1,5 PB i szybkością 1,8 TB/s.

Biblioteki taśmowe

Cyfronet dysponuje aktualnie trzema bibliotekami taśmowymi posiadającymi ponad 9 tysięcy slotów na taśmy magnetyczne standardu LTO oraz 44 napędy generacji 6, 7 i 9.

Pojedynczy nośnik magnetyczny LTO-9 posiada pojemność fizyczną 18 TB i pozwala na zapis z prędkością sięgającą 400 MB/s. Opisane zasoby wykorzystywane są do realizacji bieżących kopii zapasowych oraz archiwalnych istotnych zasobów informacyjnych użytkowników Centrum.

Serwery usługowe

Serwery usługowe wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem usługowym i wirtualizacyjnym, udostępniają dla użytkowników funkcjonalności takie jak: automatyczne kopie zapasowe i archiwalne, hierarchiczne systemy składowania danych, wydajne sprzętowe platformy plików lub rozproszone sieciowe systemy plików.

Chmura obliczeniowa

Cloud

Oferujemy dostęp do kilku tysięcy rdzeni i kilkudziesięciu terabajtów pamięci RAM w chmurze Openstack. Możliwe jest skorzystanie z kilkunastu różnych odmian maszyn wirtualnych oraz szeregu systemów operacyjnych. Istnieje możliwość przyłączenia dodatkowych zasobów dyskowych (dyski talerzowe lub NVMe) typu POSIX oraz składowania danych w przestrzeni obiektowej typu S3.

 Zapraszamy do kontaktu: [helpdesk \(at\) plgrid.pl](mailto:helpdesk@plgrid.pl)



Usługa Object Storage

Usługa umożliwia użytkownikom przechowywanie danych obiektowych. Jej interfejs jest kompatybilny z API Amazon S3 oraz istniejącymi narzędziami je obsługującymi. Dostęp jest możliwy z dowolnego miejsca za pośrednictwem sieci publicznej. Dane użytkowników są przechowywane w postaci obiektów znajdujących się w bucketach (kontenerach). Typowe zastosowania usługi Object Storage obejmują: przenoszenie danych między ośrodkami obliczeniowymi oraz zewnętrznymi systemami, przechowywanie danych źródłowych i wyników obliczeń, publiczne udostępnianie treści, backup oraz repozytoria artefaktów CI (Continuous Integration) / CD (Continuous Delivery).

 Zapoznaj się z Dokumentacją techniczną usługi Object Storage i informacjami nt. dostępu do usługi:
https://guide.plgrid.pl/en/resources/storage/object_storage

Helios – nowe światło dla innowacji w polskiej nauce i gospodarce



Zasoby ACK Cyfronet AGH, w tym komputery dużej mocy obliczeniowej, wchodzą w skład infrastruktury PLGrid: <https://www.plgrid.pl>.



Konto dostępne do zasobów infrastruktury PLGrid uzyskuje się w sposób elektroniczny poprzez rejestrację w Portalu PLGrid: <https://portal.plgrid.pl/>

Helios posiada 37 PFlops teoretycznej mocy obliczeniowej, ponad 131 tysięcy rdzeni obliczeniowych, 393 TB pamięci operacyjnej i 17,5 PB pojemności systemów dyskowych, które łącznie oferują wydajność niemal 2 TB/s. Superkomputer został zbudowany według projektu Cyfronetu przez Hewlett-Packard Enterprise w oparciu o platformę HPE Cray EX4000 i składa się z trzech partycji obliczeniowych:

- partycja CPU wyposażona w 98 304 rdzenie obliczeniowe AMD Zen4 oraz 288,8 TB pamięci operacyjnej DDR5,
- partycja GPU wyposażona w 440 superczipów NVIDIA Grace Hopper GH200,
- partycja INT dla pracy interaktywnej, wyposażona w 24 akceleratory NVIDIA H100 i szybką lokalną pamięć NVMe.

Helios w liczbach	
Liczba rdzeni obliczeniowych	131 136
Liczba kart z procesorami graficznymi GPGPU	464
Moc obliczeniowa	37 PFlops
Ranking TOP500 najszybszych komputerów świata (listopad 2025)	96 lokata (partycja GPU)
Ranking Green500 najefektywniejszych energetycznie komputerów świata (listopad 2025)	8 lokata (partycja GPU)

Moc obliczeniowa Heliosa dla obliczeń AI to 1,8 ExaFlops!

Podsystem dyskowy Heliosa składa się z dwóch rodzajów systemów plików Lustre: *scratch* o pojemności 1,5 PB i prędkości ponad 1,8 TB/s oraz *project* o pojemności 16 PB i prędkości niemal 200 GB/s. Wszystkie komponenty superkomputera połączone są ze sobą siecią Slingshot o prędkości 200 Gb/s. Dzięki bezpośredniemu chłodzeniu cieczą partycji CPU i GPU, możliwe jest osiągnięcie bardzo niskiego wskaźnika PUE (Power Usage

Effectiveness) dla systemu, a w efekcie zwiększenie jego efektywności energetycznej i obniżenie kosztów eksploatacji.



Athena – mocne wsparcie dla obliczeń naukowych

Athena osiąga teoretyczną moc obliczeniową ponad **7,7 PFlops** i dostarcza polskiemu środowisku naukowemu zasoby obliczeniowe oparte na procesorach i akceleratorach GPGPU najnowszej generacji wraz z niezbędnym podsystemem składowania danych opartym na bardzo szybkich pamięciach flash. Konfiguracja Atheny obejmuje: 48 serwerów z procesorami AMD EPYC i 1 TB pamięci RAM (w sumie 6144 rdzenie obliczeniowe CPU) oraz 384 karty GPGPU NVIDIA A100.

Athena w liczbach	
Liczba rdzeni obliczeniowych	6 144
Liczba kart z procesorami graficznymi GPGPU	384
Moc obliczeniowa	7,7 PFlops
Ranking TOP500 najszybszych komputerów świata (listopad 2025)	278 lokata

Niezbędnym elementem umożliwiającym wykorzystanie tak dużej mocy obliczeniowej w efektywny sposób jest zapewnienie wysokowydajnej sieci wewnętrznej superkomputera (Infiniband HDR o przepustowości 4x200 Gb/s na serwer) oraz bardzo szybkiego podsystemu dyskowego. Jest on zbudowany w oparciu o otwarte oprogramowanie Lustre, używane również w systemach dyskowych superkomputerów Ares i Prometheus, oraz dedykowane serwery dyskowe wyposażone w pamięci flash w standardzie NVMe. System został zainstalowany

w istniejącym centrum danych Cyfronetu oraz zintegrowany z infrastrukturą PLGrid.

Architektura Atheny wychodzi naprzeciw potrzebom użytkowników superkomputerów Cyfronetu, którzy wykorzystują infrastrukturę obliczeniową zarówno do wykonywania standardowych wysokowydajnych symulacji naukowych (HPC), jak i do aplikowania metod sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML) w badaniach z zakresu medycyny, farmakologii, biologii, chemii, fizyki oraz wielu innych dziedzin nauki. **Moc obliczeniowa Atheny do obliczeń AI to ponad 240 PFlops!**



Ares – w kierunku krótszego czasu obliczeń

Superkomputer Ares oferuje łączną moc obliczeniową ponad 4 PFlops (teoretyczna wydajność części CPU to ponad 3,5 PFlops, a części GPU to ponad 0,5 PFlops). Moc Aresa jest uzyskiwana z serwerów obliczeniowych z procesorami Intel Xeon Platinum i Xeon Gold (37 824 rdzenie obliczeniowe) oraz 72 kart obliczeniowych NVIDIA Tesla V100.

Serwery obliczeniowe Aresa można podzielić na trzy grupy:

- 532 serwery, każdy wyposażony w 192 GB pamięci RAM,
- 256 serwerów, każdy posiadający 384 GB pamięci RAM,
- 9 serwerów, każdy posiadający 8 kart NVIDIA Tesla V100.

Ares w liczbach	
Liczba rdzeni obliczeniowych	37 824
Pamięć operacyjna	147,7 TB
Liczba kart z procesorami graficznymi GPGPU	72
Moc obliczeniowa	4 PFlops

Aresa wspomaga system dyskowy o pojemności ponad 11 PB. Do przesyłania danych używana jest sieć typu InfiniBand EDR. Superkomputer został wyposażony w system chłodzenia cieczą.



Klaster technologii przyszłości Faeton

Faeton osiąga moc obliczeniową 288 TFlops i zbudowany jest z 64 serwerów obliczeniowych, z których każdy jest wyposażony w dwa procesory Intel Xeon Platinum 8352s wspierające szyfrowanie pamięci aplikacji, 1 TB pamięci operacyjnej oraz adaptery sieci 100 Gb/s Ethernet o niskich opóźnieniach. Dodatkowo, 4 serwery obliczeniowe zostały wyposażone w 8 TB pamięci SCM Intel Optane.

W skład Faetona wchodzi także serwery usługowe oraz 12 serwerów dyskowych, oferujących ponad 1 PB pamięci dyskowej NVMe oraz 12 TB pamięci SCM.

Taka konfiguracja stanowi doskonałe środowisko do rozwoju innowacyjnego oprogramowania, szczególnie w zakresie analityki danych (data science) oraz uruchamiania aplikacji w środowisku chmurowym o dużej wydajności i wysokim poziomie bezpieczeństwa.

Faeton jest wykorzystywany do weryfikacji możliwości stosowania nowych technologii, w szczególności pamięci typu SCM (Storage Class Memory) w aplikacjach obliczeniowych. Instalacja takiego systemu umożliwi prowadzenie prac nad zastosowaniem technologii przyszłości w aplikacjach polskich naukowców i przedsiębiorstw, dając im przewagę konkurencyjną poprzez udostępnienie platformy wykorzystującej rozwiązania na wczesnym etapie rozwoju, z dużym potencjałem innowacyjności.



W celu uzyskania dostępu do superkomputera Faeton, prosimy o wysłanie informacji na adres: helpdesk@plgrid.pl



Rekordowy rok 2024: cztery superkomputery Cyfronetu na liście TOP500 superkomputerów o najwyższej mocy obliczeniowej



W 2024 roku, po raz pierwszy w historii na liście TOP500 (edycja czerwcową) znalazły się jednocześnie 4 superkomputery z jednego polskiego centrum obliczeniowego. Były to działające w Cyfronocie: Helios GPU (55 lokata), Athena (177), Helios CPU (305) i Ares (442). Sukces ten został powtórzony w listopadzie 2024, kiedy te same 4 komputery ponownie pojawiły się na liście TOP500, zajmując odpowiednio 69, 212, 348 i 490 miejsce.

Historia obecności zainstalowanych w Cyfronocie maszyn na liście TOP500 sięga roku 1996, kiedy to komputer SPP1200/XA-32 zajął 408 miejsce. Po dłuższym okresie bez notowań, w 2010 roku na listę trafił Zeus i pozostał tam aż do 2015

roku. Od tamtej pory do 2022 roku Cyfronet był w zestawieniu reprezentowany przez Prometheusa, do którego w 2021 dołączył Ares, w 2022 roku Athena, a w roku 2023 Helios.

Superkomputer Zeus

- 2010 - VI, 161 miejsce,
- 2010 - XI, 85 miejsce,
- 2011 - VI, 80 miejsce,
- 2011 - XI, 88 miejsce,
- 2012 - VI, 89 miejsce,
- 2012 - XI, 106 miejsce,
- 2013 - VI, 114 miejsce,
- 2013 - XI, 146 miejsce,
- 2014 - VI, 176 miejsce,
- 2014 - XI, 211 miejsce,

Superkomputery Prometheus i Zeus

- 2015 - VII, 49 i 269 miejsce,
- 2015 - XI, 38 i 387 miejsce,

Superkomputer Prometheus

- 2016 - VI, 49 miejsce,
- 2016 - XI, 60 miejsce,
- 2017 - VI, 72 miejsce,
- 2017 - XI, 78 miejsce,
- 2018 - VI, 103 miejsce,
- 2018 - XI, 131 miejsce,
- 2019 - VI, 174 miejsce,
- 2019 - XI, 241 miejsce,
- 2020 - VI, 288 miejsce,
- 2020 - XI, 324 miejsce,

Superkomputery Ares i Prometheus

- 2021 - VI, 216 i 373 miejsce,
- 2021 - XI, 267 i 440 miejsce,

Superkomputery Athena, Ares i Prometheus

- 2022 - VI, 105, 290 i 475 miejsce,

Superkomputery Athena i Ares

- 2022 - XI, 113 i 323 miejsce,
- 2023 - VI, 123 i 362 miejsce,

Superkomputery Athena, Helios CPU i Ares

- 2023 - XI, 154, 290 i 403 miejsce,

Superkomputery Helios GPU, Athena, Helios CPU i Ares

- 2024 - VI, 55, 177, 305 i 442 miejsce,
- 2024 - XI, 69, 212, 348 i 490 miejsce,

Superkomputery Helios GPU, Athena i Helios CPU

- 2025 - VI, 85, 246 i 386 miejsce
- 2025 - XI, 96, 278 i 413 miejsce

Superkomputery z Cyfronetu na liście TOP500

Czołówka światowej wydajności energetycznej

W 2024 roku cztery superkomputery Cyfronetu znalazły się również na liście Green500 – superkomputerów najbardziej ekologicznych, czyli o najwyższej wydajności energetycznej, obliczanej jako współczynnik ilości operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę (mocy obliczeniowej superkomputera) do poboru energii: Gflops/W. Ogromnym sukcesem było zajęcie przez partycję GPU Heliosa **3 miejsca** w czerwcowej edycji listy oraz 7 miejsca w edycji listopadowej. Oznacza to, że Helios został najbardziej efektywnym energetycznie superkomputerem z pierwszej setki listy TOP500. Ta pozycja świadczy o doskonałym stosunku udostępnianej mocy obliczeniowej do poboru energii elektrycznej. Tak wysoka efektywność energetyczna oznacza, że Helios oferuje więcej mocy obliczeniowej za każdą skonsumowaną kilowatogodzinę niż mniej efektywne systemy, a więc obliczenia z jego wykorzystaniem są nie tylko tańsze niż w przypadku innych maszyn, ale także w mniejszym stopniu wpływają na środowisko. W 2024 roku nie zabrakło na liście Green500 pozostałych superkomputerów z Cyfronetu: Atheny, Heliosa CPU i Aresa, które zajęły odpowiednio 32, 95 i 129 miejsce w edycji czerwcowej oraz 53, 113 i 145 miejsce w edycji listopadowej.



Wykorzystanie superkomputerów

Krakowskie superkomputery są częścią ogólnopolskiej infrastruktury obliczeniowej PLGrid – platformy umożliwiającej prowadzenie badań naukowych *in silico* i wykonywanie obliczeń na komputerach dużej mocy, także w architekturze chmurowej i gridowej.

Dzięki infrastrukturze PLGrid możliwe jest intensywne wykorzystanie mocy obliczeniowych superkomputerów przez naukowców. Dedykowane środowiska obliczeniowe oraz specjalistyczne platformy informatyczne umożliwiają efektywną realizację coraz bardziej złożonych problemów obliczeniowych. Tematyka badań naukowych realizowanych przy pomocy superkomputerów ACK Cyfronet AGH jest bardzo bogata. Oto wybrane przykłady tematów obliczeń:

- badanie właściwości spektralnych związków chemicznych,
- rozwój modeli sztucznej inteligencji do zadań segmentacji zmian na obrazach CT płuc oraz MRI wątroby,
- detekcja pieszych na podstawie sygnału z kamery zdarzeniowej, z użyciem kwantyzowanych sieci neuronowych,
- predykcja fal grawitacyjnych za pomocą uczenia maszynowego,
- modelowanie separacji faz białek i polipeptydów,
- analiza danych meteorologicznych z wykorzystaniem uczenia maszynowego,
- modelowanie właściwości polimerów i nanomateriałów,
- symulacje dynamiki molekularnej elektrolitów,
- zastosowanie sztucznej inteligencji we wsparciu procesu diagnostycznego w medycynie weterynaryjnej.

Szeroki zakres tematów badawczych jest dowodem ciągle rosnącej liczby naukowców, którzy są świadomi korzyści płynących z wykorzystania superkomputerów. Z ich pomocą można uzyskać wyniki złożonych symulacji wiele, wiele razy szybciej niż na zwykłym komputerze stacjonarnym. Obliczenia, które przy użyciu pojedynczych komputerów często zajęłyby wiele lat, tu mogą być wykonane najczęściej w ciągu zaledwie kilku dni. Co ważne, użytkownicy Cyfronetu mogą korzystać z profesjonalnego wsparcia – od pełnej dokumentacji, poprzez szkolenia, aż po indywidualne konsultacje z ekspertami.

Poza indywidualnymi naukowcami i małymi grupami badawczymi obliczenia w ramach wielu różnych dyscyplin naukowych prowadzą z pomocą superkomputerów nawet międzynarodowe konsorcja, oczywiście z udziałem polskich naukowców. Dzięki krakowskim superkomputerom polscy uczeni mogą uczestniczyć w ważnych międzynarodowych projektach

naukowych, w tym w eksperymentach z listy ESFRI i PMIB: CTA, LOFAR, EPOS, Wielkiego Zderzacza Hadronów w CERNie oraz fal grawitacyjnych w detektorach LIGO i VIRGO.

Oczywiście, nawet najwyższe lokaty w zestawieniu TOP500, czy też najnowocześniejsze technologie wykorzystane do budowy komputerów dużej mocy nie oddają w pełni znaczenia tego rodzaju zasobów obliczeniowych dla polskiego środowiska naukowego. O użyteczności superkomputerów udostępnianych przez ACK Cyfronet AGH jako narzędzia prowadzenia prac naukowo-badawczych, najlepiej świadczą dane statystyczne dotyczące ich wykorzystywania.

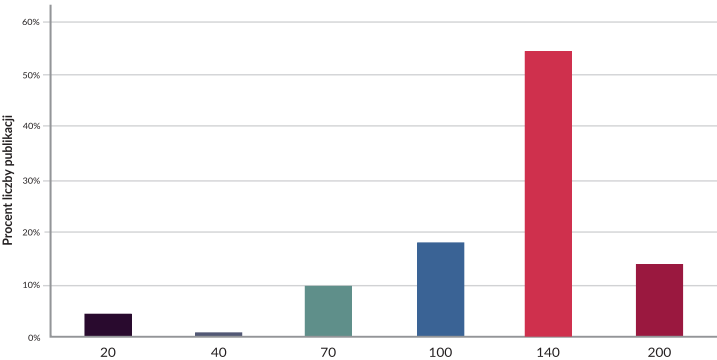
W tabeli przedstawione zostały zagregowane najważniejsze dane dotyczące liczby zadań obliczeniowych oraz czasu ich trwania, wykonanych przez Cyfronet dla innych jednostek.

Warto podkreślić, że ogromne zapotrzebowanie użytkowników na moc obliczeniową i przestrzeń do przechowywania danych nie zostałoby zaspokojone bez ciągłego powiększania zasobów obliczeniowych i pamięci dyskowej. Dlatego uważnie analizujemy sugestie użytkowników i dane statystyczne dotyczące prowadzonych obliczeń, nie zapominając jednocześnie o ciągłej obserwacji światowych trendów w informatyce.

Poziom naukowy zadań zrealizowanych z wykorzystaniem infrastruktury udostępnianej przez ACK Cyfronet AGH jest bardzo wysoki. Dowodem tego są wyniki prac naukowo-badawczych, prowadzonych w roku 2024 przy wykorzystaniu tej infrastruktury, które zostały zaprezentowane w wielu publikacjach.

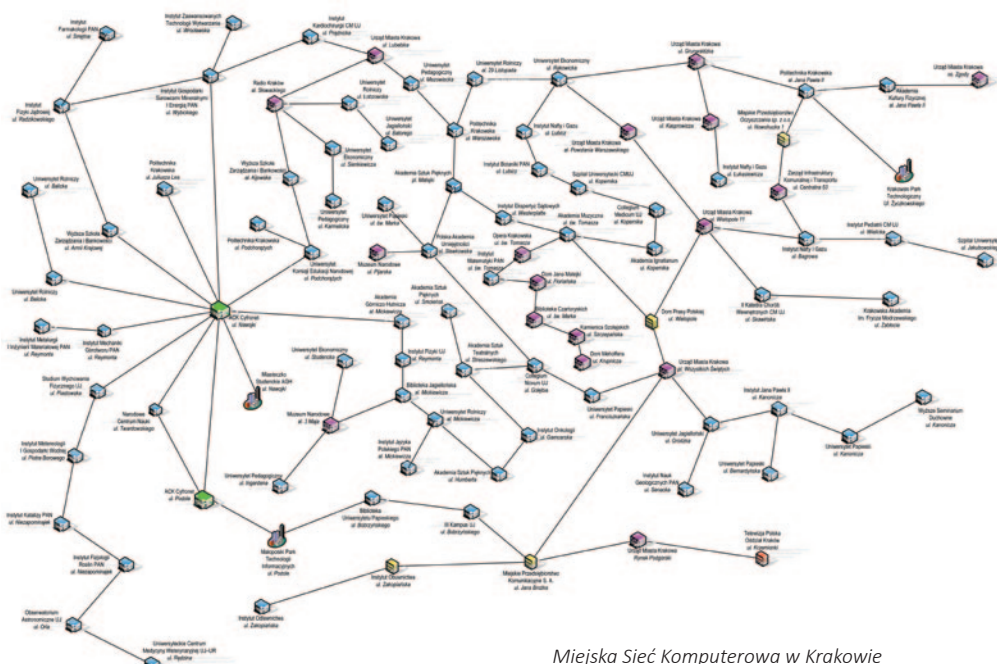
Rok	Liczba zadań	Czas CPU w latach
Superkomputery Cyfronetu		
2008	603 525	207
2009	2 227 804	876
2010	4 009 049	990
2011	7 557 817	5 052
2012	8 126 522	7 923
2013	7 932 978	11 016
2014	7 694 224	12 980
2015	7 505 763	15 952
2016	7 748 677	24 653
2017	9 066 892	39 232
2018	8 342 686	42 436
2019	4 993 639	44 027
2020	5 696 919	41 761
2021	5 549 582	43 409
2022	6 227 244	48 716
2023	11 468 532	52 722
2024	11 664 594	50 752
2025	25 019 708	75 897

Punktacja artykułów naukowych według Ministerstwa, powstałych w 2024 roku dzięki zasobom ACK Cyfronet AGH



Miejska Sieć Komputerowa

ACK Cyfronet AGH stara się jak najlepiej służyć środowisku naukowemu, uczelniom i jednostkom naukowym w zakresie dostępu do krajowej i światowej sieci Internet oraz do mocy obliczeniowych na potrzeby badań naukowych. Dlatego ważnym zadaniem stawianym przed Cyfronetem jest zapewnienie bezawaryjnego funkcjonowania sieci oraz usług teleinformatycznych i obliczeniowych 7 dni w tygodniu przez 24 godziny na dobę.



Miejska Sieć Komputerowa w Krakowie

Infrastruktura światłowodowa jest podstawą funkcjonowania sieci MAN. ACK Cyfronet AGH, jako administrator sieci MAN w Krakowie, stale rozbudowuje i modernizuje sieć, dostosowując ją do potrzeb i oczekiwań użytkowników. Aktualnie MSK eksploatuje własną infrastrukturę światłowodową o łącznej długości ponad 200 km. Światłowody sieci MAN są ułożone w rejonie Starego Miasta, w okolicach kampusu AGH, docierają do Bronowic, Krowodrzy oraz do Czyżyn i Nowej Huty. Zrealizowane zostały także przyłączenia odległych instytutów w Prokocimiu, w rejonie Borku Fałęckiego oraz na terenie III Kampusu Uniwersytetu Jagiellońskiego w Pychowicach. Światłowody są układane w kanalizacji własnej, dzierżawionej kanalizacji teletechnicznej oraz napowietrznie.

Sieć MAN w Krakowie jest ważnym węzłem Akademickiej Sieci PIONIER (Polski Internet Optyczny) – ogólnopolskiej szerokopasmowej sieci optycznej stanowiącej istotną bazę dla badań naukowych i prac rozwojowych w Polsce. Sieć akademicka PIONIER jest połączona z Krakowa w kierunku Warszawy i Katowic łączami o przepustowości Nx400 Gbps a w kierunku Rzeszowa i Kielc łączami o przepustowości Nx100 Gbps. Zainstalowany system DWDM wraz z przełącznikami umożliwiają dodatkowo szybką konfigurację połączeń 10/100/400 Gbps do dowolnych punktów węzła-

wych sieci PIONIER oraz umożliwiają komunikację 2x400 Gbps z Centrami Komputerów Dużej Mocy w Polsce.



Za pośrednictwem sieci PIONIER realizowana jest komunikacja z wieloma ośrodkami krajowymi oraz zagranicznymi. Łączność zagraniczna odbywa się poprzez europejską naukową sieć GEANT o przepustowości Nx100 Gbps. Oprócz głównego połączenia do sieci GEANT realizowane jest połączenie rezerwowe.

Skonfigurowany na styku połączeń międzynarodowych protokół dynamicznego routingu umożliwia, w przypadku awarii jednego z wyjść, automatyczne skierowanie całego ruchu poprzez sprawne łącze. W celu podniesienia jakości świadczonych usług, niezależnie od wymienionych przyłączy, realizowana jest wymiana ruchu internetowego z wieloma operatorami w Polsce za pośrednictwem bezpośrednich połączeń. Ponadto poprzez sieć PIONIER zapewniony jest dostęp do istotnych punktów wymiany ruchu.



Pytania dotyczące funkcjonowania sieci MAN prosimy wysyłać na adres: [helpdesk \(at\) plgrid.pl](mailto:helpdesk@plgrid.pl).

Usługi sieciowe

Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH od początku powstania polskiego Internetu (w połowie 1991 roku) aktywnie uczestniczy w rozwoju zarówno infrastruktury telekomunikacyjnej, jak też, co bardzo istotne, w rozwoju szeroko rozumianych usług internetowych. Realizowane na bardzo wydajnych komputerach usługi obejmują między innymi:



- **e-mail** – internetowa poczta elektroniczna, z dostępem poprzez protokół SMTP lub interfejs webowy <http://poczta.cyfronet.pl>,
- **dns** – serwery systemu nazw domen – obsługujące usługę tłumaczenia nazw sieciowych na adres IP dla użytkowników Akademickiej Miejskiej Sieci Komputerowej,
- **eduroam** – umożliwia łączność z siecią akademicką w każdym miejscu na świecie objętym zasięgiem eduroamu, przy użyciu jednego autoryzowanego konta,
- **box** – dysk sieciowy (<http://box.cyfronet.pl>) umożliwiający wymianę plików i ich synchronizację; dzięki dedykowanym aplikacjom może być również używany na urządzeniach przenośnych.

- ☞ *Uwagi dotyczące funkcjonowania poczty e-mail prosimy kierować na adres: [postmaster \(at\) cyfronet.pl](mailto:postmaster@cyfronet.pl)*
- ☞ *Pytania dotyczące obsługi technicznej domen, konfiguracji serwerów DNS oraz ewentualnych problemów z dostępem do domen rejestrowanych w ACK Cyfronet AGH prosimy kierować na adres e-mail: [dns \(at\) cyfronet.pl](mailto:dns@cyfronet.pl)*
- ☞ *W celu uzyskania dostępu do usługi eduroam prosimy o kontakt z Działem Sieci Komputerowych: tel. (+48 12) 632 33 55, wew. 116, e-mail: [eduroam \(at\) cyfronet.pl](mailto:eduroam@cyfronet.pl)*
- ☞ *Z serwera wymiany plików Box mogą korzystać Użytkownicy poczty elektronicznej ACK Cyfronet AGH.*

Kolokacja

W ramach usługi kolokacji sprzętu umożliwiamy instytucjom lub firmom umieszczenie własnych serwerów lub innych urządzeń IT w naszym profesjonalnym centrum danych, które zapewnia odpowiednie warunki techniczne i środowiskowe.

Oferujemy

01
Zróżnicowane przestrzenie
powierzchni technicznej

3 nowoczesne centra danych w różnych lokalizacjach w Krakowie,
12 zróżnicowanych powierzchniowo hal technicznych,
ok. 325 m² przestrzeni technicznej w hali.

02
Możliwość
kolokacji

dowolnych szaf,
na dedykowanej przestrzeni,
w izolowanych kioskach.

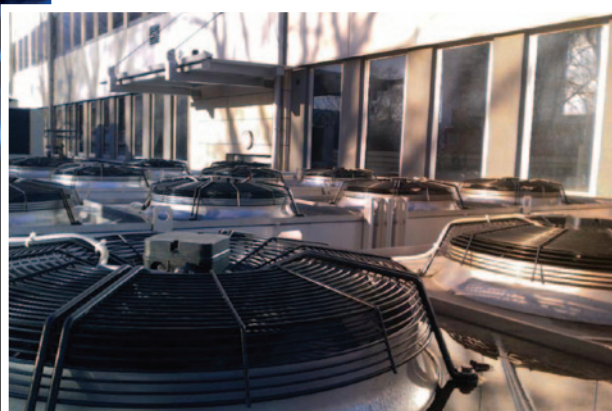
03
Bezpieczeństwo
powierzonych zasobów

stabilność infrastruktury: gwarantowane zasilanie, redundatne
łącza internetowe,
natychmiastowy czas reakcji w przypadku awarii,
ochrona i monitoring 24 godziny na dobę przez cały rok.

04
Przyjazny
dostęp

nieograniczony, rejestrowany dostęp fizyczny
do zasobów 24 godziny na dobę,
własne szkieletowe łącza światłowodowe
o przepustowości do 100 Gb/s,
wsparcie techniczne i szkolenia.

 W celu zgłoszenia zapotrzebowania na ww. usługi (w tym komercyjne) prosimy o wysłanie informacji na adres: [helpdesk \(at\) plgrid.pl](mailto:helpdesk@plgrid.pl).



Dział Cyberbezpieczeństwa - bezpieczeństwo, które działa w praktyce

Dział Cyberbezpieczeństwa powstał w sierpniu 2023 r. z jasnym celem: wdrożyć i utrzymywać najwyższy możliwy poziom ochrony informacji w organizacji oraz wspierać klientów w budowaniu dojrzałych, skutecznych zabezpieczeń. W krótkim czasie zbudowano kompletny System Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji (SZBI), który w 2024 r. został potwierdzony certyfikatem zgodności z normą **PN-EN ISO/IEC 27001:2023-08**. To dowód, że stosowane procesy i praktyki spełniają wymagania międzynarodowego standardu.



ACK Cyfronet AGH posiada Certyfikat zgodności z normą PN-EN ISO/IEC 27001:2023-08

Certyfikat potwierdza spełnienie wymagań normy w następujących zakresach:

1. Usługi:

- przetwarzania i składowania danych,
- HPC,
- chmury obliczeniowej,
- sztucznej inteligencji,
- kolokacji i centrum danych,
- cyberbezpieczeństwa,
- sieciowe,
- transmisji danych.

2. Wytwarzanie oprogramowania.

3. Audyty bezpieczeństwa.

4. Szkolenia i konsulting IT.

Przyznanie certyfikatu stanowi potwierdzenie, że ACK Cyfronet AGH spełnia wysokie wymagania międzynarodowych standardów.



Standardy i osiągnięcia

- **Certyfikowany SZBI (norma PN-EN ISO/IEC 27001:2023-08)** – potwierdzona zgodność procesu zarządzania ryzykiem, polityk i zabezpieczeń.
- **Operacyjne kompetencje SOC** – praktyczna obsługa platform **SIEM** i **XDR** oraz prowadzenie analiz incydentów i złośliwej korespondencji.
- **Praca zgodna z ryzykiem** – decyzje oparte na wynikach skanów podatności, korelacji zdarzeń i analizie zagrożeń.
- **Edukacja i świadomość** – autorskie szkolenia oraz cykliczny newsletter „Cyfrobezpiecznik”.



