

AKADEMICKIE CENTRUM KOMPUTEROWE Cyfronet AGH

sprawozdanie z działalności za lata 2009-2012

1. Zadania i misja ACK Cyfronet AGH

Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH od 1999 roku jest wyodrębnioną organizacyjnie i finansowo jednostką Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Od utworzenia w 1973 roku najważniejszym zadaniem Cyfronetu jest udostępnianie usług teleinformatycznych i obliczeniowych dla całego środowiska naukowego Krakowa i województwa małopolskiego. Centrum pełni także rolę administratora Miejskiej Sieci Komputerowej w Krakowie i jest ważnym węzłem sieci PIONIER.

ACK Cyfronet AGH jest ustanowioną przez KBN jednostką wiodącą w zakresie eksploatacji i rozbudowy miejskiej sieci komputerowej (MAN) oraz eksploatacji komputerów dużej mocy obliczeniowej (KDM).

Zadania i misja ACK Cyfronet AGH:

- udostępnianie mocy obliczeniowej oraz innych usług informatycznych podmiotom realizującym badania naukowe oraz jednostkom edukacyjnym,
- prowadzenie badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych, samodzielnie lub we współpracy z innymi jednostkami, głównie w zakresie komputerów dużej mocy, sieci komputerowych oraz serwisów informatycznych i teleinformatycznych,
- działania na rzecz realizacji celów i programów państwa zawartych w założeniach resortów odpowiedzialnych za naukę i edukację w dziedzinie wykorzystania nowych technik i technologii informatycznych w nauce, edukacji, zarządzaniu i gospodarce,
- budowa, utrzymanie i rozwój infrastruktury informatycznej eksploatowanej przez Centrum,
- prowadzenie badań, analiz i prac wdrożeniowych w zakresie nowych technik i technologii mogących znaleźć zastosowanie przy projektowaniu, budowie i eksploatacji infrastruktury informatycznej,
- doradztwo, ekspertyzy, szkolenia i doskonalenie kadr oraz inne działania w zakresie informatyki, sieci komputerowych, komputerów dużej mocy i usług informatycznych,
- wyszukiwanie, ocena i promocja nowych rozwiązań w zakresie swojego działania, w celu ich wykorzystania w sferze nauki, edukacji, administracji, gospodarki i zarządzania,
- udostępnianie mocy obliczeniowej oraz innych usług wykorzystujących potencjał Centrum podmiotom zainteresowanym ich wdrożeniem lub wykorzystaniem, zgodnie z posiadanymi uprawnieniami, zezwoleniami i koncesjami.

2. Miejska Sieć Komputerowa

ACK Cyfronet AGH jako administrator Miejskiej Sieci Komputerowej MSK w Krakowie stale rozbudowuje i modernizuje sieć dostosowując ją do potrzeb i oczekiwań użytkowników. W chwili obecnej MSK eksploatuje własną infrastrukturę światłowodową o łącznej długości blisko 120 km. Światłowody MSK są ułożone w rejonie Starego Miasta, w okolicach kampusu AGH, docierają do Bronowic, Krowodrzy oraz do Czyżyn i Nowej Huty. Zrealizowano przyłączenia odległych instytutów w Prokocimiu, w rejonie Borku Fałęckiego oraz na terenie III Kampusu Uniwersytetu Jagiellońskiego w Pychowicach. Światłowody są układane w kanalizacji własnej oraz w kanalizacji dzierżawionej. Na przełomie 2011 i 2012 roku zakupiono nowy rurociąg o długości 26 km, złożony z 2 rur łączących Cyfronet z granicami Krakowa (koło Wieliczki). Inwestycja ta stanowi bardzo znaczące uzupełnienie dotychczas wybudowanej przez Centrum infrastruktury światłowodowej. Umożliwia jej dalszy rozwój, dając równocześnie szeregu nowym instytucjom naukowym możliwość skorzystania z szybkich połączeń do Miejskiej Sieci Komputerowej.

Podsieć transmisji danych MSK została utworzona w oparciu o sprzęt komunikacyjny firm Juniper Networks oraz Cisco Systems. W ostatnim czasie w warstwie rdzeniowej zastosowano nowoczesne przełączniki Juniper MX 480 wyposażone w interfejsy 10 Gigabit Ethernet oraz 1 Gigabit Ethernet. Dokonana w 2011 przebudowa infrastruktury Miejskiej Sieci Komputerowej w Krakowie, polegająca na powiększeniu przepustowości rdzenia z 622 Mbps do 10Gbps, diametralnie zmieniła sposób korzystania z usług sieciowych przez użytkowników i pozwoliła na wprowadzenie nowych zaawansowanych narzędzi, usług i aplikacji dla środowiska naukowego i dla jednostek administracyjnych Krakowa i Małopolski (rys. 1).

Wszystkie urządzenia warstwy rdzeniowej są połączone przynajmniej z dwoma (w niektórych przypadkach z trzema) sąsiednimi, co pozwala automatycznie przełączyć ruch w przypadku awarii jednego z urządzeń lub awarii linii światłowodowej. Warstwę dystrybucyjną sieci oparto o przełączniki, z których każdy jest wyposażony w dwa interfejsy 1GigaEthernet (przyłączenie do warstwy rdzeniowej) oraz szereg interfejsów ethernetowych typu 10/100/1000 Mbps służących do przyłączania użytkowników. Uzupełnieniem infrastruktury jest dostęp w standardzie ISDN w kanale PRI 2 Mbps (30B+D) z możliwością nawiązywania połączeń analogowych poprzez zwykły modem w standardzie V90. Rozwiązanie to pozwala pojedynczym użytkownikom nawiązać połączenie internetowe w przypadku awarii łącza podstawowego.

Krakowska Miejska Sieć Komputerowa jest obecnie połączona z akademicką siecią komputerową PIONIER w kierunku Katowic, Bielska-Białej, Warszawy i Rzeszowa (cztery kierunki sieci kręgosłupowej) łączami o przepływności 2 x 10 Gbps. Do niedawna (jeszcze w roku 2010) były to tylko dwa kierunki: Warszawa i Bielsko-Biała, a wzrost liczby tych przyłączy istotnie poprawia przepustowość i niezawodność łączności Krakowa z siecią PIONIER. Za pośrednictwem sieci PIONIER realizowana jest komunikacja z wieloma ośrodkami krajowymi oraz zagranicznymi. Łączność zagraniczna odbywa się poprzez europejską naukową sieć GEANT. Oprócz głównego połączenia do sieci GEANT realizowane jest połączenie rezerwowe o przepływności 550Mb/s. Skonfigurowany na styku połączeń międzynarodowych protokół dynamicznego routingu BGP (ang. *Border Gateway Protocol*) umożliwia, w przypadku awarii jednego z wyjść, automatyczne skierowanie całego ruchu poprzez sprawne łącze. Użytkownicy korzystający z usług Miejskiej Sieci Komputerowej są dołączani poprzez światłowody dostępne w technologii Ethernet 10 Mbps, Fast Ethernet 100 Mbps oraz 1 Gigabit Ethernet.