Co robimy na co dzień (wewnątrz organizacji)

- **Obsługa XDR** – wykrywanie i blokowanie zaawansowanych zagrożeń na stacjach roboczych i serwerach.
- **Monitoring w SIEM** – zbieranie logów, korelacje zdarzeń, tworzenie reguł i reagowanie na alerty.
- **Analiza złośliwych maili** – triage podejrzanych wiadomości, analiza załączników i adresów URL, rekomendacje działań.
- **Szkolenia z cyberbezpieczeństwa** – dopasowane do ról (użytkownicy, IT, kadra), scenariusze phishingowe, dobre praktyki.
- **Zarządzanie ryzykiem** – inwentaryzacja aktywów, ocena ryzyka, planowanie zabezpieczeń i akceptacji ryzyka.
- **Skanowanie podatności** – regularne przeglądy infrastruktury, priorytety remediacji, weryfikacja łatek.
- **Monitorowanie wycieków** – weryfikacja informacji w źródłach otwartych, reagowanie na incydenty związane z danymi.

Oferta dla klientów zewnętrznych

1) Skanowanie infrastruktury w poszukiwaniu podatności

Kompleksowy przegląd serwerów, stacji i usług sieciowych z wykorzystaniem uznanych skanerów.

Co otrzymasz: czytelny raport ryzyk z priorytetami (CVSS + kontekst), szybkie wygrane (quick wins), plan remediacji oraz konsultacje poaudytowe.

Korzyści: skrócenie czasu od wykrycia do usunięcia krytycznych luk, lepsze przygotowanie do audytów i testów penetracyjnych.

2) Wdrożenie SZBI i przygotowanie do certyfikacji ISO/IEC 27001

Wsparcie od analizy luk po audyt wewnętrzny – praktycznie, bez nadmiaru biurokracji.

Zakres: polityki i procedury, rejestry, model zarządzania ryzykiem, role i odpowiedzialności, mierzalność skuteczności.

Korzyści: uporządkowane bezpieczeństwo, zgodność z wymaganiami biznesu i regulatorów, gotowość do certyfikacji.

3) Szkolenia i program podnoszenia świadomości

Moduły dopasowane do specyfiki branży i ról w organizacji, od podstaw po warsztaty techniczne.

Formy: sesje stacjonarne/online, materiały e-learningowe, symulacje phishingu, scenariusze incydentowe.

Korzyści: realny spadek liczby ryzykownych zachowań, większa odporność na socjotechnikę, prosty język i praktyczne przykłady.

4) Monitoring infrastruktury (SIEM + XDR)

Konfiguracja, strojenie i operacyjne prowadzenie środowiska monitoringu pod realne zagrożenia.

Zakres: integracje źródeł logów, tworzenie reguł korelacji, analiza incydentów i rekomendacje działań.

Korzyści: szybsze wykrywanie nieprawidłowości, mniej fałszywych alarmów, mierzalna poprawa czasu reakcji.



Jak wygląda współpraca – w skrócie

- **Rozpoznanie** – krótkie warsztaty i przegląd środowiska, aby zrozumieć cele i ograniczenia.
- **Diagnoza** – ocena ryzyk, skany podatności, analiza logów i procesów.
- **Wdrożenie** – projekt i implementacja zmian (polityki, konfiguracje, integracje, szkolenia).
- **Monitoring i doskonalenie** – pomiar efektów, przeglądy, urealnianie planów i ciągłe ulepszanie.

Nasza przewaga

- **Potwierdzona dojrzałość** – własny, certyfikowany SZBI i praktyka operacyjna.
- **Pragmatyzm zamiast slajdów** – nacisk na mierzalne efekty i priorytetyzację ryzyk.
- **Bez zbędnej złożoności** – minimum formalności, maksimum bezpieczeństwa.
- **Transparentność** – jasne raporty, czytelne wskaźniki i konkretne zalecenia.
- **Elastyczność** – dopasowanie do narzędzi i procesów klienta.

„Cyfrobezpiecznik” – Newsletter o tym, co naprawdę ważne

„Cyfrobezpiecznik” to autorski, cykliczny newsletter, w którym zwięźle omawiane są najistotniejsze wydarzenia i trendy z obszaru cyberbezpieczeństwa.

Dla kogo: dla zarządów, działów IT i osób odpowiedzialnych za zgodność.

Co w środku: najważniejsze luki i biuletyny bezpieczeństwa, praktyczne rekomendacje wdrożeniowe, krótkie checklisty i linki do wiarygodnych źródeł.

Efekt: szybkie decyzje i właściwe priorytety bez przeszukiwania setek komunikatów.



Skontaktuj się z nami: e-mail: [cyber \(at\) cyfronet.pl](mailto:cyber@cyfronet.pl), tel.: 515 053 199

PLGrid - platforma dostępowa do usług Cyfronetowych

PLGrid to koordynowana przez ACK Cyfronet AGH nowoczesna infrastruktura obliczeniowa, zbudowana i rozwijana dla wsparcia polskich sektorów nauki, gospodarki i administracji publicznej. Dzięki zaawansowanym zasobom superkomputerowym, kwantowym i chmurowym umożliwia prowadzenie prac badawczo-rozwojowych na najwyższym, światowym poziomie, wspierając tym samym innowacje i rozwój nowych technologii w wielu dziedzinach nauki i gospodarki.

Konsorcjum PLGrid

Początki infrastruktury PLGrid sięgają stycznia 2007 roku, kiedy to z inicjatywy ACK Cyfronet AGH powołano Konsorcjum PLGrid. W jego skład wchodzi największe polskie centra obliczeniowe:

- Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH w Krakowie (lider konsorcjum),
- Centrum Informatyczne Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej PG w Gdańsku,
- Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego UW w Warszawie,
- Narodowe Centrum Badań Jądrowych w Świerku (od 2019 roku),
- Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe IChB PAN w Poznaniu,
- Wrocławskie Centrum Sieciowo-Superkomputerowe PWR we Wrocławiu.

Infrastruktura została wytworzona w serii projektów PLGrid (PL-Grid, PLGrid Plus, PLGrid NG, PLGrid Core). Pierwotnym celem było dostarczenie polskim naukowcom nowoczesnych narzędzi i usług informatycznych w oparciu o zasoby superkomputerowe. W latach 2009-2012 stworzono krajową infrastrukturę gridową, wspierającą badania naukowe realizowane przez zespoły rozproszone geograficznie. Od 2011 roku rozwijano specjalistyczne narzędzia i usługi dla różnych dziedzin nauki.

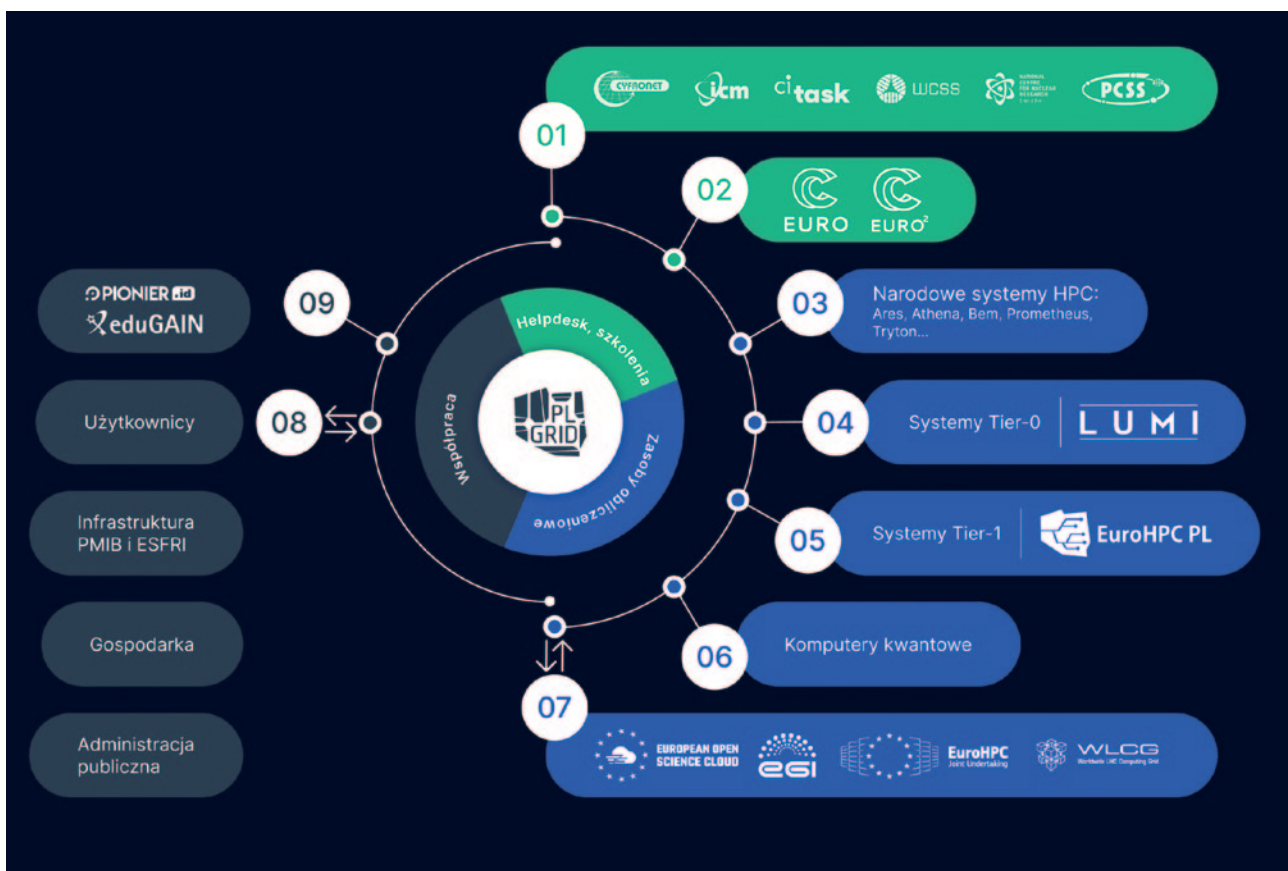
Po rozbudowie narodowej infrastruktury obliczeniowej PLGrid w 2014 roku, możliwej także dzięki jej integracji z infrastrukturą europejską w ramach organizacji dostawców zasobów obliczeniowych i pamięci masowej EGI, użytkownicy PLGrid otrzymali dostęp między innymi do obliczeń w chmurze i nowych narzędzi wspierających obliczenia na wielkich danych. W kolejnych latach wdrożono także nowe, dedykowane usługi obliczeniowe dla grup badawczych z różnych dyscyplin naukowych, uznanych za priorytetowe w Krajowym Programie Badań.

Od 2020 roku w ramach PLGrid prowadzone są aktywności związane z EuroHPC JU, europejskim przedsięwzięciem mającym na celu rozwój eksaskalowej infrastruktury obliczeniowej. Pod egidą EuroHPC JU powstały Narodowe Centra Kompetencji EuroHPC, które umożliwiają dostęp do światowej klasy superkomputerów oraz zapewniają wsparcie technologiczne i szkoleniowe w zakresie wysokowydajnych obliczeń, gromadzenia, przechowywania, przetwarzania i analizowania dużych ilości danych, a także sztucznej inteligencji.

Nieustanny rozwój

W latach 2023-2025, realizując zadania projektu EuroCC 2, prowadzona jest identyfikacja i uzupełnienie deficytów kompetencji w europejskiej infrastrukturze EuroHPC. W Polsce umożliwiono również dostęp do europejskich zasobów HPC użytkownikom z sektora prywatnego i publicznego. Realizowane jest wsparcie we wdrażaniu usług HPC w zakresie sztucznej inteligencji, a od 2023 roku PLGrid oferuje swoim użytkownikom dostęp do platformy pozwalającej na obliczenia z zastosowaniem akceleratorów kwantowych.

W 2024 roku rozpoczęto projekt Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOSC - PLGrid ICON. Projekt ma na celu zbudowanie nowoczesnej infrastruktury chmurowej, umożliwiającej realizację prac badawczo-rozwojowych zgodnie z paradygmatem Otwartej Nauki. PLGrid ICON będzie częścią Europejskiej Chmury dla Otwartej Nauki (EOSC). Chmura PLGrid ICON zapewni środowisko dla prac B+R, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań data science oraz sztucznej inteligencji.



Najszybsze superkomputery w Polsce i Europie

Infrastruktura PLGrid oferuje zarówno dostęp do wszystkich nowoczesnych zasobów HPC należących do ACK Cyfronet AGH (w tym Atheny i Heliosa – najszybszych maszyn w Polsce), jak również do superkomputerów zlokalizowanych w ośrodkach obliczeniowych konsorcjantów. ACK Cyfronet AGH ponadto reprezentuje Polskę w konsorcjum LUMI, w ramach którego, dzięki wkładowi finansowemu państwa i współpracy naszych specjalistów, polscy naukowcy mogą korzystać z zasobów tego najszybszego europejskiego superkomputera do prowadzenia badań bazujących na obliczeniach wielkoskalowych, równoległym przetwarzaniu olbrzymich zbiorów danych i wieloaspektowych analizach, również z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.

Superkomputery udostępnione w infrastrukturze PLGrid od lat zdobywają wysokie, prestiżowe miejsca na listach TOP500 – najszybszych superkomputerów i Green500 – najbardziej efektywnych energetycznie superkomputerów. Warto odnotować, że na liście TOP500 z czerwca 2017 roku znalazły się 4 superkomputery PLGrid: Prometheus, Eagle, Tryton, Bem. Natomiast w czerwcu 2025 roku nowe maszyny udostępnione w PLGrid zostały sklasyfikowane również na 4 pozycjach: Helios GPU, Lem, Athena i Helios CPU.

Z kolei na liście Green500 w 2022 roku Athena znalazła się na 10 miejscu, a w 2024 roku Helios GPU zajął wysokie, 3 miejsce.

Oferta i korzyści

Dostęp do Komputerów Dużej Mocy to dla wszystkich osób prowadzących obliczenia naukowe lub na potrzeby gospodarki możliwość wielokrotnego przyspieszenia procesów obliczeniowych. Pozwala to na prowadzenie skomplikowanych symulacji i analiz, także na bardzo dużych zbiorach danych, w znacznie krótszym czasie i zdecydowanie większej skali, co jest obecnie kluczowe w takich dziedzinach jak fizyka, chemia, biologia molekularna czy wytwarzanie nowych materiałów. Dzięki zasobom kwantowym i równoległemu przetwarzaniu ogromnych ilości danych superkomputery wspomagają też rozwój algorytmów AI i ML oraz odkrycia i innowacje w dziedzinie *big data*.

W ofercie PLGrid znajdują się wielkie moce obliczeniowe, zasoby chmurowe i dyskowe oraz dostęp do licznych pakietów oprogramowania naukowego i usług przechowywania danych na światowym poziomie. Dostęp do tych zasobów jest całkowicie bezpłatny dla polskich naukowców i wszystkich osób prowadzących działalność naukową, związaną z polską uczelnią lub ośrodkiem naukowym, w tym studentów i doktorantów.

Infrastruktura to nie tylko najnowocześniejsze maszyny obliczeniowe w Europie, ale także ludzie – i ich ekspercka wiedza. Współpraca z PLGrid zapewnia wszechstronne wsparcie techniczne,

zarówno poprzez ciągły rozwój dokumentacji, jak i codziennie doradzanie użytkownikom PLGrid przez ekspertów w systemie Helpdesk. Prowadzone są również konsultacje i szkolenia informacyjne.

Z myślą o zapewnieniu Użytkownikom wygodnego i intuicyjnego korzystania z zasobów, stworzony został Portal PLGrid (<https://portal.plgrid.pl>), zaprojektowany w oparciu o nowoczesne technologie. Umożliwia on szybkie i bezpieczne wnioskowanie o granty obliczeniowe. Intuicyjny i przyjazny interfejs ułatwia nawigację i korzystanie z naszych usług, a najwyższe standardy zabezpieczeń chronią dane i prywatność Użytkowników.

Codziennym wsparciem w obliczeniach jest również nowa, ujednolicona, bardziej przejrzysta i na bieżąco aktualizowana dokumentacja – PLGrid Guide, dostępna pod adresem <https://guide.plgrid.pl>. Dzięki jej prostej nawigacji znajdą Państwo potrzebne informacje jeszcze szybciej. Dla bardziej zaawansowanych Użytkowników przygotowano również Kompendium wiedzy potrzebnej do tworzenia bardziej wydajnych aplikacji, optymalnie wykorzystujące możliwości obliczeniowe naszych systemów komputerowych (<https://kompendium.plgrid.pl/>).



Przykłady zastosowań

Dostęp do najnowszych technologii znacząco podnosi jakość i efektywność prowadzonych badań, czego rezultatem jest blisko cztery tysiące publikacji powstałych z udziałem PLGrid. Wśród nich można znaleźć szereg ważnych i przełomowych prac z kluczowych obecnie dziedzin wiedzy, w tym tematyki AI, medycyny czy projektów mających na celu przeciwdziałanie skutkom zmian klimatycznych na Ziemi.



Sztuczna inteligencja

Nasi użytkownicy prowadzą liczne badania nad algorytmami sztucznej inteligencji i możliwością ich praktycznego wykorzystania. Przy wsparciu PLGrid powstają modele językowe i prace z zakresu przetwarzania języka naturalnego.

Moc obliczeniowa w nowoczesnej medycynie

Naukowcy w centrum medycyny obliczeniowej Sano (ACK Cyfronet AGH) używają sztucznej inteligencji, zaawansowanych algorytmów bioinformatycznych i symulacji, aby wspierać lekarzy w procesie diagnostycznym i leczniczym. Nowoczesne superkomputery umożliwiają precyzyjne dobranie leczenia najkorzystniejszego dla danego pacjenta i przyspieszają opracowywanie nowych leków, szczepionek i procedur medycznych.

Pogoda i zmiany klimatu

Dzięki superkomputerom polscy naukowcy nie tylko udoskonalają cyfrowe modele pogodowe z myślą o bardziej precyzyjnych i sprawdzalnych prognozach pogody, ale i oceniają globalne zmiany klimatu, a także prowadzą badania mające na celu opracowanie metod ich łagodzenia.

Sięgając gwiazd

Współczesne instrumenty używane w astronomii codziennie skanują niebo, generując przy tym ogromne ilości danych, liczone często w giga i terabajtach. Z drugiej strony modelowanie procesów astrofizycznych wymaga dużych zasobów i zaawansowanych metod obliczeniowych. Polscy astronomowie z powodzeniem wykorzystują PLGrid do zgłębiania tajemnic kosmosu.

Zyskaj nowe możliwości dzięki PLGrid

Dołączenie do grona Użytkowników PLGrid umożliwia prowadzenie badań na światowym poziomie, z wykorzystaniem najnowocześniejszych narzędzi informatycznych oraz ze wsparciem zespołu ekspertów.



Zapraszamy na stronę:
<https://www.plgrid.pl/>.



Zaawansowane platformy obliczeniowe oraz usługi dla domen badawczych

Naukowcy prowadzący prace badawcze z wykorzystaniem superkomputerów i dużych zasobów pamięci masowej mają różne wymagania oraz sposoby pracy, zatem potrzebują różnego typu dostępu do komputerów oraz innych zasobów infrastruktury IT. Udostępniane przez ACK Cyfronet AGH skonsolidowane, kompleksowe środowisko obliczeniowe wraz z pełnym wsparciem kompetencyjnym, dają użytkownikom naukowym wiele unikatowych usług, które pozwalają sprawnie

i wydajnie realizować obliczenia naukowe praktycznie z każdej dziedziny nauki. Poniżej przedstawiono przykłady takich usług.

Platforma LLM Lab jest dostępna dla Użytkowników infrastruktury PLGrid jako dedykowana usługa, umożliwiająca korzystanie z dużych modeli językowych, dostosowanych do różnorodnych potrzeb takich jak analiza danych, modelowanie oraz automatyzacji procesów badawczych. Użytkownicy mogą ubiegać się o dostęp w ramach grantów obliczeniowych w Portalu PLGrid, w ramach których określają oni liczbę potrzebnych kredytów. Kredyty mapowane są bezpośrednio na wejściowe i wyjściowe tokeny, które analizuje lub generuje model.

Modele językowe różnią się między sobą wielkością, a zatem także ilością zasobów obliczeniowych koniecznych do ich uruchomienia. Oznacza to, że liczba zużywanych kredytów różni się w zależności od modelu i jego rozmiaru. Dzięki temu Użytkownik może elastycznie dostosować wykorzystanie Platformy do swoich potrzeb, wybierając odpowiedni model. Platforma oferuje dostęp do różnych modeli językowych. Jednym z kluczowych modeli dostępnych na platformie jest Bielik, zoptymalizowany pod kątem polskiej morfologii i składni, co czyni go szczególnie użytecznym w badaniach związanych z językiem polskim oraz lokalnymi danymi. Platforma LLM Lab jest dostępna z dowolnego miejsca na świecie, co oznacza, że badacze mogą korzystać z jej zasobów niezależnie od swojej lokalizacji. Dodatkowo, interfejs API jest zgodny ze standardem OpenAI API, co ułatwia integrację z istniejącymi aplikacjami oraz narzędziami badawczymi.



Dostęp do LLM Lab: <https://portal.plgrid.pl>

JupyterHub to platforma umożliwiająca uruchamianie serwerów JupyterLab jako zadań obliczeniowych na klastrach Cyfronetu. Użytkownicy otrzymują dostęp do instancji JupyterLab za pośrednictwem przeglądarki internetowej. Takie rozwiązanie znacząco ułatwia pracę z notebookami Jupyter – metody interaktywnej pracy z kodem, popularnej szczególnie wśród użytkowników zajmujących się analizą danych oraz metodami sztucznej inteligencji. Platforma pozwala także na bezpośrednie uruchamianie obliczeń w ramach działającego zadania. Dodatkowo, za pośrednictwem serwerów JupyterLab, możliwe jest uruchomienie zdalnej, działającej na klastrze, instancji edytora kodu Visual Studio Code z interfejsem przeglądarkowym dla zdalnego dostępu.

 Dostęp do Jupyter HUB w ośrodku Cyfronet i dokumentacja: <https://portal.plgrid.pl>

Narzędzie pro-viz pozwala użytkownikom klastrów obliczeniowych na korzystanie z aplikacji w trybie graficznym (GUI) opartym o środowisko XFCE bezpośrednio na węzłach obliczeniowych klastra, również z możliwością akceleracji GPU. Działa w oparciu o TurboVNC – jeden z najszybszych klientów VNC i pozwala na wygodną pracę z oprogramowaniem naukowym (np. Matlab, Mathematica, Maple, Ansys Workbench/Mechanical/Fluent/Electronic Desktop) nawet przy sieci o słabej przepustowości. Co więcej, narzędzie to połączone jest z usługą dostępu poprzez wygodny interfejs www, w związku z czym z zasobów klastra w trybie graficznym można korzystać bez instalacji dedykowanego klienta VNC, a za pomocą przeglądarki www obsługującej HTML5.

 Więcej informacji o usłudze: https://guide.plgrid.pl/computing/pro_viz/



ONEDATA

Onedata jest globalnie skalowalnym systemem zarządzania danymi, który pozwala na przezroczysty dostęp do danych przechowywanych w rozproszonych systemach składowania danych. Onedata nadaje się równie dobrze dla małych grup użytkowników jak i dla dużych międzynarodowych środowisk naukowych, dzięki czemu mogą korzystać z tego systemu zarówno federacje użytkowników naukowych jak i komercyjnych. Onedata umożliwia użytkownikom korzystanie z jednorodnego systemu zarządzania danymi zarówno do przechowywania danych osobistych jak i związanych z pracą zawodową, np. wyników badań, oraz daje możliwość dostępu do nich w wydajny sposób z dowolnego urządzenia.



Onedata pozwala na budowanie federacji zaufanych użytkowników oraz dostawców przestrzeni dyskowej, co pozwala użytkownikom z jednej strony na korzystanie z rozproszonej przestrzeni dyskowej a z drugiej na kontrolowanie ilości zasobów udostępnianych poszczególnym użytkownikom lub grupom roboczym przez administratorów, bez konieczności stosowania certyfikatów.

Zalety dla użytkowników

- Zunifikowany dostęp do danych rozproszonych pomiędzy dostawców przestrzeni dyskowej opartych o heterogeniczne systemy. Korzystając z Onedata, użytkownicy mają dostęp do swoich danych w każdym miejscu i z dowolnego urządzenia.
- Dane użytkowników zorganizowane są w wirtualne foldery (ang. *Space*), które mogą być rozproszone pomiędzy dostawców przestrzeni dyskowej i dostępne dla użytkowników z przeglądarki WWW lub poprzez protokół POSIX.
- Łatwy w użyciu Graficzny Interfejs Użytkownika pozwalający na dostęp i wyszukiwanie danych oraz zarządzanie nimi.
- Wsparcie dla łatwego dzielenia się i współpracy z innymi użytkownikami w oparciu

o dane, przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa opartego o listy kontroli dostępu oraz złożony system grup i uprawnień do nich.

- Funkcjonalność publikowania i dostępu do danych otwartych oraz możliwość łatwej rejestracji identyfikatorów typu DOI dla zbiorów danych.

Zalety dla administratorów

- Łatwość instalacji i konfiguracji poprzez kontenery Docker i klientów powłoki.
- Uproszczony mechanizm przy zachowaniu pełnej kontroli administratorów w oparciu o system tokenów.
- Złożony system monitorowania dostarczający informacji o wszystkich aspektach systemu, dostępny poprzez interfejs REST oraz w postaci graficznej w panelu administracyjnym.
- Wsparcie dla wielu systemów składowania danych, w tym POSIX (np. Lustre), Amazon S3, Ceph, OpenStack Swift, czy GlusterFS.

Zalety dla twórców aplikacji

- Łatwa integracja z systemem poprzez interfejsy REST i CDMI.
- Elastyczna autentykacja i autoryzacja dostępna w oparciu o technologie OpenID Connect i Macaroons.
- Kompletna dokumentacja interfejsów w postaci pozwalającej na automatyczne generowanie kodu aplikacji klienckich odpowiedzialnego za komunikację z usługami Onedata.



Użytkownicy Onedata

Onedata uruchomiono oraz testowano w ramach kilku infrastruktur europejskich, w tym w projektach: PLGrid, INDIGO-DataCloud, EGI DataHub, Open Nebula Science Cloud oraz Human Brain Project. W projekcie HBP Onedata wykazało możliwość dostarczenia systemu zarządzania danymi pozwalającego na spełnienie wymagań przepustowości dla aplikacji wizualizacji przekrojów mózgu w czasie rzeczywistym.

 Więcej informacji można znaleźć pod adresem <https://onedata.org>.

Model Execution Environment

Model Execution Environment (MEE) to stos technologiczny umożliwiający wykonywanie strumieni zadań na infrastrukturach komputerowych wielkiej mocy, w tym na zasobach udostępnianych przez ACK Cyfronet AGH. Celem platformy jest umożliwienie łatwego prowadzenia obliczeń przez naukowców dziedzinowych, tj. przez osoby posiadające podstawową wiedzę z zakresu interakcji z klastrami obliczeniowymi i innymi rodzajami zasobów HPC.



Strumienie, kroki i modele obliczeniowe

W ramach MEE zadania obliczeniowe przyjmują formę tzw. strumieni (*pipelines*), tj. zbiorów obliczeń, z których każde nosi nazwę kroku (*step*), gdzie rezultaty każdego kroku stanowią dane wejściowe dla kolejnych kroków. MEE udostępnia szeroką gamę narzędzi pozwalających użytkownikom na projektowanie kroków, zestawianie ich w strumienie zadań oraz zlecanie wykonywania tych strumieni na dostępnych zasobach obliczeniowych.

Każdy krok jest zdefiniowany w oparciu o zestaw modułów obliczeniowych (tj. wykonywalnego kodu) przechowywanych w repozytorium Git. Moduły te określamy zbiorczo mianem modelu. Gdy pojawia się potrzeba wykonania danego kroku, platforma MEE automatycznie wczytuje dany model na zasoby HPC, a następnie monitoruje jego wykonywanie w oparciu o wybrane dane wejściowe. Przed uruchomieniem strumienia zadań użytkownik jest w stanie wybrać konkretną wersję modelu (dzięki mechanizmom wersjonowania udostępnianym przez Git), co z kolei umożliwia śledzenie rezultatów oraz gwarantuje powtarzalność obliczeń.

Strumienie mogą być uruchamiane w trybie automatycznym lub ręcznym. Strumień automatyczny jest wykonywany w całości, od początku do końca, natomiast w strumieniach ręcznych po każdym kroku następuje przerwa, zaś użytkownik musi ręcznie zlecić wykonanie kolejnego kroku. Mecha-

nizm ten umożliwia weryfikację rezultatów pośrednich i pozwala np. na zaoszczędzenie zasobów poprzez anulowanie strumienia, który nie generuje pożądaných wyników.

MEE jest dostępne poprzez wygodny webowy interfejs UI. Platforma udostępnia również interfejsy programistyczne pozwalające na jej integrację z zewnętrznymi narzędziami.

Zarządzanie danymi badawczymi

MEE zleca i monitoruje wykonanie strumieni zadań na zasobach HPC, a zatem musi też dbać o zarządzanie związanymi z nimi danymi naukowymi, tak aby każdy model operował na właściwych danych i by istniała możliwość pobrania rezultatów z infrastruktury HPC. W tym celu MEE udostępnia zestaw interfejsów zarządzania danymi – użytkownicy mogą przysyłać dane wejściowe i pobierać rezultaty. Platforma zarządza komunikacją z zasobami storage'owymi HPC, umożliwiając automatyczne wprowadzanie danych wejściowych i pobieranie wyników. Opisywana funkcjonalność obejmuje również dedykowane elementy interfejsu użytkownika.

Bezpieczeństwo

Platforma MEE jest zintegrowana z mechanizmami uwierzytelniania i bezpieczeństwa infrastruktury PLGrid. Użytkownicy posiadający konta w infrastrukturze PLGrid mogą uzyskiwać dostęp do MEE za ich pośrednictwem oraz zlecać obliczenia w ramach swoich przydziałów. Każde obliczenie wykonywane jest w ramach konkretnego grantu badawczego, który może zostać skonfigurowany w ramach platformy.

Organizacje

MEE udostępnia poszczególnym zespołom badawczym wyodrębnione środowiska pracy. Każda organizacja posiada unikalny URL dostępowy i może definiować własne strumienie oraz kroki, a także zarządzać własnymi danymi badawczymi. MEE dba o rozgraniczenie organizacji – każdą z nich można zarządzać w autonomiczny sposób, umożliwiając dostęp wybranym grupom użytkowników.

Aplikacje

Platforma Model Execution Environment znalazła zastosowanie w szeregu projektów badawczych, do których zaliczamy europejskie projekty EurValve, PRIMAGE oraz InSilicoWorld, konsorcjum POLVAS, Centrum Medycyny Obliczeniowej Sano, a także szereg zespołów powstających na zasadzie ad hoc i dysponujących wyodrębnionymi organizacjami w ramach MEE. Platforma MEE została użyta również jako prototypowa implementacja platformy symulacyjnej wirtualnego bliźniaka tworzonej w ramach europejskiej mapy drogowej przygotowywanej przez projekt EDITH.



Więcej informacji: <https://mee.cyfronet.pl>



Oprogramowanie zainstalowane na komputerach ACK Cyfronet AGH obejmuje:

- licencjonowane pakiety oprogramowania naukowego,
- pakiety naukowe Open Source,
- specjalne architektury oparte na akceleratorach graficznych GPGPU,
- narzędzia przetwarzania BigData.

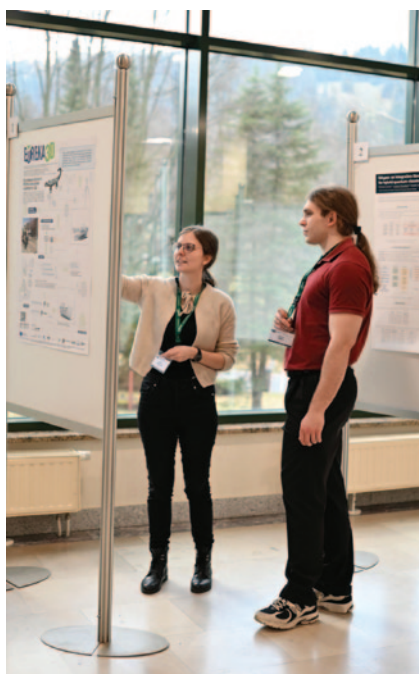
👉 Pełna lista oferowanego oprogramowania znajduje się na stronie Dokumentacji PLGrid: <https://guide.plgrid.pl/applications/>

👉 Zapraszamy także do kompendium wiedzy (<https://kompendium.plgrid.pl/>), zawierającego informacje na temat tworzenia wydajnych aplikacji, które są w stanie wykorzystać możliwości obliczeniowe superkomputerów.

👉 W celu uzyskania pomocy lub zgłoszenia zapotrzebowania na oprogramowanie obliczeniowe (w tym komercyjne) prosimy o kontakt poprzez system Helpdesk: <https://helpdesk.plgrid.pl/>



Konferencja Użytkowników Komputerów Dużej Mocy (KU KDM) 2025



Podstawowym założeniem konferencji KU KDM było zainicjowanie corocznych spotkań naukowych gromadzących użytkowników, którzy wykonują obliczenia z wykorzystaniem komputerów dużej mocy i oprogramowania, udostępnianych przez ACK Cyfronet AGH.

Po raz pierwszy konferencja została zorganizowana w 2008 roku, a jej program obejmował liczne wystąpienia naukowców – prezentujące wyniki prac badawczych uzyskanych przy wykorzystaniu zasobów sprzętowych i oprogramowania oferowanego w Cyfronecie. Konferencję uświetniły wykłady zaproszonych gości – Norberta Attiga z Jülich Supercomputing Centre i Jaapa A. Kaandorpa z University of Amsterdam. Pierwsza edycja konferencji spotkała się z dużym uznaniem wśród jej uczestników. Tego typu wydarzenie było bardzo oczekiwane i potrzebne.

Obecna tematyka konferencji KU KDM koncentruje się na obliczeniach i symulacjach dużej skali, nowych algorytmach w informatyce, narzędziach i technikach w systemach dużej mocy obliczeniowej, zastosowaniach informatyki w dydaktyce oraz bazach danych. Jednakże jej głównym celem jest możliwość prezentacji osiągnięć naukowych szerokiemu gronu badaczy z różnych dziedzin. Jest to również okazja do przybliżenia użytkownikom samego Centrum oraz jego zasobów, w tym infrastruktury PLGrid.

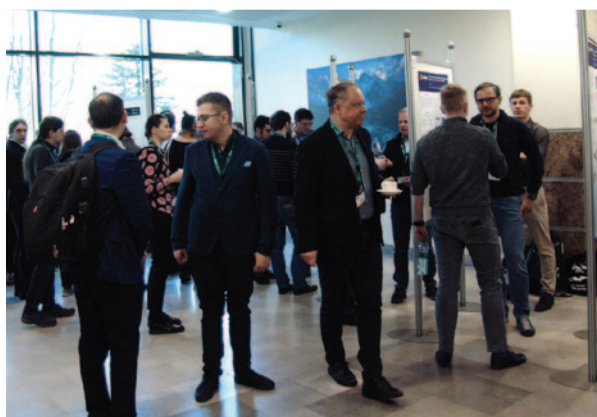
Użytkownicy, którzy na co dzień prowadzą badania z wykorzystaniem zasobów Cyfronetu, uzyskują możliwość przedstawienia roli tych zasobów, typowych scenariuszy użycia i aspektów wydajnościowych w trakcie swoich prezentacji. Uczestniczący w konferencji przedstawiciele Cyfronetu, dzięki sposobności spotkania się z tymi naukowcami, prowadzenia rozmów i konsultacji, pozyskują wiedzę niezbędną do podjęcia działań zmierzających do dostosowania infrastruktury obliczeniowej do potrzeb wymagających środowisk naukowych. Atmosfera sprzyja również wymianie doświadczeń pomiędzy naukowcami reprezentującymi te same lub różne dyscypliny oraz zapoznaniu się z nowymi technologiami oraz usługami wdrażanymi przez Centrum.



Do ważnych części konferencji należą spotkania z dostawcami sprzętu i oprogramowania dla Cyfronetu, a także dyskusja panelowa na temat efektywnego wykorzystania tych zasobów. Ta ostatnia cieszy się zawsze bardzo dużym zainteresowaniem użytkowników – naukowców, którzy mogą wtedy uzyskać informacje o nowościach w infrastrukturze obliczeniowej Centrum, a także bezpośrednio poinformować ekspertów z Cyfronetu o problemach, jakie napotkali w trakcie pracy z tą infrastrukturą.



Tegoroczna edycja uzyskała zmienioną formułę w stosunku do lat poprzednich, oferując uczestnikom rozszerzone możliwości doskonalenia wykorzystania superkomputerów w badaniach naukowych w czasie szkoleń grupowych i indywidualnych konsultacji z zespołem wsparcia PLGrid. Zaprezentowaliśmy również nowe możliwości zastosowania europejskich superkomputerów przez polskie MŚP i startupy.



Dzień Otwarty 2025

Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH corocznie organizuje Dzień Otwarty dla środowiska naukowego Krakowa i Małopolski.

Program wydarzenia obejmuje:

- prezentację działalności Cyfronetu i informacje o zasobach sprzętowych, oprogramowaniu i prowadzonych projektach,
- przedstawienie najnowszych kierunków rozwoju architektur komputerowych i sieciowych, w tym również zasobów pozwalających na wykonywanie obliczeń kwantowych,
- wystąpienia dotyczące możliwości obliczeniowych superkomputerów i ich zastosowania do analizy wyników badań, symulacji, wizualizacji i równoległej analizy ogromnych zbiorów danych (big data), w tym na potrzeby sztucznej inteligencji,
- rozstrzygnięcie konkursu na najlepszą pracę doktorską zrealizowaną w oparciu o zasoby obliczeniowe ACK Cyfronet AGH i prezentacje laureatów.

Uczestnicy Dnia Otwartego mają okazję bezpośredniego zapoznania się z unikatowymi usługami Cyfronetu i możliwością ich zastosowania w badaniach na rzecz synergii nauki i gospodarki.







Gaia AI Factory

Oficjalna strona

Gaia AI Factory:

<https://gaia.plgrid.pl/>

W październiku 2025 r. Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie w zakresie Obliczeń Wielkiej Skali (EuroHPC JU) wybrało konsorcjum kierowane przez Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH w Krakowie do utworzenia Gaia AI Factory – nowoczesnej fabryki sztucznej inteligencji w Polsce.

Projekt, o łącznym budżecie 70 mln euro, jest współfinansowany w równych częściach przez Polskę i Unię Europejską w ramach EuroHPC JU. Celem inicjatywy jest stworzenie infrastruktury i ekosystemu wspierającego rozwój zaawansowanych technologii sztucznej inteligencji, zgodnych z europejskimi wartościami zaufania, przejrzystości i odpowiedzialności. Projekt Gaia AI Factory obejmuje rozbudowę infrastruktury superkomputerów, poszerzenie dostępu do repozytoriów wielkoskalowych danych, a także wzmacnianie umiejętności i kompetencji w zakresie AI poprzez szeroką ofertę szkoleń i usług doradczych oraz program rozwoju talentów.

Infrastruktura obliczeniowa dla AI

Polska Fabryka AI stanie się krajowym centrum doskonałości w dziedzinie sztucznej inteligencji, oferując nowoczesną infrastrukturę z superkomputerem Gaia AI. Urządzenie, wyposażone w ponad tysiąc akceleratorów GPU, umożliwi trenowanie i wdrażanie modeli AI na dużą skalę, przewyższając mocą obecnego lidera – Heliosa. Superkomputer Gaia AI będzie zlokalizowany w Krakowie, zarządzany przez ACK Cyfronet AGH i zintegrowany z infrastrukturą PLGrid, co pozwoli wykorzystać krajowe doświadczenie i zasoby.

Konsorcjum

Konsorcjum Gaia AI Factory składa się z wiodących instytucji badawczych, ekspertów dziedzinowych i partnerów technologicznych, reprezentujących grupy interesariuszy AI z całego kraju.

Prace kierowanego przez ACK Cyfronet AGH konsorcjum Gaia AI Factory odbywają się ze skoordynowanym wsparciem kilku kluczowych ministerstw: Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Ministerstwa Cyfryzacji, Ministerstwa Finansów oraz Ministerstwa Rozwoju i Technologii. Polski wkład finansowy w projekt pochodzi ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministerstwa Cyfryzacji.

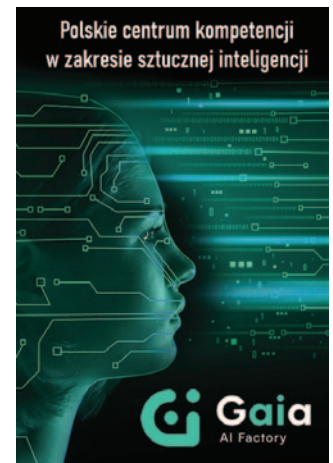


Nowe możliwości dla społeczeństwa i gospodarki

Gaia AI Factory to nie tylko infrastruktura, ale także platforma współpracy między nauką, przemysłem i sektorem publicznym. Będzie oferować zestaw narzędzi i usług wspierających cały cykl życia projektów AI – od przygotowania danych, przez trenowanie modeli, aż po ich wdrożenie. Dzięki nowej infrastrukturze i współpracy nauki z biznesem szybciej powstaną rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji, które przyspieszą prowadzenie badań naukowych, ułatwią codzienne życie, poprawią jakość usług publicznych i przyspieszą rozwój gospodarki.

Przykłady praktycznych korzyści:

- **Zdrowie:** szybsza i dokładniejsza diagnostyka obrazowa, analiza danych medycznych, spersonalizowane terapie i wsparcie lekarzy w podejmowaniu decyzji.
- **Bezpieczeństwo i administracja publiczna:** inteligentne systemy analizy danych pomagające szybciej reagować na zagrożenia, usprawnienie obsługi obywateli w urzędach, tłumaczenia wielojęzyczne w usługach publicznych.
- **Edukacja:** dostęp do otwartych narzędzi AI i szkoleń pozwalających rozwijać kompetencje cyfrowe oraz rozwijać talenty niezbędne do rozwoju nowoczesnej gospodarki opartej o wiedzę.
- **Środowisko i przestrzeń kosmiczna:** analiza danych satelitarnych w celu monitorowania zmian klimatu, jakości powietrza oraz klęsk żywiołowych.
- **Gospodarka:** wsparcie dla start-upów i firm w tworzeniu nowych produktów i usług opartych na sztucznej inteligencji – od przemysłu po sektor kreatywny.



Dostęp do Gaia AI Factory

Po pełnej instalacji i uruchomieniu komputera Gaia, dostęp zostanie zapewniony w ramach infrastruktury PLGrid: <https://plgrid.pl/>.

Gaia AI Factory nie tylko wzmacnia pozycję Polski w europejskim ekosystemie AI, ale także stanowi fundament dla przyszłych inicjatyw, umożliwiając skalowanie obliczeń i rozwój zaawansowanych modeli językowych oraz aplikacji AI.





Polskie Duże Modele Językowe (LLM)

Cyfronet aktywnie uczestniczy w rozwoju dwóch polskich Dużych Modeli Językowych (LLM): **Bielika** oraz **PLLuM (HIVE AI)**. Polskie modele językowe są trenowane na polskich danych i z tego względu są lepiej od zagranicznych dostosowane do języka polskiego. To znacząco ułatwia ich użycie w różnych sektorach, takich jak edukacja, biznes czy administracja publiczna. Z szerszej perspektywy, rozwój polskich modeli językowych może pomóc w ochronie i promowaniu języka polskiego, co jest ważne dla tożsamości narodowej i kulturowej.

Rozwój LLM wymaga ogromnych zasobów obliczeniowych, w szczególności nowoczesnych GPU, które znacznie przyspieszają przetwarzanie danych i operacje na dużych macierzach. Biblioteki uczenia maszynowego, takie jak TensorFlow i PyTorch, są specjalnie dostosowane do pracy z tymi procesorami, co pozwala maksymalnie wykorzystać ich możliwości podczas treningu.

Z tego względu Cyfronet udostępnia zasoby superkomputerów – w szczególności Heliosa, do trenowania Bielika i PLLuM. Dodatkowo eksperci Cyfronetu wspierają proces merytoryczny.

Bielik

Bielik to rodzina polskich modeli językowych, która powstała dzięki współpracy Fundacji SpeakLeash oraz ACK Cyfronet AGH. Bielik występuje w różnych wersjach, obejmujących od 1,5 do 11 miliardów parametrów. Naukowcy afiliowani w polskich jednostkach naukowych mogą korzystać z Bielika w ramach usług dostępnych przez Portal PLGrid (<https://portal.plgrid.pl/>).

SpeakLeash – grupa pasjonatów i twórców Bielika

Fundacja SpeakLeash skupia specjalistów z różnych dziedzin, którzy tworzą największy polski zbiór danych tekstowych. W skład zespołu wchodzi pracownicy firm, naukowcy i studenci kierunków AI. Po ponad roku prac nad modelem Bielik-11B-v2, w 2025 roku udostępniono jego kolejne wersje: 2.5 i 3.

Model otwarty i dostępny do użytku firmowego

Bielik jest projektem open source i z tego względu może zostać wykorzystany zarówno do użytku prywatnego, jak i biznesowego. Może być wykorzystywany do rozwoju firmy i wsparcia procesów biznesowych. Przykładowe zastosowania to:

- Automatyzacja obsługi klienta: chatboty, odpowiadanie na często zadawane pytania.
- Analiza danych: przetwarzanie i analiza dużych zbiorów danych, generowanie raportów.
- Tworzenie treści: artykuły, opisy produktów, materiały marketingowe.
- Wsparcie w procesach decyzyjnych: generowanie scenariuszy, analiza ryzyka, rekomendacje.

PLLuM (HIVE AI)

W 2025 roku Cyfronet dołączył do konsorcjum HIVE, które powstało jako kontynuacja konsorcjum PLLuM, rozwijającego rodzinę modeli językowych o tej samej nazwie. PLLuM powstaje na zlecenie Ministerstwa Cyfryzacji. Opublikowane zostały wersje wykorzystujące od 8 do 70 miliardów parametrów, co daje dużą elastyczność zastosowania.

Etyczny i dla społeczeństwa

PLLuM, podobnie jak Bielik, bazuje na etycznie pozyskanych danych – dane treningowe były wykorzystane zgodnie z przepisami o prawie autorskim. Dodatkowo w projekcie wykorzystano dane pozyskane bezpośrednio od właścicieli, którzy udzielili licencji na ich użycie. Model PLLuM jest z założenia modelem bezpiecznym i wolnym od szkodliwych treści. Planowane jest jego szerokie udostępnienie społeczeństwu w postaci Asystenta wbudowanego w aplikację mObywatel. W ten sposób PLLuM ma ułatwiać dostęp do przepisów oraz zapewniać wygodniejsze załatwianie spraw urzędowych.

Konsorcjum HIVE

Obecnie w rozwój projektu HIVE AI zaangażowanych jest 8 jednostek wiodących: Politechnika Wrocławska (lider projektu), Instytut Podstaw Informatyki PAN, Instytut Slawistyki PAN, Naukowa i Akademicka Sieć Komputerowa (NASK-PIB), Ośrodek Przetwarzania Informacji (OPI-PIB), Uniwersytet Łódzki, Centralny Ośrodek Informatyki, ACK Cyfronet AGH.

ACK Cyfronet AGH jako członek konsorcjum bierze udział w następujących działaniach:

- Budowa korpusów danych językowych do bazowego treningu, dostrajania i wychowania dużych modeli językowych.
- Treningi dużych modeli językowych, w tym trening bazowy, dostrajanie i wychowanie.
- Pilotażowe wdrożenia modeli w sektorze publicznym.



Przydatne linki:

- 👉 Porozmawiaj z Bielikiem: <https://chat.bielik.ai/>
- 👉 Porozmawiaj z PLLuM: https://pllum.clarin-pl.eu/pllum_8x7b



VIRGO-PL

Oficjalna strona VIRGO:

<https://www.virgo-gw.eu/>

Virgo to interferometr laserowy z dwoma prostopadłymi ramionami o długości 3 km: jego celem jest wykrywanie fal grawitacyjnych ze źródeł astrofizycznych. Znajduje się w Europejskim Obserwatorium Grawitacyjnym w pobliżu Pizy we Włoszech. Detektor Virgo pozwala na rejestrowanie fal grawitacyjnych, które emitowane są między innymi podczas zlewania się układów podwójnych gwiazd neutronowych lub czarnych dziur, czy wybuchów supernowych. Bezpośrednia detekcja fal grawitacyjnych umożliwia badanie obiektów, które nie wytwarzają promieniowania elektromagnetycznego, oraz bezpośrednie studiowanie wnętrza gwiazd neutronowych. W ten sposób możliwe jest badanie zjawisk niewykrywalnych innymi metodami i poznawanie odległych zakątków Wszechświata.

Polska współpraca na rzecz Virgo

Jesteśmy częścią Polskiego Konsorcjum Projektu Virgo, które uczestniczy w rozwoju obserwatorium fal grawitacyjnych Virgo. ACK Cyfronet AGH wspiera obliczenia dla detektora fal grawitacyjnych Virgo oraz wspomaga integrację z siecią obliczeniową International Gravitational-Wave Observatory Network. Te działania są objęte projektem „Virgo-PL: polski udział w obserwatorium fal grawitacyjnych Virgo”.



Jeden z 3-kilometrowych tuneli detektora Virgo, w których przemieszcza się światło laserowe
© Cyril FRESILLON / Virgo / CNRS Photothèque

CTAO



CTAO będzie największym obserwatorium astronomii gamma na świecie. Niezrównana precyzja i szeroki zakres energetyczny CTAO (20 GeV - 300 TeV) pomogą odpowiedzieć na niektóre z najbardziej zagadkowych pytań astrofizyki, obejmujących trzy główne tematy: zrozumienie pochodzenia i roli relatywistycznych cząstek kosmicznych; badanie ekstremalnych układów, takich jak czarne dziury czy gwiazdy neutronowe; oraz odkrywanie granic fizyki, poszukiwanie ciemnej materii lub odstępstw względem teorii względności Einsteina.

Oficjalna strona CTAO:

<https://www.ctao.org/>

Cyfronet na rzecz CTAO

Udział Cyfronetu dotyczy głównie zapewnienia infrastruktury superkomputerowej pozwalającej na przetwarzanie danych badawczych wykorzystywanych przez partnerów projektu.

Dodatkowo, Cyfronet zaangażowany jest w prace nad Science Portal w ramach pakietu Science User Support System. Science Portal to aplikacja obejmująca szereg narzędzi dla naukowców korzystających z CTAO, w tym:

- wnioskowanie o czas obserwacyjny na konkretne obiekty;
- sprawdzanie stanu obserwacji;
- szybka analiza pierwszych wyników;
- przeglądanie dotychczasowych, już zakończonych obserwacji.

Rolą Cyfronetu jest integracja różnych komponentów Science Portal, aby końcowy użytkownik mógł w jednym miejscu mieć dostęp do wszystkich potrzebnych mu zasobów.



Wizualizacja przyszłego obserwatorium CTAO-Północ w Obserwatorium Roque de los Muchachos na La Palmie (Hiszpania). Planowany układ sieci teleskopów obejmuje cztery duże teleskopy (LST) oraz dziewięć średnich (MST). Źródło: CTAO, CC BY-NC-ND 2.0.



EPOS - multidyscyplinarna platforma wsparcia badań w zakresie nauk o Ziemi

Wprowadzenie

Projekt EPOS - System Obserwacji Płyty Europejskiej to program służący multidyscyplinarnym badaniom zjawisk zachodzących w skorupie ziemskiej. Celem EPOS jest ułatwienie zrozumienia dynamiki Ziemi i procesów tektonicznych na podstawie analizy danych sejsmologicznych, satelitarnych, geologicznych, petrochemicznych i laboratoryjnych.

Zadania

Głównym zadaniem EPOS-u jest integracja różnorodnych i rozproszonych Europejskich Infrastruktur Badawczych w naukach o „twardej” Ziemi, w oparciu o nowoczesne technologie IT. Dzięki temu EPOS umożliwia prowadzenie innowacyjnych i multidyscyplinarnych badań w celu lepszego zrozumienia procesów fizycznych i chemicznych na Ziemi, które wpływają na powstawanie trzęsień ziemi, wybuchów wulkanów, niestabilności podłoża, powstawania tsunami, jak również na procesy związane z ruchami tektonicznymi i deformacjami dynamicznymi na powierzchni Ziemi.



Źródło: EPOS - European Plate Observing System

Struktura tematyczna

Działania w ramach EPOS są uszeregowane w ramach 10 głównych węzłów tematycznych (Thematic Core Services - TCS): Dane sejsmologiczne, Obserwatoria przy uskokach tektonicznych, Dane i produkty GNSS (Global Navigation Satellite Systems), Obserwacje wulkanów, Dane satelitarne, Badania geomagnetyzmu, Zagrożenia antropogeniczne, Laboratoria Wieloskalowe, Informacje i modelowanie geologiczne, Tsunami.

Działania Cyfronetu na rzecz EPOS

ACK Cyfronet AGH uczestniczy w kolejnych projektach budujących EPOS, wspierając inicjatywę zarówno zasobami sprzętowymi, jak i wiedzą oraz umiejętnościami specjalistów. Równolegle prowadzone działania obejmują kilka sfer, jedną z których jest opracowanie platformy cyfrowej EPISODES dla jednego z węzłów tematycznych

EPOS – węzła Zagrożeń Antropogenicznych (ang. *Thematic Core Service Anthropogenic Hazards - TCS AH*).

Platforma udostępniona pod adresem: <https://EpisodesPlatform.eu> stanowi narzędzie do analizy sejsmiczności antropogenicznej i związanych z nią zagrożeń oraz do oceny potencjalnego wpływu eksploatacji geo-zasobów na środowisko. Dzięki danym pochodzącym ze stacji sejsmicznych oraz udostępnionym informacjom przemysłowym, platforma pozwala łatwiej analizować takie procesy jak: zalewanie sztucznych zbiorników, wydobywanie surowców, gazów łupkowych czy wód podziem-

nych. Oprócz udostępniania i wizualizacji danych, Platforma EPISODES zapewnia wirtualną przestrzeń roboczą do uruchamiania aplikacji od różnych dostawców oraz porządkowania danych. Umożliwia także tworzenie własnych aplikacji i wykorzystywanie ich na w/w danych oraz łączenie aplikacji w większe eksperymenty – tworzące tzw. *workflow*. Wspomniana funkcjonalność powstała dzięki krajowemu projektowi POIR – EPOS-PL, natomiast w ramach kolejnego projektu – EPOS-PL+, Platforma EPISODES została wzbogacona o możliwości prowadzenia eksperymentów z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.

Oprócz tworzenia i utrzymania Platformy EPISODES, a także dostarczania infrastruktury do obliczeń z jej udziałem, specjaliści z Cyfronetu dbają o utrzymanie elementów integracji pomiędzy węzłem tematycznym TCS AH a portalem centralnym EPOS Data Portal, który umożliwia dostęp do efektów działań we wszystkich węzłach tematycznych EPOS.

W ramach kolejnych projektów europejskich, Platforma EPISODES rozwijana jest także pod kątem zwiększenia ilości dostępnych na platformie danych, adaptacji możliwości platformy dla potrzeb badań przemysłowych oraz integracji serwisów platformy z serwisami European Open Science Cloud (EOSC) – projekty Geo-INQUIRE (Geosphere INfrastructures for QUEStions into Integrated REsearch) oraz EPOS ON (EPOS Optimization and Evolution). Platforma rozwijana była także pod kątem adaptacji na potrzeby badania skrajnych warunków geofizycznych w ramach „bliźniaka cyfrowego” (ang. *digital twin*) budowanego w ramach projektu DT-GEO.

 Zapraszamy do odwiedzenia oficjalnej strony inicjatywy EPOS: <https://www.epos-eu.org/>



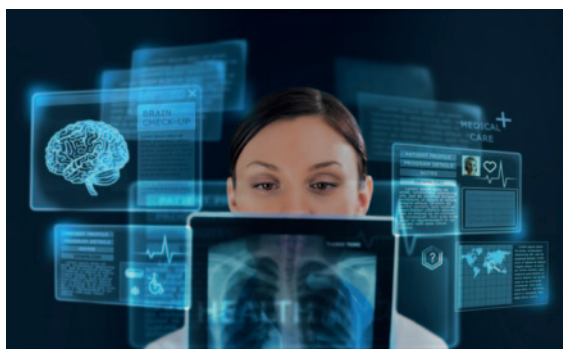


Sano: Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej – Międzynarodowa Fundacja Badawcza

W latach 2019-2026 Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH wraz z pięcioma partnerami realizuje wyjątkowy projekt w ramach programu *Teaming for Excellence* Horyzontu 2020 Unii Europejskiej, programu Międzynarodowych Agend Badawczych prowadzonego przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej oraz przy wsparciu finansowym Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W wyniku tego projektu w Krakowie powstało **Sano** – Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej.

Misja **Sano** obejmuje:

- rozwój nowych metod obliczeniowych, algorytmów, modeli i technologii związanych z medycyną spersonalizowaną,
- wprowadzenie do codziennej praktyki opieki zdrowotnej nowych rozwiązań diagnostycznych i terapeutycznych opartych na symulacjach komputerowych,
- stymulowanie powstawania i rozwoju przedsiębiorstw tworzących technologie umożliwiające wprowadzanie nowych metod diagnostycznych i terapeutycznych,
- wkład w nowe programy kształcenia dla potrzeb nowoczesnej, zindywidualizowanej medycyny.



Centrum Sano (<https://sano.science/>) zlokalizowane jest w Krakowie, gdzie kształcą się liczni wysokiej klasy specjaliści w zakresie nauk medycznych i informatyki. Co ważne, krakowskie szpitale badawcze są wysoko oceniane w środowisku naukowym i systematycznie rośnie w tym mieście liczba firm w sektorze *life science*.

Rozwój **Centrum Sano** przyczyni się bezpośrednio do ulepszenia poziomu nauki w naszym regionie, poprzez nowe kontakty naukowe oraz możliwość kształcenia doktorantów na światowym poziomie, a ponadto wzmocni transfer wiedzy i technologii do gospodarki sprzyjając powstawaniu nowych firm działających w obszarze za-

awansowanych technologii. Oddziaływanie Centrum będzie miało charakter ponadregionalny, czy wręcz międzynarodowy, przyczyniając się do rozwoju nowoczesnej medycyny, a w konsekwencji do wzrostu poziomu opieki zdrowotnej.

Program działania Centrum jest oparty m.in. na Polskiej Strategii Inteligentnej Specjalizacji i ma na celu rozwój współpracy nauki i biznesu w skali międzynarodowej. Kluczowymi wskaźnikami sukcesu są: liczba wysoko cytowanych publikacji naukowych i grantów uzyskanych przez Centrum, liczba rozwiązań opartych na modelach obliczeniowych wprowadzonych do praktyk klinicznych oraz liczba innowacyjnych rynkowych produktów i usług.

Centrum Zindywidualizowanej Medycyny Obliczeniowej Sano powstało dzięki międzynarodowej współpracy następujących instytucji: ACK Cyfronet AGH, Klaster LifeScience Kraków – Krajowy Klaster Kluczowy, University of Sheffield i Insigneo Institute, Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Digital Twins

Koncepcja „cyfrowych bliźniaków” (Digital Twins, DT) zakłada wytworzenie wirtualnego modelu jak najwierniej oddającego cechy przyjętego za wzór obiektu. Dzięki temu możliwe jest prowadzenie analiz komputerowych pozwalających podejmować w rzeczywistości efektywne działania, sprawdzone na modelu. Cyfronet poprzez infrastrukturę i wiedzę specjalistyczną wspiera tworzenie modeli „cyfrowego bliźniaka” w różnych dziedzinach nauki.

W ramach projektu EDITH (Ekosystem dla cyfrowych bliźniaków w opiece zdrowotnej) opracowana została architektura zintegrowanego systemu dla realizacji koncepcji „cyfrowego bliźniaka” człowieka, a także wizja jej dalszego rozwoju. Zespół Cyfronetu koordynował prace nad opracowaniem demonstracyjnego prototypu platformy symulacyjnej.

Z kolei w projekcie DT-GEO (Interdyscyplinarne cyfrowe bliźniaki do modelowania i symulacji złożonych zjawisk w obsłudze środowisk infrastruktury badawczej) wdrożono prototyp „cyfrowego bliźniaka” na potrzeby badania skrajnych warunków geofizycznych, jak trzęsienia ziemi (naturalne lub antropogeniczne), osuwiska, wybuchy wulkanów i tsunami. W tym przypadku specjaliści Cyfronetu pracowali nad częścią związaną z zagrożeniami antropogenicznymi.

W ramach projektu InterTwin (Interdyscyplinarny cyfrowy silnik dla nauki) wdrożono prototyp interdyscyplinarnego rozwiązania o nazwie Digital Twin Engine (DTE), platformy open source, która zapewnia ogólne i dostosowane komponenty oprogramowania do modelowania i symulacji w celu integracji „cyfrowych bliźniaków” (DT) specyficznych dla aplikacji. Zespół Cyfronetu na rzecz projektu wprowadził integrację z autorską platformą OneData.

Projekt GEMINI (Generacja wieloskalowych cyfrowych bliźniaków pacjentów z udarem niedokrwinnym i krwotocznym) ma na celu dostarczenie zweryfikowanych wielonarządowych i wieloskalowych modeli obliczeniowych do wspomagania decyzji terapeutycznych i lepszego fundamentalnego zrozumienia ostrych udarów, zarówno niedokrwinnych, jak i krwotocznych. Stworzone zostaną modele wirtualnego bliźniaka, które następnie będą przetestowane przez zespół Cyfronetowy w dużej skali – ten sam model będzie zastosowany dla dużej grupy pacjentów przy użyciu infrastruktury HPC.



Środowisko chmurowe



Możliwość uruchomienia w chmurze kompletnego środowiska pracy, z dostępem do rozproszonych zasobów sprzętowych i pakietów oprogramowania, ułatwia prowadzenie badań w międzynarodowych zespołach. Cyfronet od lat rozwija „ekosystemy” chmurowe, zarówno w oparciu o dostępne narzędzia open source, jak i o autorskie technologie.

Głównym celem projektu INDIGO-DataCloud (INtegrating Distributed data Infrastructures for Global ExpLOitation) było opracowanie środowiska typu PaaS (Platform as a Service) umożliwiającego przeprowadzanie obliczeń dużej skali integrując zasoby gridu oraz cloudu i dostarczając jednolity dostęp zarówno do zasobów obliczeniowych jak i zasobów przechowywania danych. Rolą ACK Cyfronet AGH była m.in. implementacja jednolitego systemu dostępu do danych geograficznie rozproszonych, przechowywanych w heterogenicznych repozytoriach.

Na bazie dokonań projektu przeprowadzono kolejny: XDC (Ekstremalna chmura danych – eXtreme DataCloud), którego celem było zbudowanie specjalistycznych rozwiązań do zarządzania i przetwarzania danymi wielkiej skali w hybrydowej chmurze, wprowadzając tym samym zagadnienia dostępu i migracji danych w rozproszonych środowiskach chmurowych. Cyfronet był odpowiedzialny za realizację systemu rozproszonego zarządzania danymi w środowisku chmurowym.

Jednym z realizowanych obecnie projektów jest DOME (Rozproszony Otwarty Rynek Usług dla Europejskiej Chmury oraz Usług Brzegowych (Edge Services)), w którym w oparciu o założenia programu Gaia-X i otwarte standardy, opracowywane są narzędzia i procedury wspierające rozwój i przyjęcie zaufanych usług Cloud i Edge w Europie. Projekt DOME będzie stanowił punkt dostępu do szeroko rozumianego oprogramowania i usług przetwarzania danych opracowanych w ramach programów UE, takich jak Cyfrowa Europa, Horyzont 2020 lub Horyzont Europa.



EOSC – ponadnarodowa integracja zasobów naukowych



European Open Science Cloud (EOSC) jest inicjatywą zmierzającą do stworzenia wirtualnego środowiska wypełniającego założenia paradygmatu Otwartej Nauki. EOSC ma w łatwy i przejrzysty sposób udostępnić nie tylko dane naukowe, ale też zaawansowane narzędzia i zasoby do ich składowania, udostępniania, przetwarzania i zarządzania nimi.