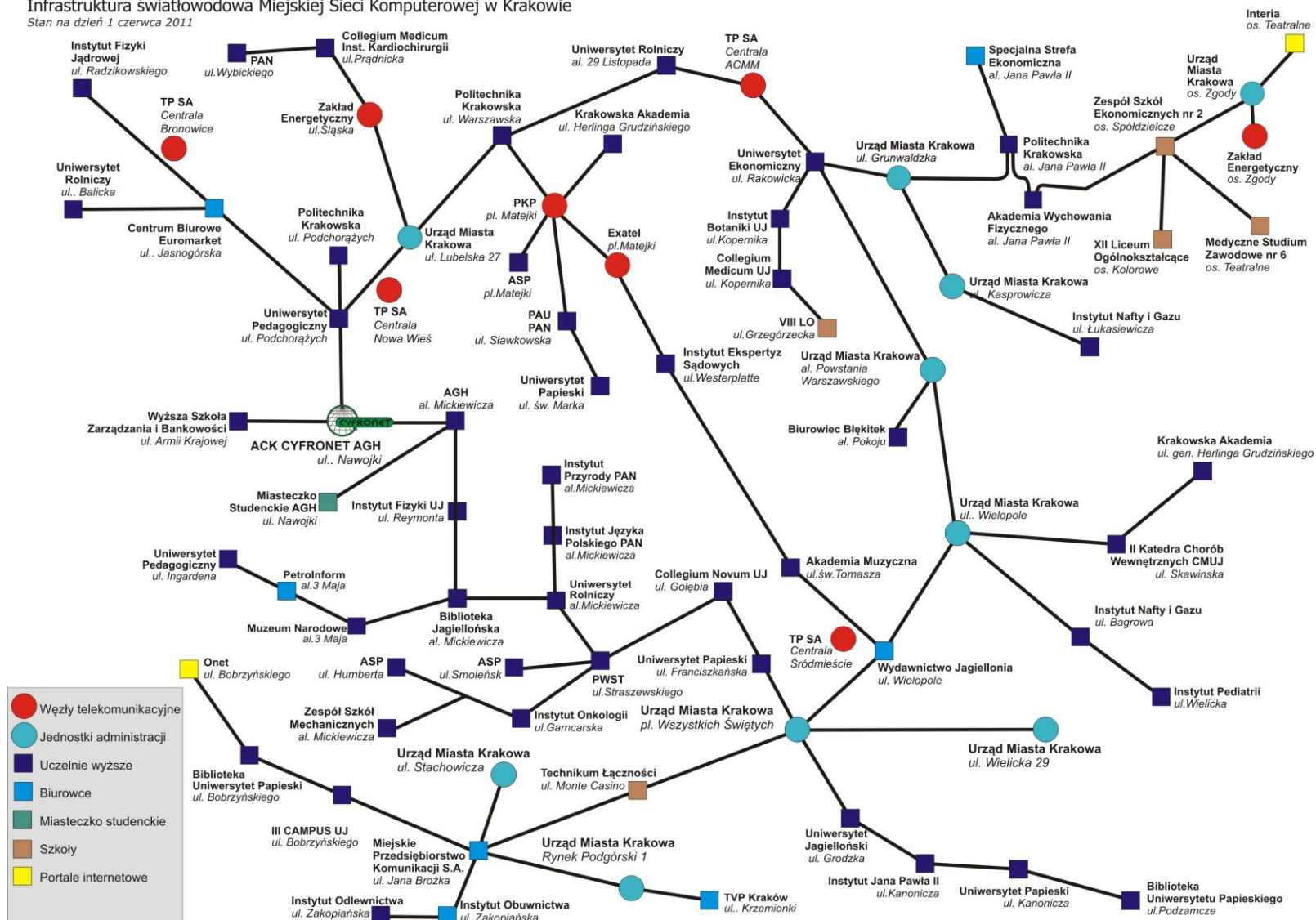
Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH od początku powstania polskiego Internetu (w połowie 1991 roku) aktywnie uczestniczy w rozwoju zarówno infrastruktury telekomunikacyjnej, jak też, co bardzo istotne, w rozwoju szeroko rozumianych usług internetowych. Realizowane na bardzo wydajnych komputerach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