W ramach EOSC tworzone są połączenia pomiędzy istniejącymi e-infrastrukturami badawczymi i naukowymi. Integracja następuje między innymi poprzez ujednolicenie zasad dostępu i autoryzacji dla badaczy z różnych państw. Dzięki osiągnięciom projektu EOSC-Hub stworzono platformę realizującą powyższe zadanie. EOSC-Portal stanowi miejsce styku pomiędzy dostawcami usług i zasobów naukowych oraz badaczami, którzy mogą skorzystać nie tylko z samych zasobów, ale też wsparcia technicznego i szkoleń. Zespół ACK Cyfronet AGH odegrał w tym zakresie kluczową rolę, zostając dostawcą portalu oraz rozwijając serwis Marketplace, z rozbudowanym katalogiem usług udostępnianych przez partnerów EOSC.

Dalszy rozwój EOSC

Kluczowymi założeniami dalszego rozwoju EOSC jest rozbudowa Portalu oraz integracja usług od większej ilości dostawców.



Realizowany w latach 2019-2021 projekt EOSC Enhance (<https://www.eosc-portal.eu/enhance>) miał na celu usprawnienie Portalu pod kątem wygody i szybkości użytkowania. Prowadzone przez naszych specjalistów prace dotyczyły między innymi zaawansowanej analityki zachowań użytkowników w celu stworzenia i wdrożenia najlepszych praktyk *user experience*. Jednocześnie udostępniono nowe funkcjonalności.



Do końca października 2022 roku trwał projekt EOSC Synergy (<https://www.eosc-synergy.eu/>), mający na celu wdrożenie standardów EOSC dla kolejnych 9-ciu krajowych e-infrastruktur. Cyfronet, oprócz koordynacji działań na poziomie narodowym, wspierał proces planistyczny, szukając nowych, skutecznych rozwiązań dla integracji w innych krajach.



W roku 2024 zakończył się projekt EOSC Future (<https://eoscfuture.eu/>), który podwyższył jakość ekosystemu EOSC dla jeszcze lepszego wsparcia europejskiej nauki oraz zachęcił naukowców do korzystania z udostępnianych zasobów.

Cyfronet uczestniczył w kolejnych inicjatywach budujących EOSC: FAIRCORE4EOSC i EuroScienceGateway. W pierwszym z projektów naszą rolą było wsparcie eksperckie w zakresie zarządzania danymi i spersonalizowanego wyszukiwania zasobów EOSC (w tym obiektów naukowych) przy użyciu metod AI. W ramach EuroScienceGateway Cyfronet był odpowiedzialny za integrację rozwiązań rozproszonej platformy zarządzania danymi Onedata z budowaną infrastrukturą projektu. W najnowszych projektach: EOSC Beyond – Cyfronet odpowiada za wsparcie eksperckie oraz dostarczenie rozwiązań w zakresie nowych funkcjonalności EOSC dla naukowców, EOSC Data Commons – Cyfronet uczestniczy jako dostawca technologii oraz ekspert z dziedziny zarządzania danymi jak i wyszukiwania zasobów dla nauki w sfederowanych, heterogenicznych środowiskach.

RODBUK

RODBUK - Repozytorium Otwartych Danych
Badawczych Uczelni Krakowskich

Strona repozytorium:

<https://rodbuk.pl/>

RODBUK jest platformą deponowania zbiorów danych badawczych, której powstanie zostało zainicjowane przez Radę Dyrektorów Krakowskiego Zespołu Bibliotecznego. ACK Cyfronet AGH odpowiada za techniczną realizację projektu, w tym za rozwój interfejsu dostępowego dla użytkowników oraz długoterminowe przechowywanie powierzonych danych.

Obecnie repozytorium współtworzy 6 uczelni krakowskich:

- Akademia Górniczo-Hutnicza
- Uniwersytet Jagielloński
- Politechnika Krakowska
- Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
- Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie
- Akademia Kultury Fizycznej w Krakowie

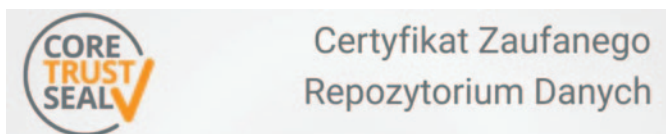
oraz:

- Uniwersytet Wrocławski
- Sano – Centre for Computational Personalised Medicine
- Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego.

RODBUK umożliwia gromadzenie i udostępnianie danych badawczych z różnych dyscyplin i formatów. Dzięki temu dane mogą być indeksowane i cytowane, co pozytywnie wpływa na rozpowszechnianie i promocję. Wszystkie publikowane metadane są zgodne z wytycznymi OpenAIRE i formatem Dublin Core, a w szerszym ujęciu – z zasadami FAIR, stanowiącymi jeden z fundamentów rozwoju paradygmatu Otwartej Nauki. Repozytorium RODBUK jest otwarte dla wszystkich jednostek naukowych, które chcą deponować swoje dane badawcze. Korzystanie z Repozytorium jest bezpłatne zarówno dla osób deponujących dane, jak i odtwarzających je.

Certyfikat CoreTrustSeal

Repozytorium Otwartych Danych Badawczych Uczelni Krakowskich RODBUK otrzymało certyfikat CoreTrustSeal, potwierdzający zgodność z międzynarodowymi standardami dla tzw. zaufanych repozytoriów danych.



Certyfikat **CoreTrustSeal** jest przyznawany po spełnieniu restrykcyjnych warunków względem zaufanych repozytoriów danych cyfrowych i metadanych. Oceniane są między innymi:

- techniczna możliwość długotrwałego i bezpiecznego składowania danych, w tym trwałość i zabezpieczenia fizycznej infrastruktury, aktualizacje systemów i oprogramowania, wsparcie techniczne,
- struktura formalna i procedury działania zapewniające długotrwałe funkcjonowanie repozytorium,
- rodzaje danych, które mogą być składowane i sposób dostępu do nich,
- dostępność wykwalifikowanego personelu dedykowanego do spraw repozytorium,
- zapewnienie odpowiedniego dostępu do danych, od poziomu wyszukiwania, po ponowne wykorzystanie, łącznie z automatycznym przypisaniem właściwego sposobu cytowania.

Przyznanie dla RODBUK certyfikatu CoreTrustSeal jest niezwykle wyróżnieniem, potwierdzającym wysoką jakość wykonania i utrzymania repozytorium. Dane przechowywane w RODBUK mają gwarancję długoterminowego przechowywania na specjalnie do tego przygotowanych serwerach Akademickiego Centrum Komputerowego Cyfronet AGH, z zachowaniem najwyższych standardów zabezpieczenia przed ich utratą.



Przedstawiciele Cyfronetu promujący RODBUK w czasie Targów Cyfrowych Narzędzi Badawczych, listopad 2024 r.



EuroHPC – europejska infrastruktura przetwarzania danych

Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie w dziedzinie Obliczeń Wielkiej Skali (EuroHPC JU) dąży do stworzenia w UE wiodącej na świecie, bezpiecznej i hiperpołączonej infrastruktury obliczeniowej i kwantowej. Skupia się na rozwoju innowacyjnych, ukierunkowanych na użytkowników systemów obliczeniowych z odpornym łańcuchem dostaw, rozszerzaniu dostępu dla użytkowników publicznych i prywatnych oraz rozwijaniu umiejętności w zakresie HPC. Dodatkowo, przy ośrodkach tworzących EuroHPC powstaną Fabryki AI, które mają wspierać rozwój konkurencyjnego ekosystemu AI w Europie.

Inicjatywa zrzesza 36 państw, w tym Polskę, oraz prywatnych członków. ACK Cyfronet AGH jest częścią wielu projektów koordynowanych lub wspieranych przez EuroHPC JU (w tym EuroCC, LUMI, LUMI AI, DARE, Fortissimo Plus, EUMaster4HPC, EPICURE), dając polskim naukowcom i przedsiębiorcom możliwość korzystania z ich wyników.

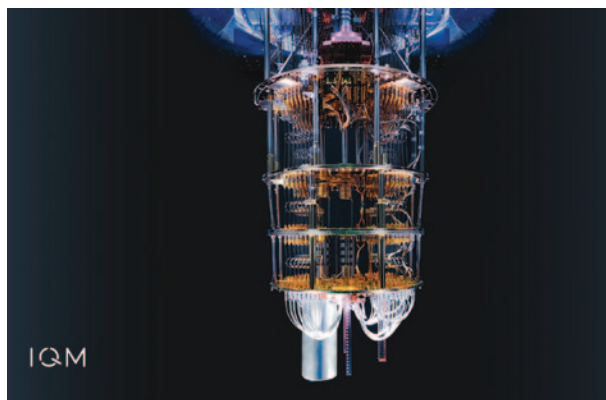
Obecnie flagowym superkomputerem EuroHPC JU i jednocześnie najszybszym europejskim jest JUPITER w Centrum Superkomputerowym Jülich w Niemczech. W listopadzie 2025 roku JUPITER znalazł się na 4 miejscu na światowej liście TOP500. Drugi superkomputer o mocy przekraczającej moc 1 EFlops stanie w centrum komputerowym TGCC we Francji.

Wcześniej jednak uruchamiane były kolejne superkomputery o mniejszej mocy, tworzące infrastrukturę, która pozwala na przeskalowanie technologii i oprogramowania. Do czasu opracowania niniejszej publikacji, EuroHPC JU dostarczyło 3 superkomputery przed-eksaskalowe: LUMI (Finlandia), Leonardo (Włochy), Mare Nostrum 5 (Hiszpania). Dodatkowo pomyślnie uruchomiono operacyjnie 5 superkomputerów petaskalowych: Discoverer (Bułgaria), Karolina (Czechy), MeluXina (Luksemburg), Vega (Słowenia) oraz Deucalion (Portugalia). Kolejnym z tej klasy komputerów będzie Daedalus (Grecja). W ramach EuroHPC JU finansowany jest również zakup komputerów kwantowych. Do jednego z nich, zainstalowanego w Czechach (VLQ), polscy naukowcy uzyskują dostęp za pośrednictwem koordynowanej przez Cyfronet infrastruktury PLGrid.

 Więcej o EuroHPC JU na stronie: <https://eurohpc-ju.europa.eu/>.



Superkomputer JUPITER, fot. Forschungszentrum Jülich / Sascha Kreklau



Komputer kwantowy VLQ, fot. IT4Innovations, IQM

Narodowe Centrum Kompetencji Obliczeniowych



ACK Cyfronet AGH koordynuje działanie polskiego Narodowego Centrum Kompetencji Obliczeniowych.

Narodowe Centra Kompetencji (NCK) zostały powołane w ramach European High-Performance Computing Joint Undertaking (EuroHPC JU). Wspólne działania mają służyć wsparciu rozwoju innowacyjnych technologii w Europie oraz zwiększyć wykorzystanie infrastruktury HPC (High-Performance Computing) przez użytkowników akademickich, administrację państwową i przedsiębiorców w Europie.

W tym świetle NCK, finansowane poprzez serię projektów EuroCC, mają stanowić centralne punkty kontaktowe w zakresie HPC i technologii powiązanych w swoich krajach. Ich misją jest poprawa i wyrównanie w Europie możliwości wykonywania zaawansowanych obliczeń komputerowych oraz zapewnienie dostępu do infrastruktury i wiedzy specjalistycznej.

EuroCC Polska działa w oparciu o partnerów Konsorcjum PLGrid (ICM, PCSS, WCSS, CI TASK, NCBJ), którego liderem jest ACK Cyfronet AGH. Do głównych zadań Narodowego Centrum Kompetencji należą:

- wspieranie interesariuszy z przemysłu, sektora publicznego i środowisk akademickich we wdrażaniu technologii HPC,
- zwiększenie wykorzystania technologii HPC wśród MŚP w celu podnoszenia ich potencjału innowacyjnego,
- poprawa rozpoznawalności istniejących ofert i usług centrów HPC dla MŚP i przemysłu,
- rozszerzenie portfolio szkoleń,
- stworzenie katalogu usług obejmującego oferty z centrów HPC oraz inne kluczowe usługi i technologie HPC dostawców z Polski,
- podnoszenie świadomości wśród różnych interesariuszy, w tym centrów doskonałości (Centers of Excellence – CoE) oraz europejskich hubów innowacji cyfrowych (eDIH) w Polsce i za granicą.



Przedstawiciele Narodowego Centrum Kompetencji w czasie EuroHPC Summit 2024. Od lewej (w drugim rzędzie): Marek Magryś, Cyfronet; Mateusz Tykierko, WCSS; Mariusz Sterzel, Cyfronet; (w pierwszym rzędzie): Marta Maj (Cyfronet) oraz Szymon Mazurek (Cyfronet)



Szczegóły dotyczące działalności Narodowego Centrum Kompetencji HPC znajdują się na stronie: <https://cc.eurohpc.pl>.

LUMI

Superkomputer LUMI

LUMI – nr 4 w Europie, nr 9 na świecie

W listopadzie 2025 ogłoszono kolejną listę TOP500 superkomputerów o najwyższej mocy obliczeniowej świata. Zainstalowany w centrum danych CSC w Finlandii superkomputer LUMI zajął na niej dziewiąte miejsce oraz czwartą pozycję w Europie. Ten niewątpliwy sukces w środowisku HPC jest efektem współpracy 11 państw, w tym Polski, które wchodzi w skład konsorcjum działającego pod skrzydłami większej inicjatywy, jaką jest EuroHPC Joint Undertaking. Co ważne, dzięki działaniom koordynowanym przez ACK Cyfronet AGH i Ministerstwo, Polacy uzyskali już dostęp do zasobów LUMI.

LUMI – światowa czołówka mocy i wydajności energetycznej

Wspólnie z pozostałymi systemami petaskalowymi oraz przed-eksaskalowymi, w których budowę zaangażowane jest EuroHPC JU, LUMI stanowi element pan-europejskiej infrastruktury, do której zostaną włączone w najbliższych latach również w pełni eksaskalowe komputery. Uzyskanie miejsca w TOP10 superkomputerów to wielki sukces dla państw europejskich, ponieważ pokazuje możliwość konkurowania z systemami z USA, Chin czy Japonii. W testach High Performance Linpack (HPL), superkomputer LUMI wykazał rzeczywistą moc 380 PFlops, a teoretyczną wydajność sięgającą 531 PFlops. Takie osiągi stały się możliwe dzięki architekturze sprzętowej LUMI:

- partycja GPU jest złożona z 2560 węzłów, z których każdy zawiera 64-rdzeniowy procesor AMD Trento i cztery karty AMD MI250X,
- pojedyncza karta MI250X może dostarczyć 42,2 TFlop/s wydajności w testach High Performance Linpack,
- każdy węzeł GPU zawiera cztery karty połączeń sieciowych 200 Gb/s,
- dodatkiem do partycji GPU jest partycja CPU, wykorzystująca 64-rdzeniowe procesory ogólnego przeznaczenia AMD EPYC™ trzeciej generacji.

Jednak przy projektowaniu i budowie infrastruktury LUMI położono mocny nacisk nie tylko na moc obliczeniową, ale też na efektywne wykorzystanie energii. Z tego względu superkomputer LUMI zajął wysokie, 38 miejsce na liście Green500 – superkomputerów o najwyższej wydajności energetycznej.

 Więcej o superkomputerze LUMI na stronie: <https://lumi-supercomputer.eu>.

Dostęp do LUMI dla polskich naukowców

ACK Cyfronet AGH koordynuje prace związane z udostępnieniem polskim naukowcom zasobów oferowanych przez LUMI. Celem jest zapewnienie wydajnego i przyjaznego dla użytkownika środowiska pracy z superkomputerem, na bazie wypracowanych w ramach infrastruktury PLGrid dobrych praktyk. Dostęp jest realizowany za pośrednictwem Portalu PLGrid (<https://portal.plgrid.pl>), a dodatkowe informacje znajdują się na stronie <https://cyfronet.pl/lumi>.

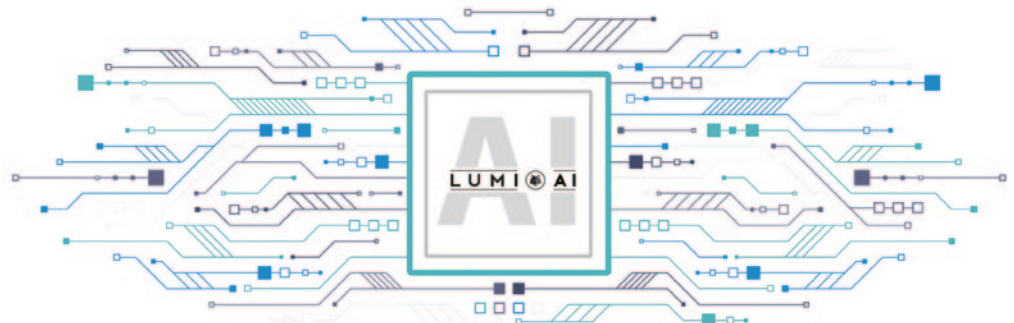
Centrum Serwisów Fabryki AI LUMI



Projekt LUMI AI Factory (LAIF) ma na celu zapewnienie infrastruktury usług superkomputerowych dla potrzeb sztucznej inteligencji wraz z otwartym ekosystemem AI utworzonym wokół superkomputera LUMI AI. Superkomputer LUMI AI jest kolejnym etapem rozwoju ekosystemu superkomputerów EuroHPC. Jego budowa pozwoli na płynne przejście w zakresie świadczenia usług obliczeniowych z obecnego komputera LUMI. Działania w ramach LAIF będą otwarte zarówno dla użytkowników publicznych jak i przedsiębiorców, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb startupów oraz małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP).

Projekt Centrum Serwisów Fabryki AI LUMI będzie łączył moc obliczeniową, dane i know-how w zakresie sztucznej inteligencji zgromadzone przez Konsorcjum LUMI, co w rezultacie zapewni szeroki i wyczerpujący zakres usług dla użytkowników publicznych i prywatnych, startupów AI oraz małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP). Do projektu budowy ekosystemu obliczeń AI wokół superkomputera LUMI AI zostały zaproszone wszystkie kraje **Konsorcjum LUMI**:

- Finlandia (koordynator),
- Belgia,
- Czechy,
- Dania,
- Estonia,
- Islandia,
- Holandia,
- Norwegia,
- Polska,
- Szwecja.



Wśród zaproszonych instytucji są centra obliczeniowe HPC oraz partnerzy zajmujący się badaniami i edukacją w zakresie sztucznej inteligencji. Partnerzy zapewniają kluczowe powiązania z badaniami w zakresie sztucznej inteligencji na poziomie europejskim – realizowanymi przez ośrodki testowania i eksperymentowania (TEF), centra innowacji cyfrowych (CoE) oraz konsorcja europejskiej infrastruktury cyfrowej – tworząc w ten sposób ściśle powiązany ekosystem sztucznej inteligencji w całej Europie.

 Strona projektu: <https://lumi-ai-factory.eu/>

Rola ACK Cyfronet AGH

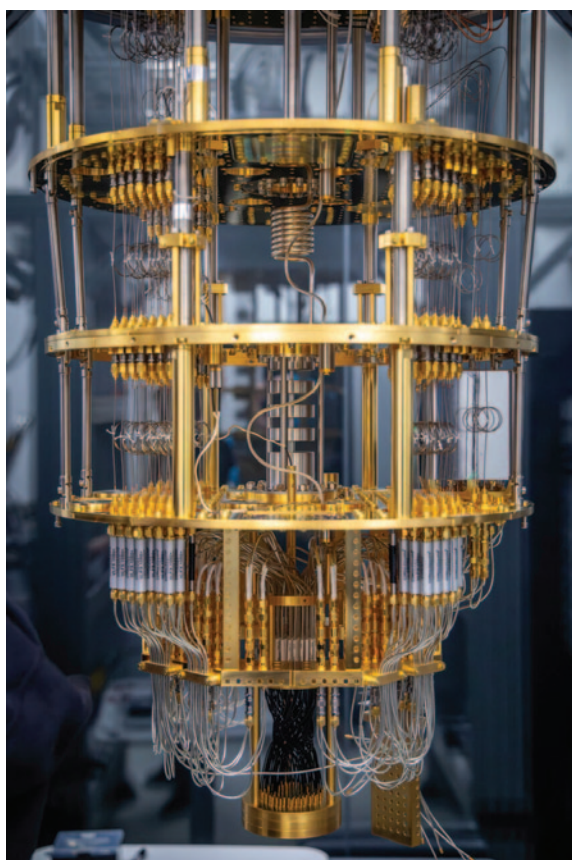
Cyfronet jest zaangażowany we wszystkie zadania projektu. Główne prace będą się koncentrować na szkoleniach, dostosowaniu oprogramowania sztucznej inteligencji do superkomputera LUMI oraz integracji danych i serwisów z infrastrukturą superkomputera LUMI AI.



Komputer kwantowy VLQ

VLQ to zintegrowany z europejską infrastrukturą EuroHPC komputer kwantowy, zapewniający nowoczesne środowisko dla obliczeń kwantowych dla przedstawicieli instytucji naukowych, przedsiębiorstw i administracji.

Komputer został zbudowany w oparciu o topologię gwiazdy, posiada 24 fizyczne kubity i ma wspierać badania naukowe oraz opracowywanie innowacji. Komputer kwantowy VLQ został zainstalowany w czeskiej Ostrawie, w Narodowym Centrum Superkomputerowym IT4Innovations, które stanowi część VSB – Technical University of Ostrava. Jest jednak przeznaczony do wykorzystania przez wszystkie kraje uczestniczące w konsorcjum.



Komputer kwantowy VLQ konsorcjum LUMI-Q zainstalowany w Narodowym Centrum Superkomputerowym IT4Innovations przy Uniwersytecie Technicznym w Ostrawie (VSB-TUO).

Do czego można wykorzystać komputer kwantowy?

Komputery kwantowe mają rewolucyjny potencjał do wprowadzenia nowego podejścia do obliczeń i rozwiązywania niezwykle złożonych obliczeniowo problemów. W przeciwieństwie do klasycznych komputerów, które pracują z bitami binarnymi, komputery kwantowe wykorzystują bity kwantowe (kubity) do wykonywania obliczeń równoległych i manipulowania zjawiskami kwantowymi, takimi jak superpozycja i splątanie kwantowe. Daje im to wyjątkową zdolność efektywnego rozwiązywania problemów zbyt trudnych dla klasycznych komputerów. Mogą to być problemy optymalizacyjne w celu rozwiązania problemu odbywania podróży, jak również problemy z zarządzaniem ruchem i portami. Obecnie opracowywane są inne zastosowania, które można znaleźć w niemal wszystkich dziedzinach nauki i gospodarki, takich jak przemysł motoryzacyjny, opracowywanie nowych baterii elektrycznych, energia, finanse, farmacja, chemia kwantowa, kryptografia, kwantowe uczenie maszynowe i wiele innych.

Komputery kwantowe mogą radykalnie wpłynąć na badania naukowe i rozwój technologiczny we wszystkich dziedzinach, od fizyki i chemii po sztuczną inteligencję i bioinformatykę.

Dostęp do komputera kwantowego VLQ dla polskich naukowców

Po pełnej instalacji i uruchomieniu komputera kwantowego VLQ, dostęp dla polskich podmiotów zostanie zapewniony w ramach infrastruktury PLGrid.

Konsorcjum LUMI-Q

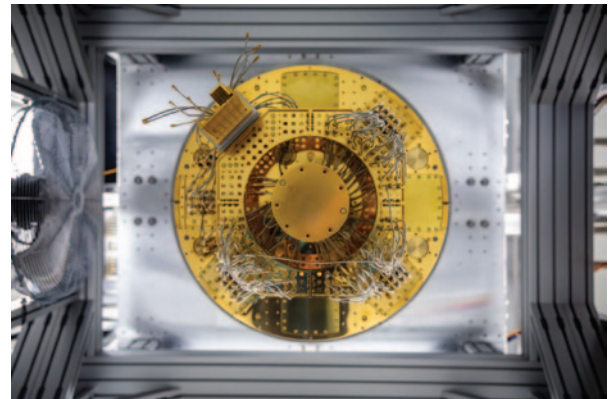
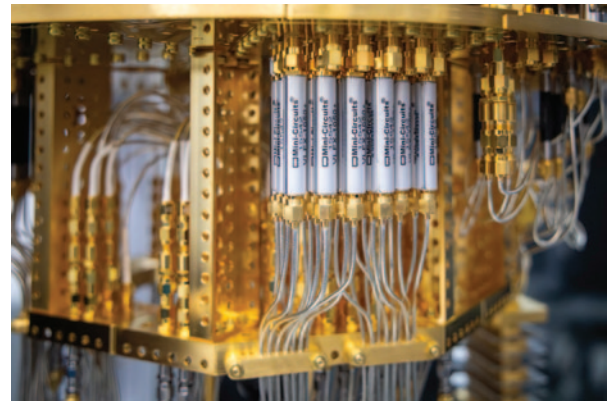
Konsorcjum **LUMI-Q** to międzynarodowa inicjatywa zrzeszająca dziewięć krajów europejskich, której celem jest rozwój infrastruktury obliczeń kwantowych w Europie. Głównym celem konsorcjum jest budowa i udostępnienie komputera kwantowego.

Komputer kwantowy VLQ jest budowany w oparciu o wspólne finansowanie, zapewnione przez konsorcjum LUMI-Q oraz EuroHPC JU. Dzięki wkładowi finansowemu Polski oraz wkładowi merytorycznemu polskich jednostek budujących konsorcjum, polscy naukowcy będą mogli korzystać z zasobów komputera kwantowego VLQ. Warto zaznaczyć, że Cyfronet jest jednym z dwóch krajowych partnerów konsorcjum, które łącznie obejmuje 13 podmiotów z 8 krajów europejskich.

Członkami konsorcjum LUMI-Q są:

- Koordynator: VSB – Technical University of Ostrava, IT4Innovations National Supercomputing Center, Czechy
- CSC – IT Center for Science, Finlandia
- VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Finlandia
- Chalmers University of Technology, Szwecja
- Danish e-Infrastructure Consortium (DeiC), Dania
- Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH, Polska
- Centrum Astronomiczne Mikołaja Kopernika, Polska
- Sigma2 AS, Norwegia
- Simula Research Lab, Norwegia
- SINTEF AS, Norwegia
- University of Hasselt, Belgia
- TNO Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, Holandia
- SURF BV, Holandia

 Strona koordynatora konsorcjum: <https://www.it4i.cz/>



Komputer kwantowy VLQ konsorcjum LUMI-Q zainstalowany w Narodowym Centrum Superkomputerowym IT4Innovations przy Uniwersytecie Technicznym w Ostrawie (VSB-TUO).



DARE Europejska autonomia w zakresie mikroprocesorów typu RISC-V

Projekt **Digital Autonomy with RISC-V in Europe**, DARE to program budowy europejskich procesorów na potrzeby obliczeń wielkoskalowych (HPC) i sztucznej inteligencji (AI) bazujący na otwartej architekturze procesorów RISC-V.



Projekt jest wspierany przez EuroHPC JU i koordynowany przez Centrum Superkomputerowe w Barcelonie, przy udziale 37 wiodących partnerów z całej Europy. Projekt zakłada opracowanie europejskich procesorów i systemów obliczeniowych nowej generacji. Część prac obejmie również ekosystem oprogramowania systemowego jak i dedykowanych architekturze RISC-V wersji pakietów oprogramowania naukowego.

Projekt zakłada opracowanie trzech chipletów opartych na RISC-V, każdy o istotnym znaczeniu dla obliczeń HPC i AI:

- **VEC** – akcelerator wektorowy do precyzyjnych obliczeń HPC i aplikacji HPC-AI (Openchip),
- **AIPU** – jednostka AI do przyspieszania wnioskowania w aplikacjach HPC (Axelera AI),
- **GPP** – procesor ogólnego przeznaczenia zoptymalizowany pod HPC (Codasip).

Chipletów używa się zamiast tradycyjnych układów monolitycznych, co zapewnia lepszą wydajność, skalowalność i efektywność kosztową dzięki zaawansowanej technologii CMOS.

Równolegle rozwijany będzie kompletny stos oprogramowania, dostosowany do sprzętu DARE SGA1, z wykorzystaniem emulacji i symulacji architektury.

Rola ACK Cyfronet AGH

Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH wnosi do projektu kompetencje w zakresie dostosowywania aplikacji do architektur procesorów. Cyfronet będzie wspierał partnerów projektu w dostosowaniu oprogramowania PyTorch do architektury procesorów rozwijanych przez projekt. Równolegle polskie modele LLM będą testowane na procesorach dedykowanych sztucznej inteligencji.

 Strona projektu: <https://dare-riscv.eu/home/>

EUMaster4HPC

Europejskie konsorcjum na rzecz edukacji w HPC



Rozwój edukacji i szkoleń w dziedzinie obliczeń wielkoskalowych jest kluczem do wzmocnienia światowej klasy europejskiego ekosystemu superkomputerów, który ma zapewnić cyfrową transformację priorytetowych sektorów gospodarki. Jednakże na rynku pracy brak jest dobrze wyszkolonych pracowników w zakresie projektowania i rozwoju oraz wdrażania i eksploatacji systemów klasy HPC. Stąd wiele jednostek naukowych i przedsiębiorców ma trudności ze znalezieniem odpowiednio wykształconego personelu. Ma to duży wpływ na ograniczenie ich rozwoju ze względu na konieczność przeprowadzania dodatkowych szkoleń, często przez dłuższy okres po zatrudnieniu.

Celem projektu **EUMaster4HPC** (European Master for High Performance Computing) jest zdefiniowanie oraz opracowanie nowego i innowacyjnego programu europejskich studiów magisterskich, skupiających się na HPC. W założeniu program wyposaży studentów w kompetencje i wiedzę dotyczącą HPC wymaganą przez środowisko akademickie i przemysł.

Cele szczegółowe projektu to:

- skuteczne rozpowszechnianie podstawowej wiedzy w zakresie HPC w dziedzinach naukowych i przemysłowych poprzez kształcenie na poziomie studiów magisterskich specjalistów i przyszłych liderów w dziedzinie technologii i zastosowań HPC, aby wypełnić lukę na rynku zasobów ludzkich,
- synteza i transfer wiedzy naukowej, która umożliwia szersze wykorzystanie HPC na potrzeby europejskiego społeczeństwa i gospodarki,
- zdefiniowanie zrównoważonego programu studiów magisterskich w HPC mającego zastosowanie we wszystkich krajach europejskich.

 Więcej informacji na stronie: <https://eumaster4hpc.uni.lu/>

Rola ACK Cyfronet AGH

AGH będzie pełniła w projekcie rolę koordynatora odpowiedzialnego za przygotowanie materiałów szkoleniowych na potrzeby szkoleń zdalnych. AGH razem z Cyfronetem opracują również prototypowe laboratoria szkoleniowe w zakresie HPC, które posłużą do szkolenia nauczycieli akademickich, jak również pozwolą studentom przetestować zdobytą wiedzę. AGH i Cyfronet będą wspierane w tym zadaniu przez inne uniwersytety techniczne i polskie centra superkomputerowe.





Strona projektu:

<https://ffplus-project.eu>

Fortissimo Plus

Projekt Fortissimo Plus to europejska inicjatywa promująca wykorzystywanie mocy obliczeniowej superkomputerów przez startupy oraz małe i średnie przedsiębiorstwa w całej Europie.

Projekt jest kontynuacją inicjatyw Fortissimo, w ramach których powstało ponad 120 rozwiązań wykorzystujących superkomputery w bardzo różnych dziedzinach, takich jak energetyka i odnawialne źródła energii, przemysł motoryzacyjny, budownictwo, branża finansowa, farmacja i biotechnologia, inżynieria środowiskowa i morska, e-commerce i inne.

Dzięki wykorzystaniu systemów HPC (High Performance Computing) oraz sztucznej inteligencji (AI), firmy mogą szybciej rozwijać innowacyjne rozwiązania, takie jak modelowanie, symulacje, tworzenie cyfrowych prototypów, analiza danych czy generatywne AI. W ten sposób firmy z różnych dziedzin, od medycyny, przez produkcję, finanse, po przetwarzanie danych, np. klimatycznych, mogą przyspieszyć rozwój innowacyjnych usług i produktów.

Projekt zakłada organizację sześciu otwartych naborów na eksperymenty, trzy z nich będą dedykowane zastosowaniom HPC, a kolejne trzy będą skierowane do MŚP i start-upów zajmujących się generatywną sztuczną inteligencją.

Rezultaty projektu obejmują regularne publikowanie historii sukcesów z eksperymentów, które pokażą korzyści płynące z HPC w modelach biznesowych MŚP, oraz raportów dotyczących innowacji, które wykażą wpływ zastosowania AI generatywnej na rozwój firm. Ponadto, projekt pomoże zrozumieć potrzeby MŚP i przemysłu w zakresie wykorzystania HPC i AI, co dostarczy cennych informacji nie tylko uczestnikom eksperymentów, ale również całemu europejskiemu ekosystemowi HPC.

Rola ACK Cyfronet AGH

Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH bierze udział w projekcie poprzez prowadzenie prac B+R w zakresie wsparcia eksperymentów z wykorzystaniem infrastruktury superkomputerowej.



Cyfronet liderem przedsięwzięć wpisanych na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej



Wśród strategicznych infrastruktur wpisanych w styczniu 2020 r. na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej znajdują się dwa przedsięwzięcia zgłoszone przez ACK Cyfronet AGH jako inicjatora i koordynatora konsorcjum PLGrid: *Narodowa Infrastruktura Superkomputerowa dla EuroHPC* oraz *Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOSC*.



**Narodowa Infrastruktura Superkomputerowa
dla EuroHPC – EuroHPC PL**



Przedsięwzięcie ma na celu realizację badań naukowych poprzez budowę i udostępnienie polskiej nauce zasobów superkomputerowych umożliwiających przeprowadzanie obliczeń wielkiej skali, wpisujących się bezpośrednio w ramy międzynarodowej inicjatywy EuroHPC – European High-Performance Computing opublikowanej w komunikacie Komisji Europejskiej. Inicjatywa EuroHPC ma za zadanie utworzenie europejskiego systemu komputerów dużej mocy klasy eksaskalowej, unikatowych na skalę światową, zbudowanych w oparciu o technologie rozwijane w Europie. Moc obliczeniowa dostarczana przez superkomputery jest fundamentalnym składnikiem potrzebnym do prowadzenia badań naukowych w wielu dziedzinach, znacznie przyspieszającym oraz obniżającym koszty procesów badawczych.

EuroHPC PL jest polskim elementem inicjatywy EuroHPC. Celem projektu jest budowa specjalistycznej infrastruktury ogólnego przeznaczenia na potrzeby obliczeń wielkoskalowych umożliwiającej podejmowanie wyzwań badawczych w kluczowych obszarach z punktu widzenia polskiego społeczeństwa, środowiska naukowego i gospodarki. EuroHPC PL udostępni hybrydową infrastrukturę obliczeniową, której trzon - superkomputery zostaną wsparte akceleratorami kwantowymi i neuromorficznymi. Projekt zakłada wytworzenie rozbudowanego katalogu łatwo dostępnych usług związanych ze skalowaniem oprogramowania naukowego, wsparciem wieloaspektowego modelowania i prowadzeniem badań w oparciu o obliczenia dużej mocy i obliczenia kwantowe.



Więcej na temat EuroHPC PL: <https://eurohpc.pl>.



Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOOSC – PLGrid ICON



W przedsięwzięciu EOOSC „Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOOSC” ACK Cyfronet AGH pełni rolę koordynatora oraz dostarcza infrastrukturę obliczeniową Komputerów Dużej Mocy wraz z zasobami systemów pamięci masowej na potrzeby prowadzenia prac badawczych w ramach tej inicjatywy.

Celem przedsięwzięcia są badania naukowe prowadzone na zbudowanej infrastrukturze chmurowej dla rozwiązań odpowiadających na aktualne i przyszłe potrzeby polskiego społeczeństwa, środowiska naukowego i gospodarki. Zakres tych badań obejmuje m.in. dane, infrastruktury i platformy ich przetwarzania, efektywne algorytmy i ich aplikacje do rozwiązywania określonych potrzeb. Zatwierdzony przez Komisję Europejską Program Europejskiej Chmury dla Otwartej Nauki (ang. European Open Science Cloud, EOOSC) to projekt federacyjnego, globalnie dostępnego i multidyscyplinarnego środowiska, w którym naukowcy, innowatorzy, firmy oraz całe społeczeństwo będą publikować, wyszukiwać, wykorzystywać i wielokrotnie używać zgromadzonych danych, narzędzi, oprogramowania, publikacji i innych rezultatów prac na potrzeby badań.

Jednym z rozwiązań technologicznych budujących przyszły EOOSC jest dostarczona przez Laboratorium Technologii Chmurowych Cyfronetu autorska platforma OneData. Jej główną rolą jest zapewnienie przejrzystego i bezpiecznego dostępu do danych w rozproszonym środowisku chmurowym – w sposób wieloprotokołowy (w tym POSIX, CDMI i HTTP). Dodatkowo platforma umożliwia łatwe udostępnianie baz danych oraz zarządzanie metadanymi.

W 2019 roku w ramach projektu EOOSC-Hub, będącego jednym z kamieni milowych EOOSC, Laboratorium Przetwarzania Danych Cyfronetu zbudowało Portal EOOSC wraz z katalogiem Marketplace. Portal pozwala dostawcom, którymi są europejskie e-infrastruktury i infrastruktury badawcze, promować swoje usługi i w ten sposób powiększać grono potencjalnych użytkowników. Z drugiej strony, badacze otrzymują nie tylko dostęp do różnorodnych zasobów, ale również wsparcie bezpośrednio od dostawców.

Z kolei Marketplace jest wygodnym katalogiem usług z zakresu obliczeń, przechowywania danych i zarządzania nimi, przetwarzania i analizy danych, bezpieczeństwa i szkoleń. Przy użyciu wyszukiwarki z praktycznymi filtrami użytkownicy mogą szybko znaleźć usługi spełniające ich naukowe potrzeby.



Więcej nt. EOOSC: <https://eosc.gov.pl/>.



Więcej informacji na temat PLGrid ICON na stronie: <https://plgrid.pl/about-us/plgrid-icon>.

Inne inicjatywy

Inne inicjatywy z listy wspierane przez Cyfronet bezpośrednio (udział w konsorcjum) lub pośrednio (poprzez zasoby obliczeniowe):

- CCB – Centrum Cyklotronowe Bronowice, koordynator: Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN w Krakowie,
- CTA – Cherenkov Telescope Array (Obserwatorium astronomii gamma TeV), koordynator: Uniwersytet Jagielloński,
- EPOS – System Obserwacji Płyty Europejskiej, koordynator: Instytut Geofizyki PAN,
- ESS – Europejskie Źródło Spalacyjne, koordynator: Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN w Krakowie,
- KMD – Krajowy Magazyn Danych. Uniwersalna infrastruktura dla składowania i udostępniania danych oraz efektywnego przetwarzania dużych wolumenów danych w modelach HPC, BigData i sztucznej inteligencji, koordynator: Instytut Chemii Bioorganicznej PAN,
- PIONIER-LAB – Krajowa Platforma Integracji Infrastruktur Badawczych z Ekosystemami Innowacji, koordynator: Instytut Chemii Bioorganicznej PAN,
- POLFAR – Radio interferometr o niskiej częstotliwości. Rozwój systemu: LOFAR 2.0, koordynator: Uniwersytet Jagielloński,
- PRACE – Współpraca w zakresie zaawansowanych obliczeń w Europie, koordynator: Instytut Chemii Bioorganicznej PAN,
- SOLARIS – Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego, koordynator: Uniwersytet Jagielloński,
- Virgo – obserwatorium fal grawitacyjnych, koordynator: Instytut Matematyczny PAN.

ACK Cyfronet AGH pełni rolę koordynatora w przedsięwzięciach wpisanych na PMIB: EOSC i EuroHPC, jest także członkiem konsorcjów realizujących programy wpisane na PMIB: CTA, EPOS, KMD, PIONIER-LAB, PRACE i Virgo, a dodatkowo dostarcza infrastrukturę obliczeniową Komputerów Dużej Mocy wraz z zasobami systemów pamięci masowej oraz infrastrukturę informatyczną Miejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej w Krakowie (MAN) na potrzeby prowadzenia prac badawczych w innych projektach PMIB.



Zobacz pełną listę Infrastruktur Badawczych na stronie MNiSW: <https://www.gov.pl/web/nauka/wyniki-naboru-wnioskow-o-wpisanie-strategicznej-infrastruktury-badawczej-na-polska-mape-infrastruktury-badawczej>

eosc | **BEYOND** Projekt ma na celu dostarczenie nowych rozwiązań dla otwartej nauki i narzędzi dla nauki w kontekście europejskiej chmury otwartej nauki (EOSC) poprzez dostarczenie nowych funkcji platformy EOSC Core. Planowane usprawnienia mają pozwolić aplikacjom naukowym na znajdowanie, komponowanie i dostęp do zasobów otwartej nauki oraz oferowanie ich jako zintegrowanych rozwiązań.

sano Celem projektu jest utworzenie w Krakowie ośrodka medycyny obliczeniowej. Centrum będzie głównym motorem europejskiego postępu w tym szybko rozwijającym się sektorze, opracowując zaawansowane metody inżynierskie do zapobiegania, diagnozowania i leczenia chorób oraz zaspokajając ogólnoswiatową potrzebę radykalnie usprawnionych systemów opieki zdrowotnej.

DVPS Projekt DVPS ma na celu rozwój technologii multimodalnych modeli fundamentalnych (MMFM), które wykorzystują różne typy danych i modalności do efektywnego rozwiązywania zadań w wielu dziedzinach.

SAGE Projekt SAGE stanowi część szerszego przedsięwzięcia, mającego na celu wykorzystanie danych do wspierania zrównoważonego rozwoju i osiągania celów środowiskowych w całej Europie. W ramach projektu przewidziane jest tworzenie i zarządzanie wspólną infrastrukturą danych, która umożliwia dostęp do danych środowiskowych oraz ich wymianę na cele przetwarzania i wykorzystania w nowych obszarach.

dare Projekt zakłada opracowanie europejskich procesorów i systemów obliczeniowych nowej generacji. Część prac obejmie również ekosystem oprogramowania systemowego jak i dedykowanych architekturze RISC-V wersji pakietów oprogramowania naukowego.

LUMI AI Projekt ma na celu zapewnienie infrastruktury usług superkomputerowych dla potrzeb sztucznej inteligencji (AI) wraz z otwartym ekosystemem AI utworzonym wokół superkomputera LUMI AI. Główne prace będą się koncentrować na szkoleniach, dostosowaniu oprogramowania sztucznej inteligencji do superkomputera LUMI, integracji danych i serwisów z infrastrukturą superkomputera LUMI AI.

EPOS ON Projekt EPOS ON wpisuje się w fazę operacyjną EPOS, mając na celu konsolidację oraz optymalizację jego infrastruktury badawczej, a także jej ewolucję w stronę nowych dziedzin nauki, nowych użytkowników oraz zaspokajania nowych potrzeb społecznych.

FORTISSIMO PLUS Projekt ma na celu umożliwienie małym i średnim przedsiębiorstwom (MŚP) oraz start-upom w Europie przeprowadzenie eksperymentów z wykorzystaniem infrastruktury obliczeniowej High Performance Computing (HPC) i metod sztucznej inteligencji (AI) w celu poprawy ich konkurencyjności i potencjału innowacyjnego.

EURO² Celem projektu była kontynuacja tworzenia sieci Narodowych Centrów Kompetencji EuroHPC w Europie poprzez współpracę, wymianę najlepszych praktyk i wiedzy oraz podnoszenie krajowego i europejskiego poziomu świadczenia usług HPC. Narodowe Centra Kompetencji świadczą usługi użytkownikom z innowacyjnej gospodarki, środowisk akademickich i administracji publicznej.

EPICURE Głównym celem projektu jest ustanowienie aktywności wsparcia dla aplikacji użytkowników EuroHPC na poziomach Level 2 i Level 3. W ramach projektu powstanie grupa wsparcia aplikacji, której głównym zadaniem będzie współpraca z biurem oceny wniosków EuroHPC JU i bezpośrednie wsparcie projektów, które uzyskały czas obliczeniowy na zasobach EuroHPC JU.

meetween Projekt ma na celu zbudowanie opartych na nauce rozwiązań technologicznych potrzebnych do zasilania nowej generacji platform wideokonferencyjnych dla Europy oraz wspieranie i ułatwianie współpracy biznesowej w całej Unii Europejskiej.

GEMINI Celem projektu GEMINI jest dostarczenie zweryfikowanych wielonarządowych i wieloskalowych modeli obliczeniowych do wspomagania decyzji terapeutycznych i lepszego fundamentalnego zrozumienia ostrych udarów, zarówno niedokrwiennych, jak i krwotocznych.



Celem projektu była budowa specjalistycznej infrastruktury ogólnego przeznaczenia na potrzeby obliczeń wielkoskalowych umożliwiającej podejmowanie wyzwań badawczych w kluczowych z punktu widzenia polskiego społeczeństwa, środowiska naukowego i gospodarki obszarach. Projekt był polskim etapem rozwoju programu EuroHPC.



Zadaniem projektu było opracowanie i dostarczenie produkcyjnych usług przechowywania, dostępu oraz zabezpieczania danych i zarządzania metadanymi, a także integracji rozwiązań dla przetwarzania dużych i złożonych wolumenów danych na bazie rozproszonej e-infrastruktury.



W projekcie zbudowano unikalne laboratoria badawcze w oparciu o krajową sieć światłowodową PIONIER. Głównym celem projektu było zbudowanie i udostępnienie platform dla jednostek naukowych, przedsiębiorców i innych podmiotów zainteresowanych prowadzeniem badań naukowych oraz prac rozwojowych w oparciu o nową, ogólnopolską infrastrukturę badawczą.



Celem bezpośrednim projektu była budowa specjalistycznej e-infrastruktury przetwarzania danych, umożliwiającej optymalne wykorzystanie usług specjalistycznych oraz nowej generacji służących do stymulowania nowych obszarów zastosowań w nauce, gospodarce, edukacji oraz życiu społecznym.



W ramach projektu zostały zwiększone funkcjonalności infrastruktury badawczej EPOS-PL. Powstało nowe Centrum Infrastruktury Badawczej, nowy poligon pomiarowy oraz WNiP: „Platforma IT do badań metodami Sztucznej Inteligencji (EPOS-AI)”.



Zadaniem projektu było wytworzenie usług infrastruktury obliczeniowej oraz składowania danych na potrzeby projektu PRACE w ramach 6-ciu dedykowanych laboratoriów: 1) L. przetwarzania HPC oraz chmurowego, 2) L. dostępu do infrastruktury przetwarzania, 3) L. zarządzania i monitorowania usług, 4) L. usług zarządzania danymi, 5) L. zarządzania rozproszonymi danymi oraz transparentnego dostępu do danych, 6) L. bezpieczeństwa infrastruktury.



Misją projektu jest wspieranie ustanowienia EOSC jako Europejskiej Wspólnoty Badań (European Research Commons), globalnego zaufanego ekosystemu, który zapewnia płynny dostęp do wysokiej jakości interoperacyjnych wyników badań i usług, umożliwiających europejskim badaczom łatwiejszą współpracę, większą produktywność i osiągnięcie wyższych poziomów doskonałości.



Celem projektu HIVE AI było wsparcie cyfryzacji i automatyzacji powtarzalnych czynności urzędniczych w Polsce poprzez pilotażowe wdrożenie polskich dużych modeli językowych (ang. Large Language Models, LLMs) do systemów administracji publicznej.



W ramach projektu zostaną zaprojektowane, zbudowane i wdrożone: infrastruktura, usługi i aplikacje dla przechowywania i gromadzenia danych naukowych oraz związanych z aktywnością gospodarczą, a także ich przetwarzania, analizy oraz efektywnego i zgodnego z dobrymi praktykami i wymaganiami oraz regulacjami, udostępniania na potrzeby środowiska naukowego i gospodarki.



Celem projektu był rozwój wyspecjalizowanego centrum kompetencji technologicznych w zakresie rozproszonych infrastruktur obliczeniowych.



Projekt miał na celu zapewnienie infrastruktury kwantowej dystrybucji klucza oraz sieci komunikacji kwantowej z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury światłowodowej sieci PIONIER.



W ramach projektu zbudowane zostało środowisko chmurowe dla treści z obszaru CH (Cultural Heritage) przetwarzające i gromadzące wysokiej jakości treści, dając możliwości uruchomienia wirtualnych przestrzeni dla interdyscyplinarnej i międzysektorowej społeczności współpracującej z obszarem CH.



Projekt zapewni nowy lub znacznie ulepszony dostęp do kluczowych obserwacji, produktów danych i usług, które umożliwiają monitorowanie i symulację dynamicznych procesów w geosferze na niespotykanym dotąd poziomie szczegółowości i precyzji, zarówno przestrzennie, jak i czasowo.



Laureaci poprzednich edycji Konkursu

Młodzi naukowcy w Cyfronecie

Organizowany corocznie konkurs na najlepszą pracę doktorską zrealizowaną w oparciu o zasoby obliczeniowe ACK Cyfronet AGH jest jedną z ważniejszych tradycji w naszym Centrum. Ocena konkursowej poddawana jest wartość naukowa zgłoszonej pracy doktorskiej, możliwość jej praktycznego zastosowania oraz zakres wykorzystania zasobów obliczeniowych i pamięci składowania danych w Cyfronecie. Na przestrzeni ostatnich lat Konkurs stał się ważnym narzędziem promującym badania prowadzone przez młodych naukowców, a do kolejnych edycji Konkursu został zgłoszony szereg prac opisujących ciekawe zagadnienia naukowe z takich dziedzin jak chemia, biofizyka, fizyka czy informatyka. Młodzi badacze łączyli w swoich badaniach wyniki bezpośrednich pomiarów w laboratorium i obliczenia na komputerach dużej mocy. W swojej pracy korzystali z różnych narzędzi uruchamianych na szerokim wachlarzu architektur obliczeniowych oferowanych przez Cyfronet.

Prezentacja najważniejszych tez prac doktorskich Laureatów Konkursu miała miejsce w trakcie Dnia Otwartego Cyfronetu. Z przyjemnością prezentujemy fragmenty kilku wybranych wywiadów z uczestnikami Konkursu, które znajdziecie Państwo na kolejnych stronach.

Zapraszamy serdecznie do uczestnictwa w kolejnej edycji Konkursu!

<https://www.cyfronet.pl/konkurs>



Laureat edycji 2025



Dr Justyna Andrys-Olek

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

Rozmowa z autorką pracy:

„Badania obliczeniowe nad syntazą ektoinową”

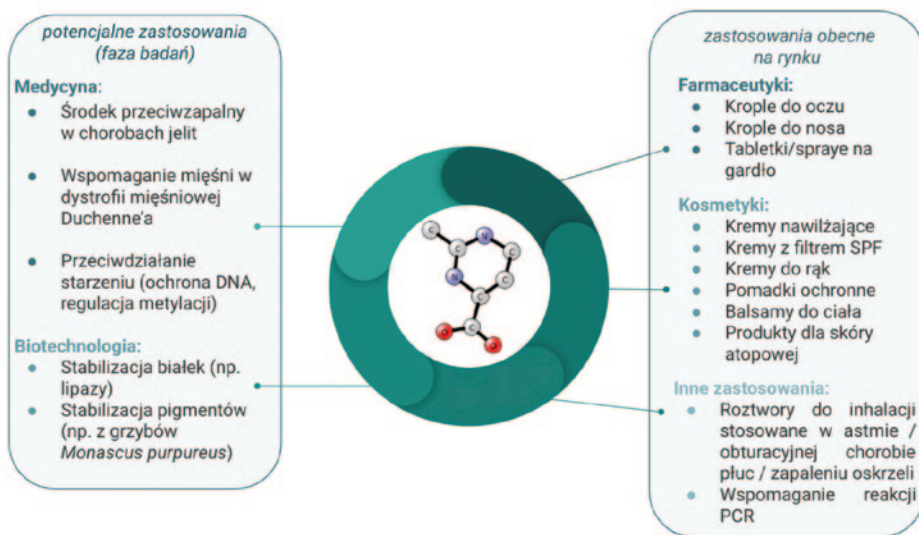
Co zainspirowało Panią do poświęcenia się badaniom nad syntazą ektoinową?

Do badań przede wszystkim zainspirowali mnie wspaniali naukowcy, z którymi współpracowałam. Już na studiach magisterskich dr Anna Wójcik-Augustyn zaszczerpiła we mnie pasję do chemii obliczeniowej, którą później podsyłali profesor Tomasz Borowski oraz koledzy z grupy Biokatalizy Teoretycznej i Eksperymentalnej w IKIFP PAN, wspierając mój rozwój w badaniach nad enzymem. W szczególności nieoceniony był mentoring profesora Borowskiego, dający nadzieję w trudniejszych momentach doktoratu, ale też satysfakcję przy mniejszych lub większych sukcesach. Motywacji dodawał sam projekt, który stanowił ciekawe wyzwanie intelektualne: należało najpierw wyjaśnić nietypowe wiązanie jonu żelaza w centrum aktywnym i określić jego stan spinowy, później odtworzyć rzeczywiste ruchy białka w symulacjach dynamiki molekularnej, a na końcu przejść do obliczeń kwantowo-mechanicznych, by poznać szczegóły mechanizmu reakcji chemicznej zachodzącej w enzymie. Nie sposób pominąć praktycznego wymiaru moich badań. Ektoina, która jest produktem badanej reakcji, znajduje szerokie zastosowanie w kosmetykach pielęgnacyjnych, z których sama często korzystam. Świadomość, że mogę dołożyć cegiełkę

do stanu wiedzy o tym związku i lepiej zrozumieć jego rolę w organizmach bakteryjnych była dla mnie dodatkową inspiracją.

Czy mogłaby Pani krótko przybliżyć naszym czytelnikom ten temat?

Syntaza ektoinowa to białko występujące głównie w organizmach bakteryjnych, które zaadaptowały się do życia w warunkach ekstremalnego zasolenia lub ekstremalnych temperatur. Produktem reakcji katalizowanej przez ten enzym jest ektoina, naturalny związek pełniący funkcje ochronne dla komórek. Pomimo że został on od-



Zastosowania ektoiny

kryty już w latach 80-tych ubiegłego wieku, cieszy się on rosnącym zainteresowaniem, głównie ze względu na swoje właściwości nawilżające i przeciwzapalne, dzięki którym stosowany jest obecnie jako składnik leków oraz kosmetyków, a nowe potencjalne zastosowania są ciągle badane. W swojej pracy zastosowałam symulacje molekularne oraz obliczenia kwantowo-mechaniczne, dzięki którym wyjaśniłam rolę jonu żelaza w centrum aktywnym enzymu, ustaliłam jego geometrię i stan spinowy,

a następnie zaproponowałam szczegółowy trzyetapowy mechanizm reakcji wraz z oszacowaniem barier energetycznych: od zamknięcia pierścienia z deprotonacją grupy aminowej substratu, przez transfer protonu z reszty tyrozyny (jednego z aminokwasów wiążących żelazo) na tlen produktu, aż po eliminację grupy hydroksylowej skutkującą powstaniem ektoiny. Lepsze zrozumienie reakcji katalizowanej przez syntazę ektoinową może pomóc w projektowaniu skuteczniejszych biokatalizatorów do produkcji ektoiny na skalę przemysłową.

W jaki sposób zasoby oferowane przez Cyfronet pomogły w Pani badaniach?

Zasoby oferowane przez Cyfronet były niezbędne do badań nad syntazą ektoinową. Moje symulacje oraz obliczenia kwantowo-mechaniczne pochłaniały setki godzin obliczeniowych z grantów, za które dziękowałam w publikacjach oraz na wystąpieniach konferencyjnych. W szczególności, kluczową rolę w mojej pracy odegrały trzy narzędzia chemii obliczeniowej: pakiet AMBER, program Gaussian oraz program ORCA.

Jakie są największe mity lub nieporozumienia dotyczące Pani dziedziny?

Wiele razy słyszałam, szczególnie od naukowców zajmujących się pracą laboratoryjną, że biochemia obliczeniowa wydaje się im zbyt trudna i niedostępna. W rzeczywistości, po opanowaniu podstaw i samodzielnym przeprowadzeniu pierwszych obliczeń na rzeczywistych modelach białek, można dostrzec logikę i odnaleźć się w świecie modelowania. Kluczowe są cierpliwość i wytrwałość – obliczenia kwantowo-mechaniczne potrafią trwać tygodniami i często wymagają poprawek oraz weryfikacji wcześniejszych założeń, cofając obliczeniowca do punktu wyjścia. Uważam jednak, że każda pomyłka lub nie-trafione założenie to cenna lekcja i doświadczenie, które wzbogacają warsztat badawczy.

Jakiej rady mogłaby Pani udzielić osobom planującym rozpoczęcie kariery naukowej?

Przede wszystkim, przed podjęciem kariery naukowej, zwłaszcza na etapie doktoratu, należy dobrze przemyśleć, do jakiego środowiska naukowego planuje się dołączyć. Znajomość promotora oraz tematyki badań jest kluczowa, ponieważ jest to czynnik, który może dać zarówno satysfakcję oraz radość z pracy, jak i niestety rozczarowanie i frustrację. Wybór motywujących mentorów jest moim zdaniem jednym z najważniejszych elementów w karierze naukowej. Ważna jest też wytrwałość: doktorat to ciągły balans między sukcesami a porażkami, dlatego bardzo istotne jest szukanie wsparcia wśród osób mających podobne doświadczenia (np. koledzy z roku), doświadczających podobnych rozterek. Wiedząc, że porażki są częścią życia naukowego, można czerpać większą radość z sukcesów i osiągnięć. Ważnym elementem życia młodego naukowca jest networking, który pozwala zdobyć praktyczną wiedzę, której często nie znajdziemy w książkach. Na koniec, warto stawiać sobie realne cele i konsekwentnie je realizować, nie zapominając jednak o równoważeniu kariery z życiem osobistym. Moją radą dla adeptów pracy w nauce jest, by nie zapominali, że poza laboratorium lub komputerem też jest życie, i że warto z niego korzystać. Często rezygnacja z jednej konferencji na rzecz wycieczki na łono natury może przynieść więcej korzyści niż się wydaje, a zwolnienie tempa może stać się katalizatorem dla nowych pomysłów.

Jakie są Pani cele na przyszłość w kontekście badań naukowych?

Obecnie staram się zdobyć więcej wiedzy na temat analizy danych w kontekście medycznym, ale także biochemicznym, pracując na stanowisku post-doc w data science. Uważam, że przy obecnym tempie rozwoju technologii warto dodać do warsztatu umiejętności również programowanie, znajomość algorytmów machine learningu oraz innych należących do szeroko pojętej sztucznej inteligencji. Znajomość tych narzędzi może pomóc mi później w aplikowaniu ich w gałęzi biochemii i biotechnologii, ponieważ ostatnio bardzo mocno widoczna jest integracja branży IT z biomedycznymi.



Dr Hubert Jóźwiak

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Rozmowa z autorem pracy:

„Collisions of simple molecules and atoms in fundamental studies”

Pana praca dotyczy bardzo specjalistycznego tematu. Czy mógłby Pan w krótkich słowach wyjaśnić, na czym polegają Pana badania?

Moja praca dotyczy zderzeń między prostymi cząsteczkami i atomami – zjawisk, które zachodzą wokół nas nieustannie, choć rzadko kiedy zajmują naszą uwagę. W temperaturze pokojowej cząsteczki azotu i tlenu w powietrzu poruszają się z zawrotną prędkością, zderzając się miliardy razy na sekundę. Na co dzień nie myślimy o tym, ale te procesy mają ogromne znaczenie – np. w atmosferze Ziemi, w kosmosie czy w precyzyjnych eksperymentach laboratoryjnych.

W swojej pracy przyjrzałem się takim zderzeniom na poziomie pojedynczych cząsteczek, wykonując precyzyjne obliczenia wykorzystujące mechanikę kwantową. Zależało mi na dwóch rzeczach: stworzeniu dokładnych danych, które pomogą np. w monitorowaniu gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń w atmosferze ziemskiej, oraz zbadaniu kilku bardziej fundamentalnych kwestii w teorii kwantowej: jak interpretować zderzenia nierozróżnialnych cząsteczek w obecności promieniowania, albo jaki wpływ na zderzenia cząsteczek mają słabe oddziaływania między jądrami atomowymi.

W jaki sposób wyniki Pana badań mogą być wykorzystane w astrofizyce?

Na dwa sposoby. Po pierwsze – w przestrzeni międzygwiazdowej, gdzie rodzą się gwiazdy, panują ekstremalne warunki: cząsteczek jest tam bardzo mało, a temperatura i ciśnienie są ekstremalnie niskie. Żeby zrozumieć, co tam się dzieje, trzeba wiedzieć, jak dokładnie zderzają się pojedyncze cząsteczki i jak oddziałują z promieniowaniem. Bez tej wiedzy łatwo źle zinterpretować obserwacje przeprowadzane m.in. przez Teleskop Jamesa Webba.

Po drugie – moje badania pomagają analizować atmosfery planet i egzoplanet. Tam z kolei cząsteczek jest bardzo dużo, i zderzają się nieustannie, co zniekształca sygnał, który obserwujemy. Dzięki dokładnym danym z mojej pracy można lepiej „odszyfrować” te obserwacje: określić skład chemiczny atmosfery, warunki fizyczne, a nawet procesy chemiczne czy, do pewnego stopnia, historię planety.

W jakim stopniu zasoby udostępnione przez Cyfronet wsparły realizację obliczeniowej części Pana rozprawy?

Choć teoria, na której opiera się moja praca, mieści się w równaniu zapisanym w jednej linijce, jego rozwiązanie wymaga potężnych mocy obliczeniowych. W badaniach nad gazami cieplarnianymi, na przykład, chcemy znać koncentrację danych cząsteczek z precyzją lepszą niż jedna tysięczna. To oznacza miliony godzin pracy procesora i zaawansowane programy do rozwiązywania równania Schrödingera, które rozwijamy w naszej grupie badawczej. Dzięki zasobom Cyfronetu mogłem prowadzić takie obliczenia na dużą skalę, badając cząsteczki będące na granicy tego, co uznaje się w takich badaniach za wykonalne. Bez nich musiałbym ograniczyć się do najprostszych układów o znikomych zastosowaniach praktycznych.

Który etap badań okazał się najbardziej wymagający?

Najtrudniejsze technicznie były oczywiście obliczenia rozpraszania kwantowego – to bardzo złożony proces. Ale gdy już przygotuje się program, skrypty i strategię obliczeń, samo ich uruchamianie nie jest już zbyt wymagające.

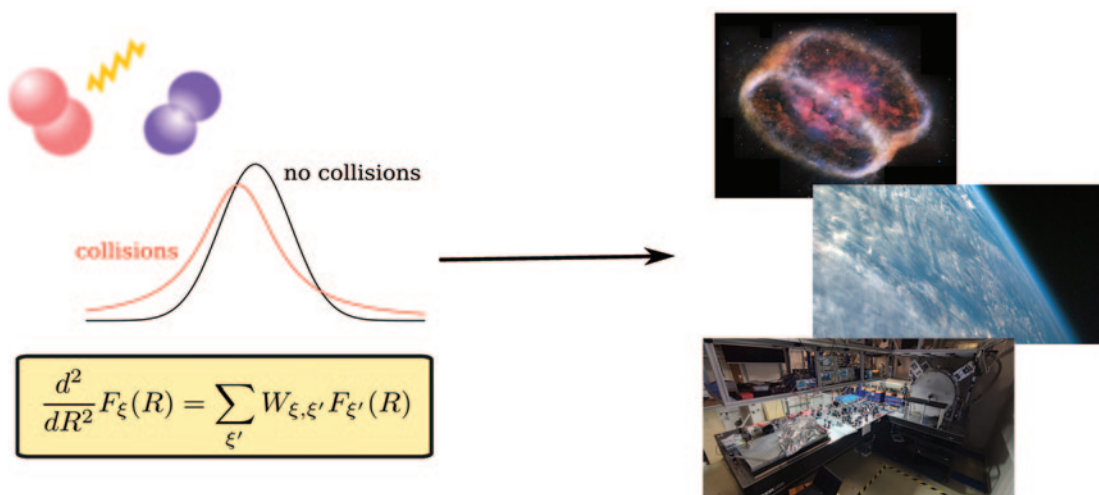
Najwięcej wyzwań (i radości!) dawało jednak samo rozwiązywanie problemów fizycznych. Szukanie najlepszego podejścia, czasem zupełnie nowej drogi – to było najbardziej rozwijające. A trudności traktowałem raczej jak łamigłówki, które po prostu trzeba rozwiązać.