- e-mail - internetowa poczta elektroniczna, ponad 3 500 kont użytkowych,
 - news - forum dyskusyjne podzielone na ponad 5 800 grup tematycznych z wielu dziedzin, poczynając od dyskusji naukowych przeznaczonych dla wąskiego grona specjalistów, a kończąc na tematach rozrywkowych (sport, hobby, sztuka itp.). Do obsługiwanego przez Cyfronet serwera news napływa średnio ponad 200 000 nowych wiadomości dziennie,
 - www - udostępniane serwisy, obok informacji ze świata nauki, prezentują informacje dotyczące kultury, zabytków, turystyki, komunikacji oraz wielu innych dziedzin,
 - ftp - serwer przechowuje i stale aktualizuje kopie zagranicznych archiwów oprogramowania (tzw. mirror). Zawiera oprogramowanie (w sumie ponad 400 GB) typu shareware i freeware pracujące pod systemami MS-Windows oraz UNIX.
- Dzięki uruchomieniu serwera ftp zostało znacznie ograniczone obciążenie łącza międzynarodowego, a także zwiększono wygodę użytkowników Miejskiej Sieci Komputerowej.

Opracowanie, wdrażanie i uruchomienie nowych, pilotowych usług i aplikacji w Miejskiej Sieci Komputerowej, stanowić będzie w najbliższych latach ważny element rozwoju nauki, edukacji, administracji i regionu w procesie budowy i rozwoju społeczeństwa informacyjnego, umożliwiając między innymi skuteczne, partnerskie uczestnictwo w programach międzynarodowych i Europejskiej Przestrzeni Badawczej.