Jakie podejście pomogło Panu przetrwać trudniejsze momenty w pracy badawczej i co poleciłby Pan młodym badaczom, którzy zmagają się z trudnościami na początku swojej drogi?

W pracy badawczej nie da się uniknąć momentów, w których utkniesz – coś nie działa, kod się sypie, teoria daje absurdalne wyniki. To frustrujące. Dlatego kluczem jest współpraca – rozmowy z innymi badaczami, nawet spoza naszej dziedziny, często przynoszą nowe pomysły.

Dobrze też mieć odskocznik – mniejszy projekt, hobby, sport, muzykę. Mózg potrzebuje różnych bodźców, by pracować efektywnie.

Młodym badaczom poleciłbym jedno: zacznijcie jak najwcześniej. Im szybciej zaczniecie się angażować w realną pracę badawczą, tym więcej zyskacie – i wiedzy, i pewności siebie.



Zderzenia cząstek wpływają na sposób, w jaki oddziałują one ze światłem. Powodują poszerzenie i przesunięcie linii widmowych (dwie krzywe po lewej stronie grafiki). Poprawne opisanie tych efektów wymaga złożonych obliczeń kwantowych (równanie w lewym dolnym rogu).

Wyniki takich badań są kluczowe m.in. w:

- **interpretacji obserwacji astrofizycznych** (górne prawe zdjęcie: mgławica NGC 1514, teleskop Jamesa Webba, www.webbtelescope.org)
- **badaniach atmosfery Ziemi** (środkowe prawe zdjęcie, NASA EarthKAM, www.images.nasa.gov.pl)
- **precyzyjnej spektroskopii molekularnej**, wykorzystywanej do testowania teorii kwantowej (dolne prawe zdjęcie, laboratorium kriogenicznej spektroskopii molekularnej w KL FAMO w Toruniu).



Dr inż. Jakub Kamiński

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Rozmowa z autorem pracy:

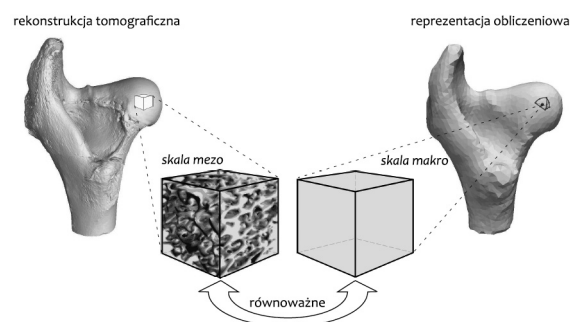
„Komputerowa symulacja własności mechanicznych tkanki kostnej na podstawie biomechanicznego modelu kości w oparciu o pomiary mikrotomograficzne kości zwierzęcych”

Pana praca ma bardzo interdyscyplinarny charakter. Jak wyglądała Pana droga do tego tematu?

Moje zainteresowanie informatyką i programowaniem sięga jeszcze czasów licealnych, ale dopiero podczas studiów zajęłem się ukierunkowanym wykorzystaniem inżynierskiej grafiki komputerowej, w tym metod analizy i wizualizacji danych ze skanerów 3D i obrazowania tomograficznego. Dzięki realizacji kształcenia w toku studiów indywidualnych pod opieką dr. hab. inż. Jacka Tarasiuka i współpracy z dr. hab. Sebastianem Wrońskim, udało mi się spersonalizować drogę na uczelni, co zaowocowało wyróżnionymi projektami naukowymi w ramach corocznych sesji studenckich kół oraz pracami dyplomowymi w tematyce danych 3D. Dzięki temu dołączyłem do prac w obszarze biomechaniki kości, odbywając kilkumiesięczny staż na ENIM w Metz we Francji w ramach programu Erasmus, realizując badania do pracy magisterskiej. W przypadku interdyscyplinarnych działań z innymi ośrodkami naukowymi, dużą rolę odgrywają wspólne dyskusje i omawianie pomysłów, umożliwiając rozwój i pozwalając na łączenie odmiennych doświadczeń. Bogatszy o doświadczenie i wiedzę z tej współpracy, kontynuowałem badania z obszaru modelowania mikrostruktury i właściwości mechanicznych kości w ramach wydziałowych studiów doktoranckich oraz asystentury naukowo-dydaktycznej, korzystając z możliwości badawczych LMINT-AGH oraz infrastruktury Cyfronetu.

Pana badania mają potencjalne zastosowanie w medycynie. Czy mógłby Pan wyjaśnić, w jaki sposób ich wyniki mogą przyczynić się do poprawy sytuacji pacjentów?

Na potrzeby personalizacji terapii medycznych, bardzo istotne jest zwiększenie zastosowań dla modeli komputerowych, które pozwalają przewidywać własności mechaniczne kości na podstawie precyzyjnych pomiarów nieniszczących, tak aby mogły być adaptowane do użycia bezpośrednio w praktyce klinicznej. Metodologia komputerowa z pracy została stworzona z myślą o prognozowaniu zmian w mechanicznych właściwościach kości, które zachodzą podczas przebudowy pod wpływem obciążeń zewnętrznych. Uzyskane dane pomiarowe oraz modele komputerowe mogą posłużyć jako cenne źródło informacji do dalszych specjalistycznych analiz. W szczególności ważna może być adaptacja metodologii do danych pochodzących z nowoczesnego wysokorozdzielczego obrazowania „in vivo” kości ludzkich, pozwalającego precyzyjnie uchwycić ortotropową mikrostrukturę kości gąbczastej. Pacjent obrazowany klasyczną metodą tomograficzną, nawet w przypadku takiej możliwości technicznej i precyzji, byłby narażony w jej przypadku na zbyt duże dawki promieniowania rentgenowskiego. Aby zapewnić lepszą



Modelowanie wieloskalowe kości udowej, na bazie równoważności reprezentacji obliczeniowej i właściwości rzeczywistych dzięki homogenizacji danych z obrazowania tomograficznego

ocenę mechaniki kości gąbczastej „in vivo”, badania skupiają się na urządzeniach i metodach obrazowania stosowanych w celu zwiększenia precyzji pomiaru frakcji objętościowej oraz lepszego uwzględnienia anizotropii kości. Odpowiednie poznanie zachowania kości pod wpływem zróżnicowanych obciążeń pozwala również na usprawnienie projektowania i budowy implantów oraz endoprotez. Kolejne z możliwych zastosowań dla zdefiniowanej metody modelowania wiąże się także z analizą wieloskalową przebudowy kości w przypadku osteoporozy. Analizując współczesne podejścia do modelowania, w tym możliwość wykorzystania klastrów obliczeniowych, można przypuszczać, że symulacje w medycynie spersonalizowanej staną się coraz bardziej użyteczne, opłacalne i dostępne. Rozwój modeli przewidujących właściwości mechaniczne kości na podstawie nieniszczącego obrazowania tomograficznego, wspierany badaniami wypreparowanych kości, może przyczynić się do głębszego zrozumienia ich właściwości oraz procesów zachodzących w organizmie, również w przypadku wszczepionych implantów.

W jaki sposób zasoby udostępniane przez Cyfronet wspomogły Pana obliczenia?

Możliwość dostępu do zasobów Cyfronetu była bezcenna, zarówno w trakcie testowych symulacji Metodą Elementów Skończonych (MES), w tym doboru wielkości i rodzaju siatek obliczeniowych, jak i docelowego modelowania wieloskalowego, uwzględniającego mikro i makro strukturę kości oraz pozostałe elementy (mięśnie, ścięgna, chrząstki, panewkę). Im większy problem numeryczny, tym silniejsza potrzeba wykorzystania klastrów obliczeniowych, które pozwalają na zdecydowane skrócenie czasu symulacji i przetworzenie zasobożernych siatek MES o licznych stopniach swobody, dzięki ogromnej współdzielonej pamięci operacyjnej i zrównoległonym obliczeniom. W pracy wykorzystałem pakiet Abaqus, w którym zostały wykonane symulacje MES na bazie danych wejściowych w formacie INP. Wykorzystanie unikalnych właściwości pakietu Abaqus oraz możliwości obliczeniowych udostępnianych przez Cyfronet, pozwoliło finalnie na osiągnięcie wszystkich zakładanych celów w mojej pracy doktorskiej.

Jakie ograniczenia napotkał Pan w trakcie swoich badań i jak sobie Pan z nimi poradził?

Podstawowym problemem było uzyskanie danych pomiarowych ze strukturą wewnętrzną kości oraz przeprowadzenie wymagających analiz i symulacji. W przypadku kości ludzkich zazwyczaj uzyskuje się dostęp do struktur, które często są dotknięte w określonym stopniu osteoporozą, ponieważ kości pochodzą z zabiegów endoprotetycznych, wykonywanych najczęściej u starszych ludzi. Użycie w badaniach kości zwierząt ułatwiło dostęp do wielu próbek różniących się pod względem mikrostruktury, ale wymagało opracowania zaawansowanej analizy na bazie wielu różnych narzędzi obliczeniowych. Jednak wysiłek włożony w pracę umożliwił opracowanie podejścia, które nadaje się do zastosowań dla kości ludzkich. Opracowanie metody rejestracji cyfrowej próbek i kości udowych z pomiarów mikrotomograficznych było możliwe dzięki zaadaptowaniu metody na bazie lokalnych deskryptorów. Metodologia została zaplanowana w taki sposób, żeby oprzeć się głównie na standardowych formatach plików, tak żeby można było przetwarzać je potokowo i móc łatwo wykorzystać w dalszej analizie. W przypadku wieloskalowych symulacji będących dużym wyzwaniem obliczeniowym, skorzystałem z możliwości zaawansowanych stacji roboczych i klastrów oraz dedykowanego oprogramowania komercyjnego dzięki przyznanym grantom dziekańskim i licencjom badawczym.



Dr Fatemeh Kayanikhoo

Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika PAN

Rozmowa z autorką pracy:

„Radiative simulations of moderately magnetized accreting pulsars as ultraluminous X-ray sources”

Jak rozbudziło się Pani zainteresowanie wszechświatem i astrofizyką?

Jeszcze w szkole zainteresowałam się fizyką. Od razu wydała mi się ekscytująca i wiedziałam, że chcę zostać fizyczką. Później, podczas studiów licencjackich, poznawałam astronomię, co rozbudziło moje zainteresowanie kosmosem oraz ciałami niebieskimi, i zostałam astronomką-amatorką. Później, na studiach magisterskich, moją uwagę przyciągnęły zwarte obiekty, takie jak gwiazdy neutronowe, i egzotyczne - jak gwiazdy kwarkowe, czyli bardzo gęste i ekstremalne systemy, w których prawa fizyki wykraczają daleko poza to, co znamy i czego możemy doświadczyć na Ziemi.

Z czasem zainteresowałam się astrofizyką wysokich energii i podczas doktoratu zaczęłam wykorzystywać symulacje numeryczne. Zafascynowałam się tym, jak zaawansowane metody obliczeniowe mogą pomóc nam w badaniu tych ekstremalnych środowisk i odpowiadaniu na złożone pytania naukowe, które w innym przypadku pozostałyby poza naszym zasięgiem.

Co w Pani badaniach stanowiło największe wyzwanie?

Jednym z największych wyzwań było połączenie złożonej fizyki z metodami numerycznymi. Badam ekstremalne środowiska, takie jak gwiazdy neutronowe o wyjątkowo wysokim tempie akrecji. Systemy te obejmują bardzo silne pola magnetyczne i procesy wysokoenergetyczne, co sprawia, że ich modelowanie jest skomplikowane.

Aby prawidłowo badać te układy astrofizyczne, potrzebujemy dogłębnego zrozumienia fundamentalnej fizyki oraz zaawansowanych technik obliczeniowych. Zapewnienie, że symulacje są stabilne, dokładne i odpowiadające procesom rzeczywistym wymaga znacznego wysiłku. Niezbędny jest również dostęp do potężnych komputerów i dobrze zoptymalizowanego kodu.

W jaki sposób zasoby Cyfronetu przysłużyły się realizacji części Pani badań związanej z symulacjami numerycznymi?

Zasoby obliczeniowe zapewniane przez ACK Cyfronet AGH były niezbędne dla moich badań. Dostęp do superkomputerów pozwolił mi na przeprowadzenie dużych i złożonych symulacji, które nie byłyby możliwe na zwykłych komputerach. Wykorzystałam zasoby Cyfronetu do przeprowadzenia szczegółowego badania parametrów mojego modelu, co zaowocowało odkryciami o znaczącym wpływie na dziedzinę ultrajasných źródeł promieniowania rentgenowskiego (ULX). Zdolność do wydajnego przeprowadzania symulacji na dużą skalę pozwoliła mi przeprowadzić różne scenariusze fizyczne i pogłębić rozumienie tych systemów. Miało to decydujący wpływ na kształt badań, które prowadziłam w ramach doktoratu oraz wynikających z nich wniosków naukowych.

Co Panią najbardziej zaskoczyło w trakcie prowadzenia badań?

Moje badania doktoranckie koncentrowały się na zrozumieniu ULX poprzez symulacje numeryczne. Obiekty te wydają się emitować więcej promieniowania rentgenowskiego niż oczekuje się od typowych akreujących zwartych obiektów o masie gwiazdowej, ale mniej niż akreujące supermasywne czarne dziury znajdujące się w centrum galaktyk. Chociaż zaproponowano wiele modeli wyjaśniających ich niezwykłą jasność, ich natura nadal nie jest w pełni zrozumiała. Jednym z możliwych scenariuszy jest akrecja super-Eddingtonowska na gwiazdy neutronowe z polem magnetycznym. Symulacja takich układów

jest bardzo trudna ze względu na obecność stałej powierzchni i silnych pól magnetycznych gwiazd neutronowych. Jest to jeden z powodów, dla których istnieje tylko kilka realistycznych modeli symulacyjnych dla tych układów.

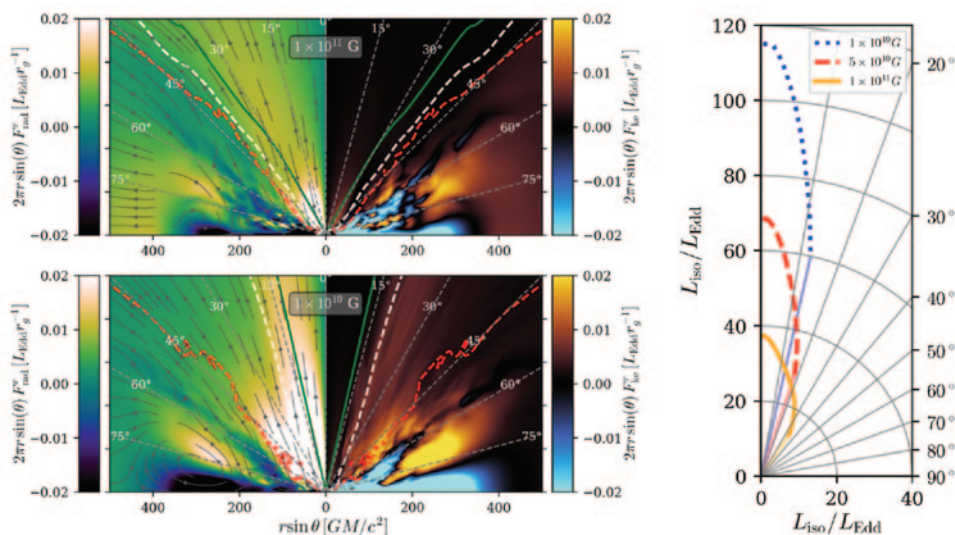
Tym, co mnie zaskoczyło, była rola natężenia pola magnetycznego gwiazdy neutronowej w określaniu, czy obiekt pojawia się jako ULX. W moich symulacjach odkryłam, że gwiazdy neutronowe o umiarkowanym natężeniu pola magnetycznego, rzędu 10^{10} Gaussa, mogą pojawiać się jako ULX, jeśli akreują powyżej granicy Eddingtona. Jeśli jednak pole magnetyczne jest o jeden rząd wielkości silniejsze, pozorna jasność ulega znacznemu zmniejszeniu, a układ nie należy już do kategorii ULX. Wynik ten był szczególnie interesujący, ponieważ model teoretyczny sugeruje, że magnetary, które mają niezwykle silne pola magnetyczne, mogą zasilać ULX. Modele te są jednak nie do końca zgodne z danymi obserwacyjnymi. Alternatywny model, bardziej zgodny z obserwacjami, sugeruje, że ULX są zasilane przez gwiazdy neutronowe o umiarkowanych polach magnetycznych. W tym scenariuszu niezwykle jasność wynika raczej z promieniowania niż z ekstremalnej siły magnetycznej. Nasze symulacje dostarczyły nowych dowodów dla tej drugiej koncepcji i pokazały, jak siła pola magnetycznego wpływa na układ.

Jakiej rady mogłaby Pani udzielić osobom planującym rozpoczęcie kariery naukowej?

Bądźcie dociekliwi i nie poddawajcie się łatwo. Astrofizyka wymaga zarówno kreatywności, jak i głębokiego myślenia. Nie bójcie się zadawać śmiałych pytań i podejmować trudnych problemów.

Współczesna nauka osiąga największą skuteczność, gdy modele analityczne, symulacje komputerowe oraz dane obserwacyjne współdziałają ze sobą, więc bądźcie otwarci na współpracę z ludźmi z różnych dziedzin nauki. Ważną rolę odgrywa również nauka kodowania i analizowania danych.

Co ważne, bądźcie cierpliwi, ponieważ nauka wymaga czasu, a postęp nie zawsze podąża prostą ścieżką. Bywa, że sprawy nie idą zgodnie z planem, ale nawet te momenty mogą nauczyć was czegoś cennego. Każdy podjęty krok pomaga wam rozwijać się na ścieżce naukowej.



Przepływ kinetyczny i radiacyjny w symulacjach z dwiema różnymi siłami dipola magnetycznego dla gwiazdy neutronowej, wraz z diagramem biegunowym pozornej jasności L_{iso} obliczonym dla trzech modeli, wskazuje, że ULX-y mogą być akreującymi gwiazdami neutronowymi z dipolem magnetycznym o wartości 10^{10} Gaussów. (Źródło: Kayanikhoo i in., 2025)



Dr Grzegorz Łazarski

Uniwersytet Jagielloński

Rozmowa z autorem pracy:

„Molecular dynamics simulations of interactions between polymeric nanoparticles and lipid membranes”

Pana praca obejmuje wiele różnych dziedzin naukowych. Co spowodowało że postanowił Pan nadać jej tak interdyscyplinarny charakter?

Jak każdemu dziecku, tak i mnie, często zadawano pytanie: „Kim chcesz zostać w przyszłości?” Wtedy zawsze próbowałem na nie jednoznacznie odpowiedzieć. Prawda jest jednak taka, że ostatecznie nigdy samemu nie doszedłem do jednej, satysfakcjonującej odpowiedzi – nawet teraz. Znajduje to odzwierciedlenie w mojej pracy badawczej, ponieważ umożliwia mi ona połączenie wszystkich dziedzin, które mnie interesują. Mam to szczęście, że moje badania były inspirowane moimi zainteresowaniami, a nie na odwrót. Wobec tego, różnorodność w mojej pracy badawczej, wynika z różnorodności moich zainteresowań. Pod koniec szkoły podstawowej zacząłem się interesować chemią syntetyczną oraz hodowaniem kryształów. Naturalnie, w tym wieku nie byłem w stanie przeprowadzić (bezpiecznie) żadnych większych doświadczeń, ale nadal mnie to fascynowało. W tym samym okresie zacząłem uczyć się programować we własnym zakresie, w celu tworzenia prostych modyfikacji do gier komputerowych. Pociągnęło to za sobą naukę modelowania 3D (co przydaje się w wizualizacjach), naukę ich kolorowania („tekstutowania”, w żargonie) i poznanie programów takich jak GIMP czy Inkscape. Te podwaliny, wraz z decyzją o podjęciu drugiego kierunku studiów na kierunku informatyka, znacznie ułatwiły mi odnalezienie się w dziedzinie prowadzenia symulacji komputerowych.

Co w Pana badaniach stanowiło największe wyzwanie?

Długo myślałem nad odpowiedzią na to pytanie, ale wydaje mi się, że największym problemem było jak skupić się na tym, co istotne w danym momencie. Kiedy czeka się na wyniki symulacji, do głowy przychodzą coraz to nowe, lepsze pomysły. Często przyłapywałem się na myśleniu „ten problem można było rozwiązać w ten sposób”; „tutaj przydałby się nieco większy układ”; „tutaj z kolei kilka mniejszych”... *ad infinitum*. W skrajnych przypadkach bywało, że skupiałem się nad rozwiązaniem całkowicie sztucznych problemów, które przed sobą sam postawiłem. Przygotowanie i rozpoczęcie prowadzenia symulacji to kwestia kilku dni, ale od koncepcji do publikacji zajmuje to więcej czasu. W takiej skali czasowej, koncepcja projektu, dostępna literatura i zrozumienie problemu mogą ulec znacznym zmianom. Dość szybko musiałem nauczyć się przewidywania z góry tego, co byłoby interesujące, jakie dokładnie ustawienia pozwoliłyby na najefektywniejsze wykorzystanie zasobów obliczeniowych.

W jaki sposób dostęp do superkomputerów Cyfronetu ułatwił prowadzenie Pańskich badań?

„Ułatwił” to moim zdaniem źle dobrane słowo. Dostęp do tych zasobów przede wszystkim *umożliwił* mi przeprowadzenie tych badań. Kiedy rozpoczynałem swoją przygodę z symulacjami w roku 2017, próbowałem użyć swojego komputera do przeprowadzenia symulacji. O ile technicznie udałooby się je doprowadzić do końca, to jeżeli dobrze pamiętam, zajęłoby to około 3 miesięcy, 24/7. Na same symulacje. Te same symulacje na klastrze (wtedy był to jeszcze Prometheus) mogły być przeprowadzone i zakończone w 3-4 dni. To jest ponad 22-krotne przyspieszenie obliczeń! Po zaledwie 8 latach,

taką symulację dałoby się z powodzeniem przeprowadzić na dość mocnym komputerze osobistym w podobnym czasie (z wykorzystaniem kart graficznych). Jednakże, postęp technologiczny umożliwia realizację większych ambicji dotyczących tworzenia bardziej skomplikowanych i coraz to większych układów. O ile przygotowanie układów i testowanie parametrów jest teraz możliwe na komputerze osobistym, zasoby Cyfronetu (w szczególności, klastry wyposażone w karty graficzne, takie jak Athena i Helios) są nadal niezmiennie ważne i potrzebne w tej dziedzinie.

Jakie są praktyczne zastosowania Pana badań?

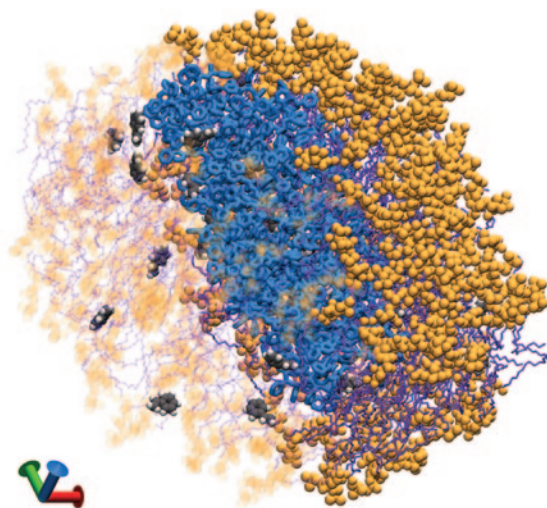
Cieężko mi jednoznacznie odpowiedzieć na to pytanie, gdyż w mojej pracy doktorskiej badania były prowadzone na wielu frontach. Część z nich dotyczyła polimerowych systemów dostarczania leków opartych o konkretny rodzaj tzw. nośników, a konkretnie badania ich zachowania w obecności modelowych błon komórkowych. Nad tym projektem pracował cały zespół – osoby zajmujące się eksperymentami oraz „symulanci”, jak ja. Moje wyniki pozwalały grupie doświadczalnej decydować, w którą stronę iść, jeśli chodzi o zmiany w strukturze tych nośników.

Drugi tor moich badań obejmował nanoplastiki, a w szczególności ich zdolność do uwalniania domieszek w nich zawartych, jak i zanieczyszczeń zaadsorbowanych ze środowiska bezpośrednio do membran komórkowych. W momencie kiedy rozpoczynałem ten projekt, literatury na ten temat było bardzo mało. Na tym etapie, konieczne było lepsze poznanie przypadków, w których te substancje mogą nam szkodzić, jak i przyciągnięcie większej uwagi do problemu jaki one stanowią. Nasza ostatnia praca zawierająca nieco rozszerzone wyniki cieszy się dużą popularnością, wedle danych otrzymanych od czasopisma.

Ostatnia część moich badań opierała się na rozwoju samych technik symulacyjnych. Konkretnie, pracuję nad rozwojem tzw. pola siłowego SPICA, w celu dodania możliwości symulacji układów zawierających cukry i glikozaminoglikany. Bez wchodzenia w szczegóły, ta technika subtelnie różni się od obecnie używanych i potencjalnie może oferować bardziej dokładne wyniki. W pracy doktorskiej podjąłem próby przygotowania zestawu odpowiednich parametrów, ale nie otrzymałem jeszcze wyników o stosownej jakości. Kiedy proces dobiegnie końca, poszerzy to znacznie zakres stosowania pola siłowego SPICA. Ponadto, wraz z samym procesem parametryzacji stworzyłem i poprawiłem wiele narzędzi, które usprawnią pracę z tym polem siłowym.

Jaką wskazówkę mógłby Pan przekazać osobom dopiero rozpoczynającym karierę naukową?

Zdecydowanie najlepszą radą, jaką mogę zaoferować, jest skupienie się głównie na własnym rozwoju osobistym i naukowym, a nie na arbitralnych metrykach. Publikowanie, granty, konferencje, cytowania – te wszystkie aspekty są istotne dla rozwoju kariery naukowej, ale w mojej opinii nie powinny stanowić o całkowitej wartości danego naukowca, w szczególności początkującego. Z dobrej postawy naukowej i sumiennej pracy „cyferki” przyjdą naturalnie. Oczywiście nie należy też zapominać o aplikowaniu o nagrody za swoje osiągnięcia.



Nanoplastik (polistyren, niebieskie linie) w membranie lipidowej (pomarańczowe kulki i fioletowe linie). Zanieczyszczenia (w formie pozostałości z procesu produkcji, tutaj styren; czarne i białe kulki) są uwalniane do wnętrza dwuwarstwy i mogą zmieniać jej właściwości.



Dr Tomasz Szoldra

Uniwersytet Jagielloński

Rozmowa z autorem pracy:

„Ergodicity breaking in quantum systems: from exact time evolution to machine learning”

Czy mógłby Pan w prostych słowach opisać główny cel swoich badań, które stanowiły podstawę pracy doktorskiej?

Odwołując się do znanego nam świata klasycznego wyobraźmy sobie sytuację, w której dużą liczbę cząsteczek gazu umieścimy w jednym rogu szczelnego, sześciennego pudełka. Jeśli pozwolimy im się poruszać, po pewnym krótkim czasie wypełnią pudełko równomiernie w całej objętości i szansa, że wszystkie powrócą do stanu początkowego jest praktycznie zerowa.

Zasada ta wprawdzie na ogół odnosi się do świata kwantowego, ale niedawno odkryto modele, w których pamięć o warunkach początkowych jest bardzo trwała. Takie zjawisko nazywa się lokalizacją wielociałową, bo wynika ze skomplikowanego, lecz w pewnym sensie skoordynowanego, oddziaływania ze sobą kwantowych obiektów odizolowanych od otoczenia. Potencjalnie może być ono zastosowane w komputerach kwantowych jako stabilna pamięć.

Nie wszystko jednak wiadomo o mechanizmach prowadzących do lokalizacji wielociałowej lub też jej zniszczenia. Głównym celem badań stanowiących podstawę mojej pracy doktorskiej było zrozumienie, czy początkowo niewielki obszar takiego „zamrożonego” układu kilkunastu-kilkudziesięciu qubitów, który przez przypadek utracił swoje specjalne, „zamrożone” właściwości (określa się go obrazowo mianem „bąbla ergodycznego”), będzie w stanie „rozmróznić” całą resztę układu zlokalizowanego. Jest to fundamentalne pytanie, jeśli kiedykolwiek będziemy chcieli stworzyć duży kwantowy układ o długotrwałej pamięci. W dużej skali taki bąbel na pewno się przytrafi, pytanie tylko jak zareaguje na niego reszta układu. W ramach doktoratu badałem m.in. w jaki sposób nie tylko spontaniczne, ale też i „podstawione” bąble rosną w czasie, jak się ze sobą łączą i w jakich warunkach prowadzą do zniszczenia zjawiska lokalizacji.

W jaki sposób zasoby oferowane przez Cyfronet przyczyniły się do wykorzystania uczenia maszynowego w Pana badaniach?

Po pierwsze, jak sama nazwa wskazuje, przy badaniach lokalizacji wielociałowej mamy do czynienia z układem o wielu stopniach swobody, w dodatku opisywanym przez prawa mechaniki kwantowej. W fizyce teoretycznej często dokonujemy przybliżeń i uproszczeń, aby opisać i zrozumieć początkowo skomplikowany układ, lecz akurat w tym przypadku efekty oddziaływań są na tyle subtelne, że takie próby kończą się porażką. W związku z tym pozostaje nam użycie brutalnej siły: symulacja komputerowa z uwzględnieniem wszystkich możliwych mikroskopowych oddziaływań. Dostęp do wielkoskalowych klastrów obliczeniowych CPU w Cyfronecie umożliwił mi otrzymanie danych do dalszej analizy.

Po drugie, nawet kiedy mamy już dane, nie zawsze jest oczywiste, jak wyciągnąć z nich interesujące nas informacje. Niektóre sygnały, zwłaszcza pochodzące z tak nieintuicyjnych obszarów jak mechanika kwantowa, czasami okazują się zbyt skomplikowane, by człowiek mógł je skutecznie przeanalizować. Tutaj z pomocą przychodzi uczenie maszynowe, dzięki któremu jesteśmy w stanie do pewnego stopnia zautomatyzować procesy analizy danych. Ja wykorzystałem sieć neuronową do śledzenia, w jaki sposób bąble ergodyczne rosną w czasie na podstawie obserwacji ich mierzalnych własności. Tutaj z kolei korzystałem z kart GPU, dostępnych w Cyfronecie, aby wytrenować oraz przetestować moje modele.

Czy napotkał Pan jakieś wyzwania związane z łączeniem fizyki teoretycznej z metodami sztucznej inteligencji?

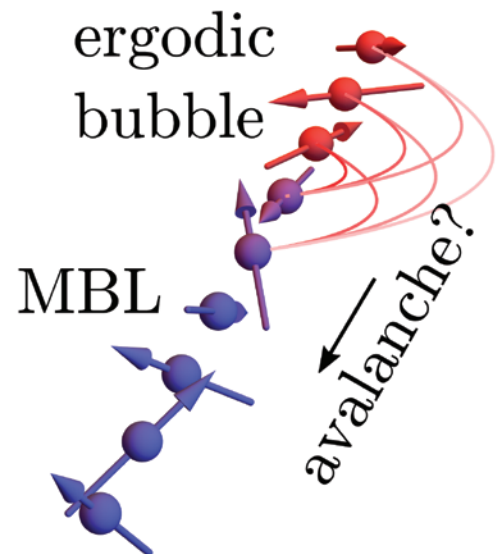
Uważam, że należy być bardzo ostrożnym, „delegując” głębokiej sieci neuronowej np. analizę danych. Łatwo wpaść w pułapkę, w której model udziela nam poprawnych odpowiedzi na dostępnych nam danych treningowych i testowych, a nam wydaje się, że rozwiązaliśmy problem. To wszystko jest jednak opłacone utratą interpretowalności – rzadko wiemy, w jaki dokładnie sposób działają mechanizmy wewnątrz dużych sieci. Metody wyjaśniania, na jakiej podstawie sieć neuronowa podjęła konkretną decyzję, nadal są rozwijane. Należy zawsze gruntownie przeanalizować, jak funkcjonuje model, najlepiej porównując otrzymane wyniki z innymi, lepiej zrozumianymi metodami analizy. Na końcu to zawsze naukowiec jest odpowiedzialny za wiarygodność tak otrzymanych wyników.

Czy w trakcie badań udało się Panu zaobserwować nowe zjawiska lub potwierdzić istniejące teorie?

Badając zachowanie bąbli ergodycznych udało nam się, przynajmniej w ograniczonym zakresie, potwierdzić wcześniejsze hipotezy innych badaczy, że nawet mały, spontanicznie powstały bąbel może rosnąć w czasie, niszcząc lokalizację w całym układzie. Zademonstrowaliśmy także, że układ silnie zlokalizowany, nawet po bardzo długim czasie, bardzo powoli się delokalizuje po podłączeniu do niego stosunkowo niewielkiego bąbla, co było dość zaskakujące.

Jakie są kolejne etapy Pana kariery naukowej? Czy planuje Pan kontynuować badania w zakresie tematyki poruszanej w rozprawie doktorskiej?

Obecnie jestem na stażu podoktorskim na Uniwersytecie w Hamburgu, gdzie także zajmuję się fizyką kwantową wielu ciał, w tym przypadku zorientowaną na praktyczne aplikacje komputerów kwantowych. Badam, w jaki sposób można załadować klasyczne dane, takie jak tabele czy zdjęcia na komputer kwantowy w celu dalszego procesowania. Na pewno będę wykorzystywał moje doświadczenia z lokalizacją wielociałową w obecnej tematyce. Nadal kontynuuję projekty rozpoczęte jeszcze w trakcie doktoratu.



Bąbel ergodyczny, oddziałując z układem zlokalizowanym, może zniszczyć lokalizację w zjawisku tzw. lawiny kwantowej.



Dr inż. Elżbieta Wątor-Wilk

Uniwersytet Jagielloński

Rozmowa z autorką pracy:

„Molecular basis of deoxyhypusination”

Czy mogłaby Pani krótko przybliżyć naszym czytelnikom swoją dziedzinę badań?

Na to pytanie mogę odpowiedzieć z dwóch różnych perspektyw. Pod względem technicznym na co dzień zajmuję się biologią strukturalną – dziedziną, która pozwala nam dosłownie „zobaczyć” białka: ich budowę, sposób działania oraz interakcje z innymi cząsteczkami. W pracy wykorzystuję głównie krystalografię makromolekularną oraz mikroskopię krioelektronową, które umożliwiają uchwycenie białek w działaniu. Metody te uzupełniam technikami biologii molekularnej, biochemii i biofizyki, by jak najlepiej zrozumieć badane procesy.

Z biologicznego punktu widzenia moim głównym obszarem zainteresowań jest hypuzynacja – niezwykle rzadka i unikalna modyfikacja potranslacyjna reszty lizyny, występująca wyłącznie w jednym białku: czynniku translacyjnym eIF5A. Modyfikacja ta jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania komórek – zarówno zdrowych, jak i nowotworowych. Przebiega dwuetapowo i jest katalizowana przez dwa enzymy: syntazę deoksyhypuzyny (DHS) oraz hydroksylazę deoksyhypuzyny (DOHH). W ramach mojego projektu doktorskiego koncentrowałam się głównie na pierwszym etapie – reakcji katalizowanej przez białko DHS.

W jaki sposób Pani badania mogą się przyczynić do projektowania nowych leków?

Proces hypuzynacji odgrywa istotną rolę w utrzymaniu równowagi funkcjonowania komórki. Jego nadmierna aktywność obserwowana jest w komórkach nowotworowych, natomiast niedobór wiąże się z chorobami neurorozwojowymi. Lepsze zrozumienie mechanizmu tej modyfikacji, szczególnie na poziomie strukturalnym, umożliwi projektowanie selektywnych inhibitorów lub modulatorów enzymów odpowiedzialnych za ten proces. Moje badania otwierają więc drogę do tworzenia terapii celowanych, które mogą znaleźć zastosowanie w leczeniu nowotworów lub chorób rzadkich.

Co w Pani pracy stanowiło największe wyzwanie?

Największym wyzwaniem było opracowanie i optymalizacja przygotowania próbek zarówno do eksperymentów krystalograficznych, jak i tych wykorzystujących mikroskopię krioelektronową. Praca z białkami często bywa nieprzewidywalna – ich produkcja, oczyszczanie, krystalizacja czy obrazowanie wymaga dużej precyzji, cierpliwości i konsekwencji. Muszę jednak przyznać, że właśnie te trudne momenty są najcenniejsze – dzięki nim najwięcej się nauczyłam, a zdobyte doświadczenie procentuje w kolejnych projektach.

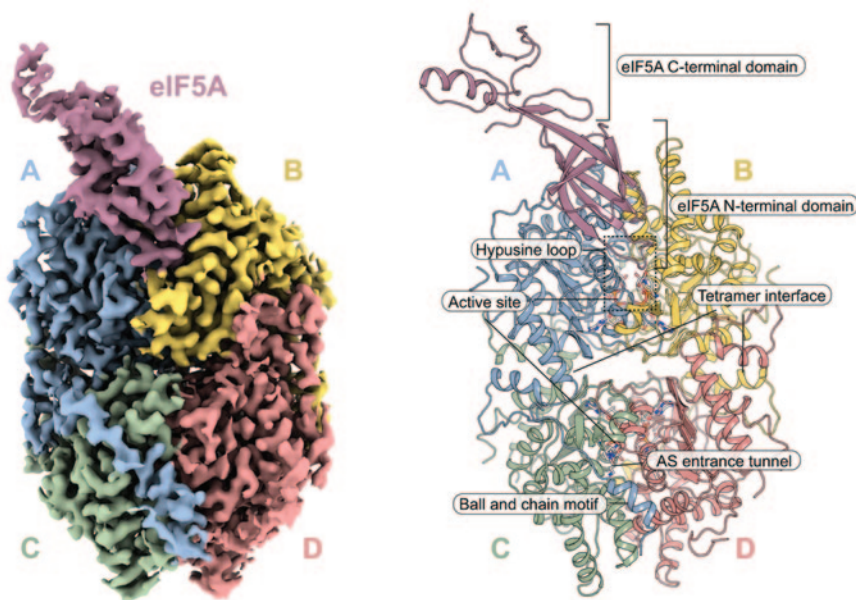
W jaki sposób zasoby udostępniane przez Cyfronet pomogły w Pani badaniach?

Zasoby obliczeniowe Cyfronetu odegrały kluczową rolę, szczególnie podczas analizy danych strukturalnych. W przypadku mikroskopii krioelektronowej generujemy ogromne ilości danych, których przetwarzanie wymaga dostępu do wydajnych systemów komputerowych. Dzięki infrastrukturze Cyfronetu mogłam efektywnie analizować dane cryoEM, co znacznie przyspieszyło postęp moich badań.

Bezpośrednio z tych zasobów korzystałam przy opracowywaniu struktury kompleksu pasożytniczych białek DHS-eIF5A, która została opublikowana w czasopiśmie FEBS Journal w 2024 roku. Publikacja ta stanowi jedną z trzech prac składających się na moją rozprawę doktorską. Warto jednak podkreślić, że niewielka część uzyskanych przez nas struktur jest opublikowana, więc wyniki przedstawione w publikacjach to tylko część wykorzystania infrastruktury. Warto tutaj podkreślić „kulisy” powstawania publikacji, czyli wieloetapowe optymalizacje próbek. Superkomputery Ares i Athena były dla mnie narzędziem pracy na co dzień, m.in. przy weryfikacji kolejnych iteracji optymalizowanych próbek cryoEM.

Co mogłaby Pani doradzić osobom dopiero rozpoczynającym swoją karierę naukową?

Praca naukowa to nieustanne przekraczanie własnych granic – często oznacza wyjście ze strefy komfortu, np. podczas wyjazdów zagranicznych czy udziału w nowych projektach. Moim mottem jest: „Bój się i rób”. Warto próbować różnych ścieżek, angażować się w różnorodne inicjatywy, testować swoje pomysły. Zachęcam też do aplikowania na wszelkiego rodzaju programy grantowe i stypendialne – to świetny sposób na rozwój i budowanie swojej niezależności badawczej. Nawet jeśli coś się nie uda za pierwszym razem, każda próba czegoś uczy.



Struktura i model molekularny ludzkiego kompleksu białek eIF5A-DHS rozwiązanych przy wykorzystaniu techniki cryoEM.



Dr Yizhi Xu

Uniwersytet Warszawski

Rozmowa z autorką pracy:

„Computational crystal structure and property prediction of metal-organic frameworks”

Czy może Pani przedstawić czytelnikom swoją drogę do wybranej dziedziny badań?

Zawsze ciekawiły mnie materiały, które tworzą nasz świat i to, jak możemy je modyfikować do istotnych zastosowań. Na mojej ścieżce akademickiej szczególnie pociągała mnie chemia obliczeniowa, ze względu na jej zdolność do niezwykle precyzyjnego i wydajnego modelowania i przewidywania różnych właściwości materiałów. To zainteresowanie doprowadziło mnie do skupienia się na sieciach metaloorganicznych (MOF), które są niezwykle wszechstronnymi materiałami o zmiennych właściwościach. Zafascynował mnie ich wszechstronny potencjał w takich obszarach jak magazynowanie i separacja gazów, czy materiały energetyczne. Są to zastosowania, które mają realny wpływ na czystą energię, zrównoważony rozwój środowiska i bezpieczeństwo. Podstawową motywacją dla moich badań jest zastosowanie wiedzy teoretycznej do poszukiwania praktycznych rozwiązań, które mogą odpowiedzieć na niektóre z najbardziej naglących wyzwań współczesności.

Proszę wyjaśnić, czym są sieci metaloorganiczne i dlaczego przewidywanie ich struktury jest tak trudne?

Sieci metaloorganiczne (MOF) to klasa bardzo uniwersalnych materiałów składających się z jonów lub klastrów jonów metali połączonych organicznymi linkerami cząsteczkowymi w celu utworzenia trójwymiarowych porowatych struktur polimerowych. Istnieje już wiele fascynujących zastosowań MOF-ów w różnych gałęziach przemysłu, które służą społeczeństwu, takich jak transport paliw, absorpcja gazów cieplarnianych, oczyszczanie wody, platformy dostarczania leków, katalizatory, paliwa hipergoliczne i wiele innych.

Mając na uwadze, że każde z różnych zastosowań MOF-ów jest bezpośrednio związane z wybranym węzłem metalicznym i składem linkera, w zasadzie istnieje nieograniczona liczba kombinacji, które można wypróbować w celu uzyskania pożądaných właściwości. Co więcej, w porównaniu z kryształami molekularnymi lub materiałami nieorganicznymi, MOF są polimeryczne, co oznacza, że cała powtarzająca się struktura jest pojedynczą cząsteczką bez żadnych separacji między- lub wewnątrzcząsteczkowych. Takie zjawisko sprawiło, że przewidywanie struktur MOF jest trudniejsze, a także bardziej wymagające obliczeniowo niż wcześniej wspomnianych struktur. Wraz z moimi współpracownikami podjęliśmy się rozwiązania tego wyzwania predykcyjnego, stosując metodę *ab initio* random structure search (AIRSS) wraz z algorytmem Wyckoff Alignment of Molecules (WAM), które wykorzystują symetrię w celu znacznego zwiększenia ogólnej wydajności obliczeniowej, umożliwiając systematyczne uzyskiwanie struktur MOF o pożądaných właściwościach.

Jakie było najciekawsze odkrycie, którego dokonała Pani podczas swoich badań?

Najciekawszym odkryciem było przewidzenie serii wcześniej niezaobserwowanych hipergolicznych MOF-ów, które mogą potencjalnie zastąpić wysoce toksyczne i rakotwórcze paliwa raketowe na bazie hydrazyny. Przełom ten został osiągnięty dzięki naszej metodzie przewidywania struktury krystalicznej *ab initio* (CSP) dla MOF-ów, wspartej walidacjami eksperymentalnymi. Stanowi to znaczący postęp w projektowaniu bezpieczniejszych i bardziej zrównoważonych materiałów napędowych.

W badaniu wykorzystaliśmy CSP do zbadania krajobrazu strukturalnego MOF-ów złożonych z energetycznych ligandów i hipergolicznych linkerów. Poprzez systematyczne modyfikowanie organicznych linkerów, zidentyfikowaliśmy nowe struktury

MOF wykazujące spontaniczny zapłon w kontakcie z utleniaczami – cechą charakterystyczną dla zachowania hipergolicznego. Te modele obliczeniowe zostały następnie potwierdzone poprzez eksperymentalną syntezę i testy, co zademonstrowało skuteczność CSP w kierowaniu procesem odkrywania funkcjonalnych materiałów. Efekty tej pracy wykraczają poza napęd lotniczy wskazując drogę do projektowania zaawansowanych materiałów do różnych zastosowań technologicznych.

W jaki sposób wyniki Pani badań można przełożyć na zastosowania praktyczne?

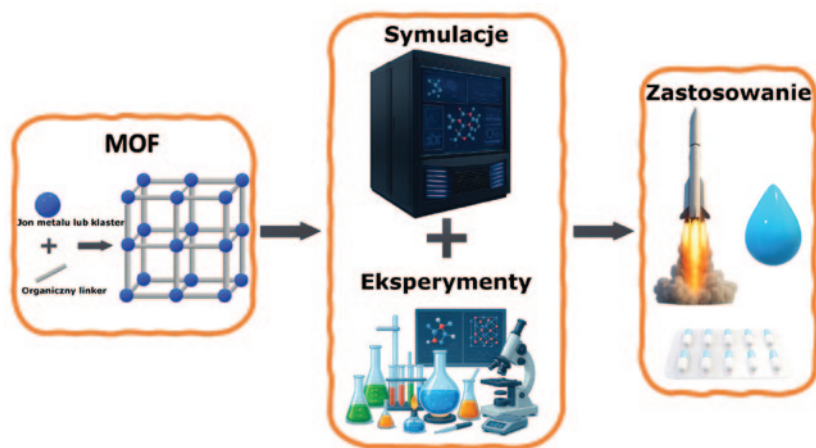
Główną siłą napędową moich badań jest poprawa efektywności projektowania MOF-ów dostosowanych do konkretnych zastosowań. Poprzez opracowanie narzędzi obliczeniowych i modeli predykcyjnych, moja praca ma na celu usprawnienie odkrywania MOF-ów o określonych właściwościach – niezależnie od tego, czy chodzi o magazynowanie gazu, separację, katalizę, materiały energetyczne i wiele innych. Odkrycia te można bezpośrednio przełożyć na praktyczne zastosowania, redukując czas i koszty związane z eksperymentalnymi próbami i błędami. Jak dotąd, taka idea projektowania MOF-ów została już zaprezentowana w jednej z moich ostatnio opublikowanych prac (DOI: 10.1021/jacs.2c12095), w której opisano nowe nietoksyczne materiały napędowe na bazie MOF. Generalnie, moje badania mogą wspierać bardziej ukierunkowaną i wydajną ścieżkę prowadzącą od teorii molekularnej do projektowania funkcjonalnych MOF-ów.

Jaki był wkład infrastruktury superkomputerowej Cyfronetu w Pani badania?

Infrastruktura Cyfronetu, w szczególności superkomputery Prometheus i Ares, odegrała kluczową rolę w moich badaniach nad projektowaniem MOF o pożądanych właściwościach. Wykorzystałam klastry CPU do przeprowadzenia obliczeniowo złożonych symulacji CSP w oparciu o teorię funkcjonału gęstości (DFT), co znacząco przyspieszyło generowanie i selekcję struktur. Dodatkowo, rdzenie GPU superkomputera Ares umożliwiły mi trenowanie modeli uczenia maszynowego, które efektywnie przyspieszały obliczenia CSP, osiągając dokładność porównywalną z DFT przy znacznie niższych kosztach obliczeniowych.

Jakiej rady udzieliłaby Pani osobom dopiero rozważającym karierę naukową?

Moja najważniejsza rada to podążajcie za swoją pasją i pozwólcie, żeby ciekawość wskazywała Wam drogę. Kariera naukowa wykracza poza zapamiętywanie faktów lub rozwiązywanie równań – polega na zadawaniu ważnych pytań i odpowiadaniu na nie. Jeśli istnieje temat, który Was fascynuje lub problem, o którym nie możecie przestać myśleć, jest to wskazówka, że jesteście na właściwej ścieżce. Co ważniejsze, pamiętajcie, że to zupełnie normalne, że na początku nie da się uzyskać wszystkich odpowiedzi, dlatego skupcie się na rozwiązywaniu jednego zagadnienia na raz. Wreszcie, pamiętajcie, że w nauce bardzo ważna jest współpraca, więc nie bójcie się prosić innych o pomoc.



Schematyczny przegląd procesu projektowania sieci metaloorganicznych (MOF-ów) dostosowanych do konkretnych zastosowań: symulacje komputerowe z wykorzystaniem metody przewidywania struktur krystalicznych (CSP), prowadzące do odkrywania obiecujących kandydatów MOF, a następnie walidacja eksperymentalna w celu realizacji zamierzonych zastosowań.



Systemy pamięci dla wielkich danych

ACK Cyfronet AGH kojarzone jest przede wszystkim jako operator kolejnych najszybszych w Polsce superkomputerów. Potężne moce obliczeniowe imponują w skali kraju i Europy, a ich energooszczędność również w skali światowej. Jednocześnie, żeby efektywnie przetwarzać wielkie dane, nie wystarczą same serwery wyposażone w nowoczesne procesory. Potrzebne są też odpowiednio duże systemy pamięci, zarówno do krótkotrwałego przechowywania, jak i do długotrwałej, bezpiecznej archiwizacji danych.

Opowiada nam o tym Adrian Marszałik, kierownik Działu Pamięci Masowych w ACK Cyfronet AGH

Cel: uniwersalność

W rozwoju systemów przechowywania danych w Cyfronecie staramy się zaadresować wszelkie najpoważniejsze potrzeby użytkowników, wśród których znajdują się między innymi międzynarodowe projekty naukowe. Dlatego w naszych systemach używane są zarówno pamięci dyskowe, nośniki taśmowe jak i pamięci półprzewodnikowe. Dużą uwagę przykładamy nie tylko do wydajności i bezpieczeństwa danych, ale też do wygodnego zarządzania zasobami i łatwego ich udostępniania.

Oferowane usługi storage opieramy o oprogramowanie open source, takie jak Lustre, Ceph czy EOS.

Dzięki stałej ewolucji technologicznej zasobów, możemy zaoferować użytkownikom solidne wsparcie dla projektów opartych na przetwarzaniu wielkich danych. Szybkość najwydajniejszego aktualnie zasobu Cyfronetu - przestrzeń Scratch na Heliosie - to 1,8 TB/s. Nasza infrastruktura obejmuje obecnie zasoby dyskowe o pojemności 140 PB, zasoby taśmowe 120 PB i zasoby flash 10 PB.

Najważniejsze wyzwania

Jednym z największych wyzwań związanych z zarządzaniem tak dużą infrastrukturą składowania danych jest jej skala. W tym samym czasie działają setki serwerów storage, tysiące dysków, dziesiątki switchy, które łączą system w całość. System jest nieustannie monitorowany, a wszelkie prace konserwacyjne czy dotyczące rozbudowy muszą odbywać się w sposób niezauważalny przez użytkownika. Jednak, dzięki zaplanowanej skalowalności, systemy pamięci mogą być rozwijane i unowocześniane w trybie ciągłym. A to jest i konieczne, i pożądane.

I tu przechodzimy do najważniejszego wyzwania, jakim jest świadczenie wysokiej jakości usług dla zróżnicowanej grupy odbiorców. Zasoby ACK Cyfronet AGH są udostępniane tysiącom użytkowników o różnych profilach działalności i muszą być w stanie obsłużyć różnorodne, uruchamiane w tym samym czasie zadania. Z tego względu jesteśmy w aktywnym dialogu z naszymi użytkownikami i dbamy o uwzględnienie ich potrzeb w opracowywaniu oferowanych rozwiązań.

Wielkie dane ważnych projektów

Cyfronet jest partnerem różnych inicjatyw o dużym znaczeniu naukowym. Od wielu lat jesteśmy częścią WLCG (World LHC Computing Grid) – międzynarodowej infrastruktury służącej przechowywaniu i analizie danych pochodzących z eksperymentów wykonywanych w CERN w oparciu o zderzacz hadronów.

Szacunkowo CERN wytwarza 200 PB danych w ciągu roku – z tego kilka procent jest przechowywanych w Cyfronecie. W Krakowie, oczywiście w mniejszej skali, działa Synchrotron Solaris, który również wspieramy infrastrukturą. Warto również wspomnieć o bardzo dużej ilości przestrzeni składowania danych potrzebnej dla diagnostyki obrazowej, przykładowo na potrzeby pozytronowego tomografu emisyjnego J-PET, działającego w ramach Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kolejnym przykładem jest przetwarzanie danych satelitarnych – na przykład na potrzeby projektu Sat4Envi, którego portal udostępnia dane m.in. z europejskiej sieci satelitów Copernicus. Dodatkowo, w Cyfronecie utrzymywane jest repozytorium danych naukowych Rodbuk, w którym naukowcy z różnych polskich jednostek mogą bezpłatnie przechowywać swoje dane badawcze. Zapewniamy też przestrzeń dla zbiorów kultury, zdigitalizowanych między innymi w ramach projektów PAU-ART oraz DRC AI. To tylko kilka – choć bardzo ważnych – przykładów. Z infrastruktury składowania danych Cyfronetu korzystają na co dzień tysiące projektów, indywidualnych badaczy, a także przedsiębiorstw.

Bezpieczeństwo danych to priorytet

Wyniki pomiarów detektorów cząstek czy dane z satelitów to informacje nieodtwarzalne eksperymentalnie, ponieważ rejestrują konkretne zjawisko w konkretnym czasie. W wielu przypadkach można je wykorzystać do analiz i porównań, czasem jednak potrzebny jest dodatkowy czas na rozwinięcie metody lub algorytmu, który to w pełni umożliwi. Takie dane archiwizuje się razem ze wszystkimi innymi, które nie wymagają stałego, a jedynie okazjonalnego dostępu. Do archiwizacji w Cyfronecie wykorzystujemy potężne zasoby nośników taśmowych. Taśmy magnetyczne charakteryzują się większą trwałością od dysków, są bardziej odporne na działanie czynników zewnętrznych. Dodatkowo mogą być fizycznie odseparowane od sieci komputerowych w celu wykonania kopii offsite – a to ma kluczowe znaczenie przy przetwarzaniu danych wrażliwych (np. medycznych) i skutecznie zabezpiecza przed ryzykiem płynącym z wrogiego użycia oprogramowania typu ransomware.

Dane w Cyfronecie są przechowywane w dwóch Centrach Danych, w dwóch odrębnych lokalizacjach, połączonych własną, superszybką siecią światłowodową. Zapewnia to możliwość bezpiecznego tworzenia i odzyskiwania kopii zapasowych. Cyfronet działa w oparciu o politykę przetwarzania danych certyfikowaną ISO 27001. Wewnętrzne działy zapewniają stały monitoring infrastruktury i reagowanie na wszelkie ewentualne zagrożenia. W naszych systemach wielkie dane są bezpieczne. A my dbamy, żeby ich przetwarzanie było jak najwygodniejsze dla użytkowników.



Superkomputery na rzecz badań w zakresie astrofizyki wysokich energii

Ludzie od zawsze obserwują kosmos i próbują odkryć jego niezbadane tajemnice. Część z nich udaje się zgłębić dzięki nowoczesnym teleskopom, detektorom i akceleratorom cząstek, zaawansowanej aparaturze pomiarowej i obliczeniom teoretycznym – a przede wszystkim dzięki docieklivości naukowców, którzy nie ustają w dążeniu do znalezienia odpowiedzi na fundamentalne pytania dotyczące wszechświata. W tych badaniach swój udział mają również superkomputery, które znacząco przyspieszają złożone obliczenia numeryczne i umożliwiają przetwarzanie wielkich zbiorów danych.

Rozmawiamy o tym z profesorem Jackiem Niemcem, kierownikiem Zakładu Astrofizyki Promieniowania Gamma w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN

Jak, w prostych słowach, przybliżyłby Pan wiodący temat swoich badań?

W mojej pracy naukowej zajmuję się procesami przyspieszania cząstek do wysokich energii w plazmie kosmicznej. Cząstki te odpowiadają za świecenie obiektów astronomicznych w szerokim zakresie promieniowania elektromagnetycznego – od radiowego do gamma – oraz za produkcję wysokoenergetycznych neutrin w źródłach kosmicznych. Cząstki przyspieszane w tych obiektach docierają także w pobliżu Ziemi, gdzie rejestrujemy je jako promieniowanie kosmiczne.

Zajmuję się głównie teoretycznym modelowaniem procesów przyspieszania cząstek. Skupiam się przede wszystkim na zjawiskach zachodzących w pobliżu fal uderzeniowych w różnych układach plazmy kosmicznej – w pozostałościach po wybuchach supernowych, dżetach aktywnych jąder galaktyk i błysków gamma, a także w falach uderzeniowych powstających w wyniku zderzeń gromad galaktyk. Aby lepiej zrozumieć te procesy, uczestniczę również w projektach obserwacyjnych z zakresu astronomii gamma bardzo wysokich energii – działających obecnie eksperymentach HESS i SST-1M, a także w projekcie nowej generacji CTAO. W ramach SST-1M i CTAO jestem także zaangażowany w prace instrumentalne.

Moje badania związane z wykorzystaniem superkomputerów dotyczą teoretycznej części mojej działalności naukowej.

Co w tym zakresie jest dla Pana najbardziej interesujące? Co skłania Pana do wgłębiania się w tę dziedzinę?

Moja motywacja do zajmowania się astrofizyką wysokich energii wynika przede wszystkim z faktu, że emisja wysokoenergetyczna wielu klas obiektów astronomicznych stanowi dominujący składnik ich bilansu energetycznego. Oznacza to, że to właśnie w zakresie wysokich energii należy szukać odpowiedzi na pytania o naturę działania poszczególnych źródeł i procesów w nich zachodzących. Dodatkową motywacją jest dla mnie nierozwiązany od

dziesięcioleci problem pochodzenia promieni kosmicznych o bardzo wysokich energiach. W rzeczywistości wszystkie główne obszary współczesnej astrofizyki wysokich energii czy astrofizyki cząstek łączą właśnie próba odpowiedzi na to fundamentalne pytanie.

W moich badaniach nad procesami akceleracji cząstek szczególnie interesuje mnie mikrofizyka zjawisk towarzyszących przyspieszaniu, takich jak niestabilności plazmy prowadzące do powstawania fal i turbulencji oraz ich wpływ na makroskopowe właściwości obiektów astronomicznych i obserwowaną emisję wysokoenergetyczną. Na poziomie pojedynczych cząstek procesy te są bardzo złożone, ponieważ plazma – czyli rozrzedzony gaz naładowanych cząstek, głównie protonów (jąder wodoru) i swobodnych elektronów – zachowuje się zupełnie inaczej niż gazy złożone z cząstek obojętnych, znane nam z codziennego doświadczenia. W astrofizyce plazmy fascynuje mnie ta złożoność, która przekłada się na różnorodność mechanizmów prowadzących do przyspieszania cząstek do ekstremalnych energii w środowiskach o zróżnicowanych warunkach fizycznych, takich jak temperatura plazmy czy natężenie pola magnetycznego.

Jakie są w tym zakresie kluczowe wyzwania pod względem przetwarzania danych i prowadzenia obliczeń? W czym pomagają superkomputery?

Jak wspomniałem, plazma to bardzo złożony układ. W przeciwieństwie do zwykłych gazów, w których oddziaływania między cząstkami zachodzą poprzez ich zderzenia, w plazmie oddziaływania mają charakter kolektywny – zachodzą jednocześnie pomiędzy wieloma cząstkami, często przy udziale różnego rodzaju fal plazmowych. Układy plazmy są złożone, niestabilne i nieliniowe. Tę złożoność można w pewnym stopniu opisać metodami semi-analitycznymi, o ile plazma jest jedynie słabo zaburzona. Metody te zawodzą jednak w typowych dla plazmy sytuacjach, gdy pojawiają się niestabilności oraz fale rozwijające się w różnych skalach czasowych, a następnie przechodzące w fazę nieliniową. W takich przypadkach niezbędne stają się symulacje numeryczne prowadzone na superkomputerach, które pozwalają badać złożone układy fizyczne w realistycznych warunkach, czyli w fazie nieliniowego rozwoju – takiej, w jakiej rzeczywiście występują one w przyrodzie.

Kluczowym wyzwaniem w badaniach mikrofizyki plazmy z zasad pierwszych, realizowanych za pomocą symulacji PIC (Particle-in-Cell), którymi się zajmuję, jest ogromna dysproporcja między skalami fizycznymi możliwymi do odwzorowania w symulacjach a rzeczywistymi skalami makroskopowymi. Wynika to z faktu, że symulacje PIC muszą szczegółowo odwzorowywać zachowanie plazmy na poziomie dynamicznym elektronów, podczas gdy stan makroskopowy układu określany jest przez dynamikę protonów. W efekcie, skale przestrzenne i energetyczne osiąmane w symulacjach różnią się o wiele rzędów wielkości od rzeczywistych skal obiektów astronomicznych. Zmusza to badaczy do stosowania zredukowanych parametrów fizycznych i odpowiedniego skalowania wyników do warunków rzeczywistych. Nawet przy takich przybliżeniach wymagania dotyczące zasobów obliczeniowych pozostają ogromne – zarówno pod względem liczby procesorów CPU, pamięci RAM, przestrzeni dyskowej i czasu obliczeń, jak i późniejszej analizy ogromnych

wolumenów danych. Bez tych zasobów, a także ich rosnącej liczby i dostępności, postęp w badaniach układów plazmy astrofizycznej byłby niemożliwy.

Na jakich maszynach, udostępnianych przez Cyfronet, pracował Pan do tej pory?

Wraz z członkami mojego zespołu prowadzimy badania na superkomputerach w Cyfronecie od 2015 roku. Pierwszą maszyną, którą wykorzystywaliśmy do symulacji PIC był Prometheus, następnie Ares, a od 2024 roku korzystamy z systemu Helios. W tym i ubiegłym roku realizowaliśmy również roczne obliczenia na superkomputerze LUMI. Do badań powiązanych z symulacjami PIC, dotyczących zastosowania metod uczenia maszynowego do analizy danych z tych symulacji, wykorzystywaliśmy także system Athena.

Jak ocenia Pan zachodzące na przestrzeni lat zmiany, zarówno jeśli chodzi o badania w zakresie astrofizyki, jak i zasoby technologiczne niezbędne do ich realizacji?

Na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat, odkąd zajmuję się symulacjami numerycznymi, dokonał się ogromny postęp w rozwoju mocy obliczeniowych i ich dostępności – zarówno na świecie, jak i w Polsce, gdzie w dużej mierze zawdzięczamy go rozwojowi infrastruktury Cyfronetu. Ten rozwój umożliwił znaczący postęp we wszystkich dziedzinach astrofizyki obliczeniowej, w tym w badaniach z zakresu astrofizyki plazmy.

Od jednowymiarowych i dwuwymiarowych symulacji małej skali przeszliśmy do wielkoskalowych symulacji dwuwymiarowych, a nawet trójwymiarowych, które pozwalają śledzić ewolucję układów fizycznych aż do późnych faz nieliniowego rozwoju – etapów, które dwie dekady temu były zupełnie poza zasięgiem możliwości obliczeniowych. Lata dwutysięczne to była era maszyn teraflopowych, natomiast obecnie wkraczamy w erę systemów egzaflopowych.

Samo zwiększanie mocy obliczeniowych jednak nie wystarcza, aby sprostać wyzwaniom związanym z modelowaniem plazmy astrofizycznej. Dlatego nieustannie rozwijane są metody numeryczne i algorytmy, co pozwala podejmować coraz śmielsze i bardziej złożone projekty badawcze. W najbliższej przyszłości obliczeniowa astrofizyka plazmy będzie rozwijać się właśnie w tych kierunkach – szerokiego wykorzystania możliwości przyspieszenia obliczeń dzięki implementacji istniejących algorytmów na procesory GPU, udoskonalania metod numerycznych oraz poszukiwania nowych, przybliżonych modeli plazmy, zdolnych do uchwycenia istoty procesów fizycznych zachodzących w określonych warunkach.

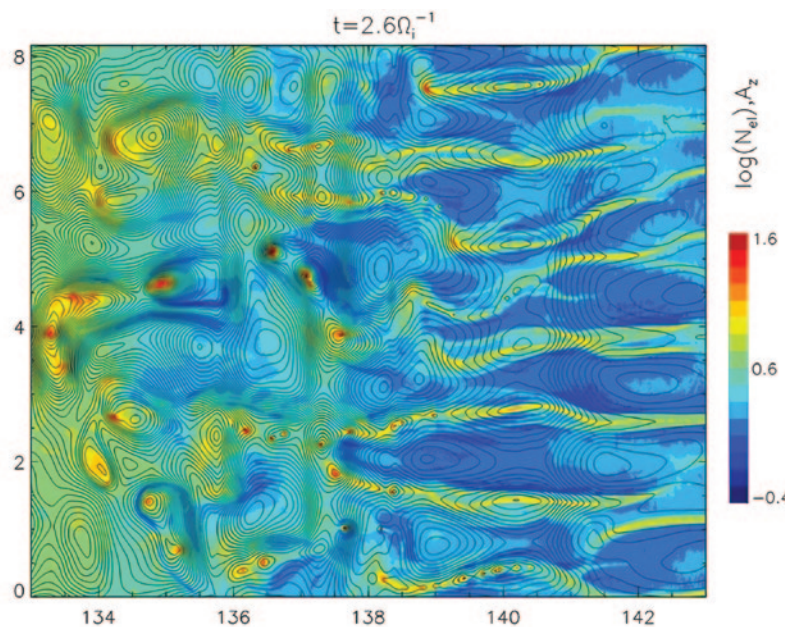
Serdecznie dziękujemy za rozmowę!

Prof. dr hab. Jacek Niemiec korzysta z dostępu do superkomputerów Cyfronetu oraz superkomputera LUMI za pomocą portalu PLGrid.

Zapraszamy na stronę Zakładu Astrofizyki Promieniowania Gamma IFJ PAN, gdzie szczegółowo opisane są zadania jednostki: <https://www.ifj.edu.pl/oddzialy/no1/nz12.php>.

H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) to naziemne obserwatorium promieniowania gamma o energiach w zakresie teraelektronowoltów, wykorzystujące technikę obrazowania pęków atmosferycznych inicjowanych przez fotony gamma, za pomocą teleskopów Czerenkowa. IFJ PAN jest członkiem Polskiego Konsorcjum Eksperymentów H.E.S.S. i MAGIC. Więcej o obserwatorium na stronie: <https://www.mpi-hd.mpg.de/HESS/>.

Cherenkov Telescope Array Observatory – ERIC (CTAO-ERIC) – obserwatorium promieniowania gamma najwyższych energii nowej generacji, którego budowa niedawno się rozpoczęła. IFJ PAN oraz ACK Cyfronet AGH są członkami Polskiego Konsorcjum Projektu „Cherenkov Telescope Array”. Więcej o obserwatorium na stronie: <https://www.ctao.org/>.



Mapa rozkładu gęstości elektronów oraz linii pola magnetycznego, uzyskana w wyniku symulacji PIC procesu formowania się fali uderzeniowej w warunkach odpowiadających plazmie w szokach pozostałości po wybuchach supernowych. Rysunek przedstawia fragment struktury czoła fali uderzeniowej, w której oddziaływanie protonów odbitych od fali z napływającą plazmą ośrodka prowadzi do powstania włóknistej struktury pola magnetycznego w wyniku niestabilności Weibela. W tych włóknach spontanicznie zachodzi rekoneksja magnetyczna, prowadząca do tworzenia wysp magnetycznych wzdłuż włókien. W strukturach tych elektrony ulegają przyspieszaniu.

Dzięki uprzejmości Artema Bohdana. Więcej na ten temat w pracy Bohdan et al. 2020, *Astrophysical Journal* 893:6 (<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ab7cd6>).



Rozwój projektów i procesów opartych na sztucznej inteligencji dzięki specjalistycznym kompetencjom

W zakresie kształtowania sztucznej inteligencji, Cyfronet kojarzony jest przede wszystkim jako operator infrastruktury służącej do **przetwarzania wielkich danych**. W jej skład wchodzi między innymi Helios, którego partycja GPU obejmuje 440 kart NVIDIA GH200 i Athena, ze swoimi 384 kartami NVIDIA A100. Nowoczesne GPU, wraz z wydajnym systemem składowania i przesyłania danych, pozwalają na efektywne kształtowanie modeli sztucznej inteligencji – w tym do rozwoju polskich dużych modeli językowych PLLuM i Bielik.

Te możliwości mają się znacząco powiększyć wraz z planowaną instalacją nowego superkomputera w ramach projektu **Gaia AI Factory**, który ma obejmować ok. 1000 najnowocześniejszych kart GPU.

Jednocześnie, „**Cyfronet dla AI**” to nie tylko zasoby, nie tylko sprzęt i oprogramowanie. Rozwijane przez lata kompetencje specjalistyczne naszych zespołów pozwalają na kształtowanie zaawansowanych, opartych na sztucznej inteligencji narzędzi, które są implementowane w inicjatywach o zasięgu krajowym i międzynarodowym.

Na ten temat wypowiadają się eksperci ACK Cyfronet AGH: **Marek Kasztelnik** - koordynator działań Cyfronetu w ramach projektów Gaia AI Factory, Meetween, DVPS i Gemini oraz **Joanna Kocot** – kierująca w Cyfronecie Laboratorium Interdyscyplinarnych Obliczeń Naukowych oraz działaniami na rzecz EPOS.

Narzędzia integracji mowy, tekstu i obrazu na potrzeby uczestników wideokonferencji

Modele multimodalnej sztucznej inteligencji zyskują coraz większe znaczenie w przypadku tłumaczenia mowy w czasie rzeczywistym, tworzenia wirtualnych asystentów spotkań i komunikacji transparentnej językowo. Poważnym wyzwaniem dotyczącym tych modeli jest ich wszechstronna ocena. Istniejące testy porównawcze często koncentrują się na zadaniach jednomodalnych, takich jak automatyczne rozpoznawanie mowy (ASR), streszczanie tekstu lub tłumaczenie maszynowe. Ze względu na złożoność modeli multimodalnych, w których zsynchronizowane przetwarzanie strumieni tekstu, mowy, dźwięku i obrazu ma kluczowe znaczenie, zaistniała potrzeba wytworzenia dedykowanych narzędzi porównawczych.

Dążenie do wytworzenia rozwiązania tego problemu pojawiło się w projekcie **Meetween - Osobisty mediator AI do wirtualnych spotkań**.

Jeden z zespołów Cyfronetu rozwija w ramach tego projektu platformę **SPEECHM** (Speech Performance Evaluation Criteria and Holistic Metrics), która oferuje nowatorskie rozwiązanie do oceny multimodalnych modeli sztucznej inteligencji, eliminując ograniczenia istniejących testów porównawczych. W ramach SPEECHM rozwijane są ustandaryzowane i rozszerzalne ramy do oceny modeli w ramach multimodalnych zadań percepcji i generowania mowy. Zadbano o to, by architektura narzędzia oraz różnorodne zestawy testowe umożliwiały skalowalne i sprawiedliwe oceny. Tym samym, wspierany jest rozwój zaawansowanych modeli sztucznej inteligencji do zastosowań w świecie rzeczywistym.

Kluczowymi komponentami platformy są:

- 1) Aplikacja internetowa, która organizuje i prezentuje zadania, zestawy testowe, modele i rankingi.
- 2) Zaplecze HPC, które wykorzystuje zasoby obliczeniowe o wysokiej wydajności do wykonywania i skalowania testów porównawczych, nawet w przypadku ocen intensywnie wykorzystujących GPU.

– *W celu wykorzystania mocy obliczeniowej oferowanej przez działające w Cyfronecie klastry Ares, Atena oraz Helios, niezbędna była wiedza i kompetencje naszego zespołu, który wypracował mechanizmy umożliwiające integrację aplikacji webowych z ekosystemem PLGrid oraz delegację uprawnień użytkownika na superkomputery, na których odbywa się ewaluacja poszczególnych modeli sztucznej inteligencji. Łącząc te rozwiązania z metodami ewaluacji multimodalnych modeli wypracowanych w ramach Meetween, byliśmy w stanie z sukcesem użyć tej platformy w trakcie organizacji konkursu IWSLT 2025 (<https://iwslt.org/2025>)* – tłumaczy **Marek Kasztelnik**.

Meetween jest projektem finansowanym z programu ramowego Horyzont Europa.

Wykorzystanie sieci neuronowych do badania i przewidywania sejsmiczności antropogenicznej

Cyfronet od lat realizuje działania w ramach **EPOS (European Plate Observing System)**. EPOS to ogólnoeuropejska inicjatywa, która integruje krajowe i międzynarodowe infrastruktury badawcze na rzecz nauk o Ziemi. Jeden z węzłów tematycznych EPOS dotyczy wpływu działań człowieka na procesy sejsmiczne. Jakkolwiek na potrzeby badania naturalnie występujących zjawisk, jak trzęsienia ziemi, wytworzono do tej pory wiele narzędzi opartych na uczeniu maszynowym, tak zdecydowanie brakowało ich w przypadku zdarzeń o podłożu antropogenicznym, które odróżniają się charakterystyką.

Współtworzonym przez zespół Cyfronetu rozwiązaniem tego problemu jest platforma **EPOS AI**, której zadaniem jest ułatwić wykorzystanie i tworzenie aplikacji uczenia maszynowego w dziedzinie sejsmologii.

– *W czasie prac, nasz zespół zajmował się między innymi trenowaniem modeli na danych sejsmicznych pochodzących z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, Zagłębia Węglowego Bogdanka i zbiornika wodnego Czorsztyn* – mówi **Joanna Kocot**. – *W efekcie, platforma usprawnia proces stosowania algorytmów sztucznej inteligencji w projektach badawczych, umożliwiając wykonywanie wstępnie wytrenowanych modeli.*

EPOS AI zapewnia także możliwość ponownego trenowania tych modeli z wykorzystaniem niestandardowych, w tym prywatnych, zbiorów danych. Naukowcy mogą przeprowadzać eksperymenty szkoleniowe i łatwo porównywać je z wcześniejszymi wynikami, co ułatwia optymalizację metod w celu identyfikacji najskuteczniejszego modelu.

Funkcje te zostały opracowane w ramach EPOS PL+, polskiego projektu krajowego współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.



Dawid Dąbrowski

Rozmowa z użytkownikiem infrastruktury PLGrid, członkiem działającego w ramach Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego zespołu Quantum Molecular Systems Group prowadzonego przez prof. Michała Tomzę.

Jak rozwinęły się u Pana zainteresowania badawcze? Co zadecydowało, że rozwija je Pan w dziedzinie fizyki molekularnej?

Zawsze fascynowały mnie dwie dziedziny nauki: fizyka oraz chemia. W trakcie studiów w ramach Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów Matematyczno-Przyrodniczych na Uniwersytecie Warszawskim odkryłem, że to właśnie cząsteczki są idealnym obszarem do tworzenia nauki na styku tych dwóch dziedzin.

O wyborze fizyki molekularnej zdecydowała więc chęć zrozumienia, jak z podstawowych oddziaływań kwantowych skonstruowany jest otaczający nas świat. Fizyka molekularna spaja te dwa światy – pozwala budować mosty między światem teorii a realnymi eksperymentami.

Jak w prostych słowach wytłumaczyłby Pan, czym zajmuje się zespół Quantum Molecular Systems? Jaka jest w nim Pana rola?

Używamy superkomputerów, by zrozumieć, jak zachowują się pojedyncze atomy i cząsteczki. Jest to fundamentalna wiedza, która może posłużyć do projektowania nowych materiałów, zrozumienia procesów zachodzących w gwiazdach, czy budowy przyszłych technologii informacji kwantowej. Badania w zespole prof. Michała Tomzy koncentrują się na precyzyjnym opisie ultrazimnych układów, w których – przy temperaturach rzędu pojedynczych μK i nK – dominują efekty kwantowe.

Moją rolą w zespole jest przede wszystkim przeprowadzanie złożonych obliczeń numerycznych właśnie w ramach infrastruktury HPC. Moja praca polega na wybraniu odpowiedniej metody obliczeń, implementacji i uruchomieniu na klastrach obliczeniowych oraz końcowo na analizie terabajtów uzyskanych danych. Jestem więc teoretykiem, dla którego superkomputer jest podstawowym narzędziem pracy – bez niego moja praca jest niewykonalna.

Możliwości infrastruktury Cyfronetu zaczął Pan wykorzystywać na bardzo wczesnym etapie ścieżki naukowej. Jak wygląda dostęp do superkomputerów z perspektywy studenta? Z czego konkretnie Pan skorzystał i w jaki sposób?

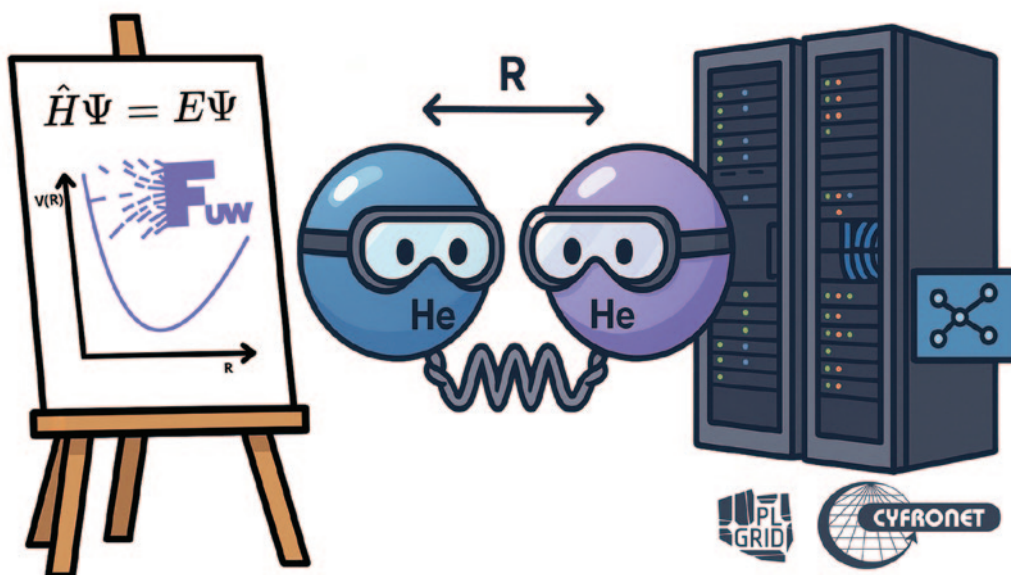
Korzystanie z infrastruktury Cyfronetu rozpocząłem na drugim roku studiów pierwszego stopnia, kiedy to zacząłem zajmować się nauką pod okiem prof. Michała Tomzy. Oczywiście, początki prowadzenia obliczeń na klastrze bywają trudne, ale dzięki pomocy ekspertów z Helpdesku oraz innych, bardziej doświadczonych członków grupy badawczej, próg wejścia jest zredukowany do minimum.

Na co się to przełożyło? Co stało się możliwe dzięki dostępowi do mocy obliczeniowej?

Moc obliczeniowa dostępna w ramach infrastruktury Cyfronetu umożliwiła podjęcie wyzwań badawczych wcześniej niedostępnych obliczeniowo – od ultradokładnego modelowania układów kwantowych po osiąganie kolejnych światowych rekordów dokładności w obliczeniach teoretycznych. Zaowocowało to konkretnymi wynikami naukowymi, w tym moimi pierwszymi publikacjami oraz wystąpieniami na konferencjach.

Jak ocenia Pan współpracę z Cyfronetem?

Należy tutaj wspomnieć o wsparciu technicznym ekspertów Cyfronetu. Gdy jako student stawiałem pierwsze kroki w HPC, miałem bardzo niestandardowe wymagania implementacyjne zarówno w kodzie, jak i konfiguracji węzłów. Dodatkowo potrzebowałem ogromnych zasobów: łącznie prawie 10 milionów godzin obliczeniowych oraz 150 TB przestrzeni danych, dlatego współpraca z ekspertami Cyfronetu okazała się nieoceniona i kluczowa dla efektywnego wykorzystania tej mocy.





CDC CYBER 72



Convex C3840



Exemplar SPP1600/XA

- 1973** Powstanie CYFRONETu
- 1975** Instalacja komputera CDC CYBER 72 w Centrum
- 1990** Instalacja pierwszego w Krakowie węzła sieci EARN / BITNET (komputer IBM 4381)
- 1991** Instalacja Convex 120 – pierwszego komputera wektorowego w Europie Środkowo-Wschodniej. Pierwsze internetowe połączenie międzymiastowe z Warszawą. Początek budowy Miejskiej Sieci Komputerowej w Krakowie
- 1994** Uruchomienie połączenia internetowego z Warszawą o prędkości 2 Mb/s
- 1996** Komputer Exemplar SPP1600/XA umieszczony na prestiżowej liście TOP500. Instalacja pierwszej automatycznej biblioteki taśmowej ATL 2640
- 1997** Uruchomienie podsieci komunikacyjnej ATM w Miejskiej Sieci Komputerowej. Przyłączenie Centrum do krajowej sieci POL-34
- 1998** Instalacja komputera SGI Origin2000
- 2000** Zwiększenie przepustowości połączenia sieciowego Centrum do 155 Mbps
- 2002** Instalacja komputera RackSaver PC w ramach projektu CrossGrid
- 2003** Instalacja pierwszego w Polsce komputera HP Integrity SuperDome
- 2005** Instalacja macierzy dyskowej HP Storage Works XP12000. Zwiększenie przepustowości połączenia sieciowego Centrum do 622 Mbps
- 2006** Instalacja macierzy dyskowej HP Storage Works EVA 8000 i superkomputera SGI ALTIX 3700 (Baribal) o teoretycznej mocy obliczeniowej 0,8 TFlops

- 2007** Podpisanie umowy Konsorcjum PL-Grid dotyczącej ogólnopolskiej infrastruktury gridowej PL-Grid.
Instalacja superkomputera SGI ALTIX 4700 z modulem akceleracyjnym SGI RASC.
Instalacja serwerów IBM BladeCenter HS21 (6,2 TFlops).
Instalacja macierzy dyskowej HP EVA 8100
- 2008** Rozbudowa konfiguracji superkomputera SGI ALTIX 3700 (do 1,5 TFlops).
Rozpoczęcie eksploatacji łącz sieci szkieletowej w technologii 10 Gbps Ethernet.
Połączenie MSK w kierunku Warszawy i Bielska-Białej łączami sieci PIONIER, każde o przepustowości 2x10 Gbps.
Instalacja superkomputera Zeus (HP Cluster Platform 3000 BL), posiadającego 2 048 rdzeni
- 2009** Rozpoczęcie projektu „Infrastruktura Informatycznego Wspomagania Nauki w Europejskiej Przestrzeni Badawczej – PLGrid”
- 2010** Po rozbudowie konfiguracji do 9 544 rdzeni Intel Xeon superkomputer Zeus zostaje wpisany na listę TOP500 na 161 pozycji
- 2011** Wdrożenie wydajnego sieciowego systemu współdzielenia plików dla infrastruktury obliczeniowej, bazującego na rozwiązaniach firmy Hitachi Data Systems.
Całkowita pojemność zasobów dyskowych przekroczyła 2 PB.
Rozbudowa konfiguracji superkomputera Zeus do 12 032 rdzeni Intel Xeon.
Zeus zajmuje 80 miejsce na liście TOP500
- 2012** Rozpoczęcie realizacji projektu PLGrid Plus – dziedzinowo zorientowane usługi i zasoby w infrastrukturze PL-Grid.
W kwietniu, ScaleMP, wiodący dostawca wirtualnych rozwiązań dla superkomputerów, ogłosił „Zeusa-vSMP” największym systemem v-SMP w Europie.
Zeus w pierwszej setce rankingu TOP500.
Połączenie MSK w kierunku Rzeszowa łączem sieci PIONIER o przepustowości 2x10 Gbps



SGI Origin2000



SGI ALTIX 3700



HP Cluster Platform 3000 BL



Medal jubileuszowy



Hala Maszyn



Superkomputer Prometheus

- 2013** Po rozbudowie do 25 468 rdzeni, superkomputer Zeus osiągnął teoretyczną moc obliczeniową 374 TFlops.
Wybicie medalu z okazji jubileuszu 40-lecia ACK Cyfronet AGH
- 2014** Oddano do użytku nową Halę Maszyn.
Rozpoczęcie realizacji dwóch nowych projektów: PLGrid NG i PLGridCore.
Połączenie MSK w kierunku Katowic łączem sieci PIONIER o przepustowości 2x10 Gbps
- 2015** Instalacja superkomputera Prometheus (41 472 rdzenie), który na liście TOP500 zajmuje 49 miejsce (edycja lipcowa), a następnie (po rozbudowie do 53 568 rdzeni) 38 miejsce (edycja listopadowa).
Po raz pierwszy w historii polskiej informatyki dwa superkomputery z jednego ośrodka (Zeus i Prometheus) znalazły się jednocześnie na prestiżowej liście TOP500.
Oddano do użytku nowe, zapasowe centrum danych.
Rozpoczęto realizację projektów INDIGO-DataCloud, EGI-Engage, EPOS-IP i PRACE-4IP
Łączność pomiędzy Centrami Komputerów Dużej Mocy w Polsce (Gdańsk, Kraków, Poznań, Warszawa i Wrocław) realizowana jest z przepustowością 2x100 Gbps
- 2016** Prometheus zajmuje 48 miejsce (edycja czerwcową) i 59 miejsce (edycja listopadową) na liście TOP500
- 2017** Prometheus zajmuje 71 miejsce (edycja czerwcową) i 77 miejsce (edycja listopadową) na liście TOP500.
Dalszy dynamiczny rozwój Centrum, w tym powstanie 6 nowych laboratoriów.
Rozpoczęto realizację projektów Sat4Envi, Gliomed, EPOS-PL oraz eXtreme DataCloud
- 2018** Prometheus (53 604 rdzenie, 2,4 PFlops) zajmuje 103 miejsce (edycja czerwcową) i 131 miejsce (edycja listopadową) na liście TOP500.
Rozpoczęcie realizacji projektów EOSC-Hub i PRIMAGE

- 2019** Cyfronet reprezentuje Polskę w konsorcjum LUMI, złożonym z ośmiu krajów, które będą wspólnie budować jeden z najszybszych europejskich superkomputerów.
- Prometheus zajmuje 174 miejsce (edycja czerwcową) i 241 miejsce (edycja listopadową) na liście TOP500.
- Prezentacja Cyfronetu na stoisku wystawowym w trakcie konferencji ISC'19.
- Cyfronet udostępnia nowy system obliczeniowy dla badań z użyciem metod sztucznej inteligencji o mocy ponad 4 PFlops dla operacji tensorowych i 256 TFlops dla standardowych obliczeń.
- Rozpoczęto realizację projektów PRACE-LAB, PRACE-6IP, SANO, EOSC-Synergy i EOSC Enhance
- 2020** Wśród strategicznych infrastruktur wpisanych w styczniu 2020 r. na Polską Mapę Infrastruktury Badawczej znajdują się dwa przedsięwzięcia zgłoszone przez ACK Cyfronet AGH jako inicjatora i koordynatora konsorcjum PLGrid: *Narodowa Infrastruktura Superkomputerowa dla EuroHPC* oraz *Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOSC*.
- Prometheus (53 748 rdzeni, 2,7 PFlops) zajmuje 288 miejsce (edycja czerwcową) i 324 miejsce (edycja listopadową) na liście TOP500.
- Superkomputer Prometheus wspomaga naukowców w walce z koronawirusem.
- Rozpoczęto realizację projektów EPOS PL +, PRACE-LAB2, EPOS SP, PROTEUS-RS i EUROCC
- 2021** Uruchomiono superkomputer Ares o mocy obliczeniowej 4 PFlops.
- Prometheus zajmuje 373 i 440 miejsce, a Ares 216 i 267 miejsce na liście TOP500.
- Uruchomiono nową wersję strony internetowej ACK Cyfronet AGH.
- Rozpoczęto realizację projektów EuroHPC PL, PIONIER-LAB, KMD3, AGH – PANDA3, EGI ACE, EOSC Future i FINDR





- 2022** Uruchomiono superkomputer Athena o mocy obliczeniowej 7,7 PFlops.
Uroczyste otwarcie Data Center Podole.
Po raz pierwszy w historii polskiej informatyki trzy superkomputery z jednego polskiego centrum obliczeniowego (Athena, Ares i Prometheus) na liście TOP500.
Prometheus (53 748 rdzeni, 2,7 PFlops) po raz 15-ty na liście TOP500: 475 miejsce.
Ares (37 824 rdzenie, 4 PFlops) po raz 3-ci i 4-ty na liście TOP500: 290 i 323 miejsce.
Athena (6 144 rdzeni, 7,7 PFlops) po raz 1-szy i 2-gi na liście TOP500: 105 i 113 miejsce.
Inauguracja superkomputera LUMI.
Rozpoczęto realizację projektów: EUMaster4HPC, FAIRCORE4EOSC, EuroScienceGateway, InterTwin, DT-GEO, Geo-INQUIRE i EDITH
- 2023** Uroczyste obchody 50-lecia Cyfronet AGH z udziałem Prezydenta Andrzeja Dudy, który wręczył odznaczenia państwowe zasłużonym pracownikom Cyfronetu.
Athena zajmuje 123 miejsce, a Ares 362 miejsce na liście TOP500 (edycja czerwcową).
Cyfronet AGH uhonorowany nagrodą Polonia Minor.
Zespół projektu EuroHPC PL laureatem Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju 2023.
Po raz drugi w historii polskiej informatyki trzy superkomputery z jednego polskiego centrum obliczeniowego (Athena, Helios CPU i Ares) na liście TOP500 (edycja listopadowa), odpowiednio na miejscach: 154, 290 i 403.
Rozpoczęto realizację projektów: DOME, EUROCC 2, EUreka3D, PIONIER-Q i GEMINI
- 2024** Po raz pierwszy w historii polskiej informatyki cztery superkomputery z jednego polskiego centrum obliczeniowego (Helios GPU, Athena, Helios CPU i Ares) na liście TOP500 (edycja czerwcową), odpowiednio na miejscach: 55, 177, 305 i 442.
Helios GPU na 3. miejscu listy Green500 (edycja czerwcową).
Cztery superkomputery z Cyfronetu (Helios GPU, Athena, Helios CPU i Ares) ponownie na liście TOP500 (edycja listopadowa), odpowiednio na miejscach: 69, 212, 348 i 490.
Rozpoczęto realizację projektów: Meetween, EOSC Beyond, EPICURE, FFplus, PLGrid ICON i EPOS ON

2025 Marek Magryś został mianowany p.o. Dyrektorem ACK Cyfronet AGH.

W siedzibie ACK Cyfronet AGH podpisano list intencyjny dotyczący współpracy pomiędzy Miastem Kraków a Akademią Górniczo-Hutniczą dot. budowy Cyfrowej tarczy Krakowa.

Trzy superkomputery z Cyfronetu (Helios GPU, Athena i Helios CPU) na liście TOP500 (edycja czerwcowca), odpowiednio na miejscach 85, 246 i 386.

Europejskie Wspólne Przedsięwzięcie w zakresie Obliczeń Wielkiej Skali (EuroHPC JU) wybrało konsorcjum kierowane przez ACK Cyfronet AGH do utworzenia Gaia AI Factory – nowoczesnej fabryki sztucznej inteligencji w Polsce.

Uruchomiono nową wersję strony internetowej ACK Cyfronet AGH.

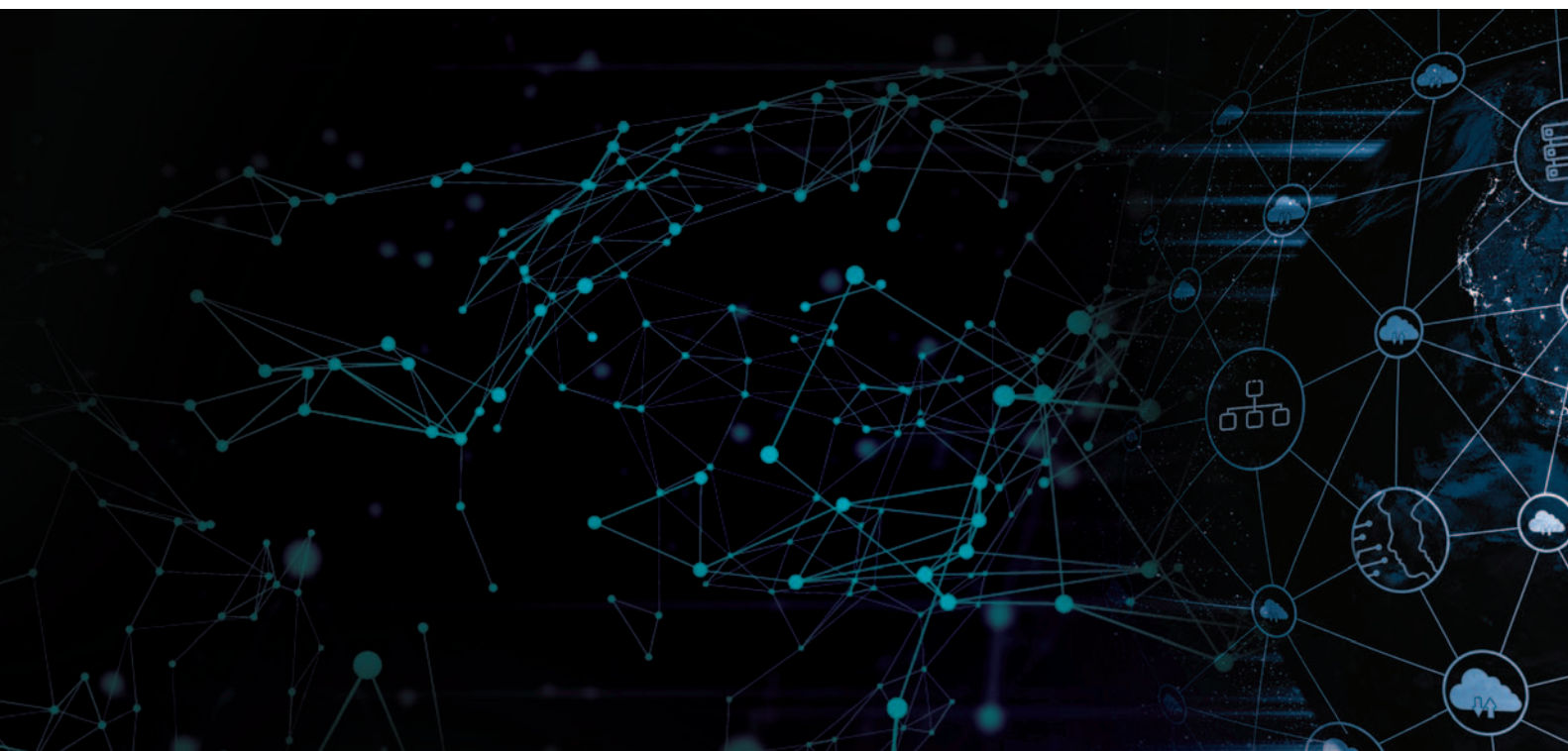
Trzy superkomputery z Cyfronetu (Helios GPU, Athena i Helios CPU) ponownie na liście TOP500 (edycja listopadowa), odpowiednio na miejscach 96, 278 i 413.

Rozpoczęto realizację projektów: KMD4EOSC, SAGE, DARE SGA 1, EOSC Data Commons, LAIF Service Center, DVPS, HIVE AI, DRC AI, UNCAN-Connect.



fot. AGH





Akademickie Centrum
Komputerowe
CYFRONET AGH
ul. Nawojki 11

30-950 Kraków, P.O.Box 6
telefon: +48 12 632 33 55
fax: +48 12 633 80 54

cyfronet@cyfronet.pl
www.cyfronet.pl