Infrastruktura światłowodowa Miejskiej Sieci Komputerowej w Krakowie

Stan na dzień 1 czerwca 2011



Rys. 1. Infrastruktura światłowodowa Miejskiej Sieci Komputerowej w Krakowie

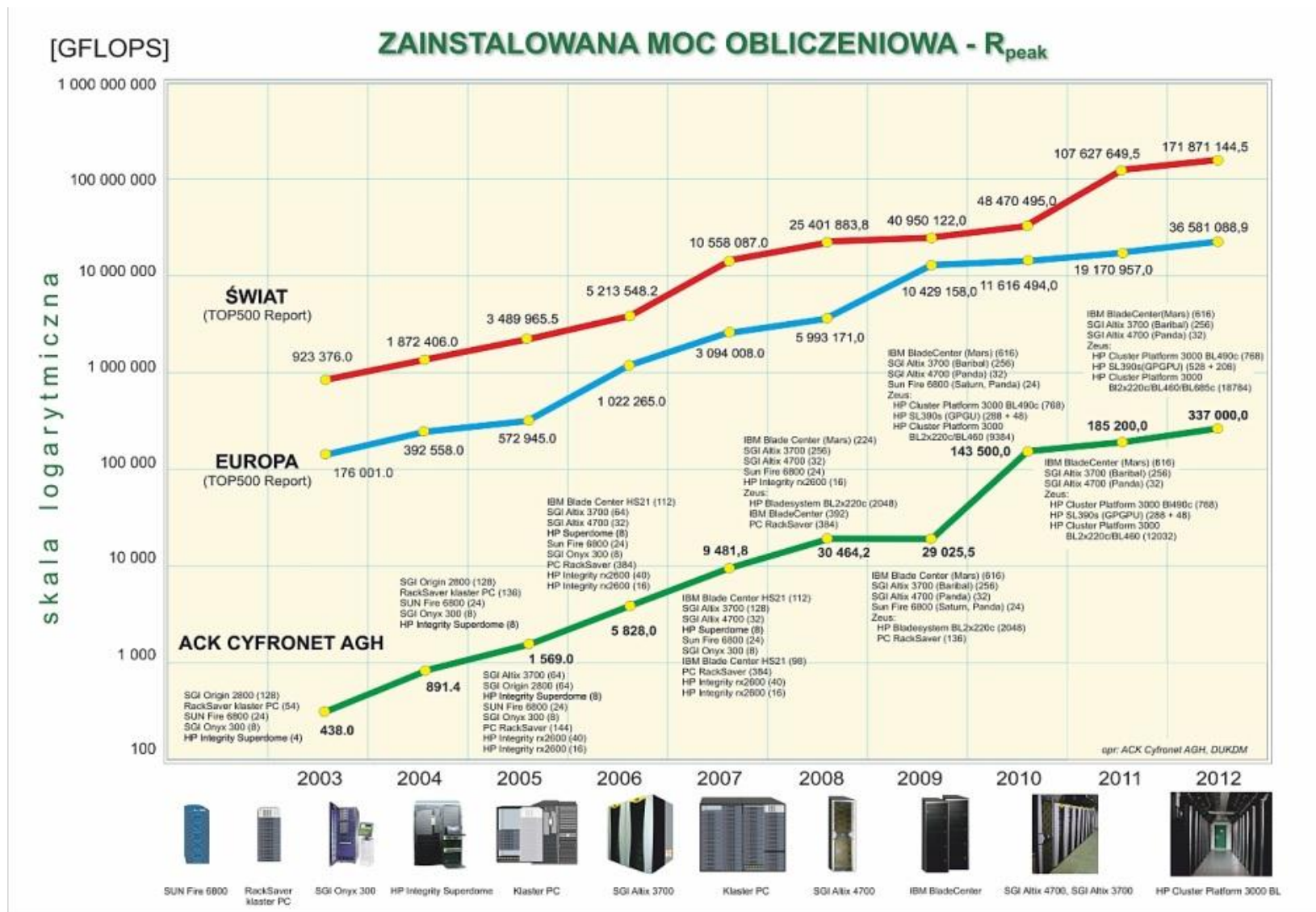
Dążąc do polepszenia komfortu pracy krakowskiego środowiska naukowego ACK Cyfronet AGH wdrożył do eksploatacji usługę eduroam (ang. *educational roaming*), pozwalającą na uzyskanie dostępu do sieci bezprzewodowej i przewodowej w kraju i za granicą bez konieczności kontaktowania się z lokalnymi administratorami. Instytucje biorące udział w projekcie zobowiązują się do przestrzegania wspólnej polityki bezpieczeństwa i do ufania informacjom przekazywanym z innych instytucji włączonych w system. Każdy użytkownik komputera przenośnego posiadający konto eduroam, uzyska dostęp sieci w dowolnej instytucji świadczącej tę usługę, bez konieczności przeprowadzania niekiedy żmudnej konfiguracji interfejsu sieciowego. Nie oznacza to, że dostęp jest anonimowy i niekontrolowany - każde nawiązanie połączenia z siecią eduroam jest logowane, co pozwala na precyzyjną identyfikację osób odpowiedzialnych za dokonanie ewentualnych nadużyć. Obecnie z usługi eduroam w Krakowie korzystają: Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Krakowska, Uniwersytet Rolniczy, Instytut Fizyki Jądrowej oraz Akademia Sztuk Pięknych.

3. Zasoby obliczeniowe

ACK Cyfronet AGH systematycznie powiększa i modyfikuje zasoby udostępniane środowisku naukowemu, zaspokajając w ten sposób dynamiczny wzrost potrzeb użytkowników w zakresie dostarczanej mocy obliczeniowej oraz pojemności pamięci masowej. W 2008 roku rozpoczęto budowę klastra ZEUS, wykorzystującego serwery HP Cluster Platform 3000 BL 2x220 o łącznej mocy obliczeniowej ok. 20 TFlops. Dzięki temu Cyfronet po raz drugi w swej historii znalazł się wówczas na liście TOP500 (najszybszych komputerów na świecie). Do dyspozycji użytkowników w tym czasie dostępne były również komputery: SGI Altix 3700 (z punktu widzenia użytkowników umożliwia realizację unikatowych obliczeń dzięki architekturze SMP - *Symmetrical MultiProcessing* i zainstalowanej w tym komputerze pamięci wspólnej), SGI Altix 4700 (gwarantuje przyspieszenie obliczeń do kilkudziesięciu razy dzięki zainstalowanemu urządzeniu RASC - *Reconfigurable Application Specific Computing* do akceleracji obliczeń metodami sprzętowymi), a także klastry IBM BladeCenter HS21 i IBM BladeCenter HS21XM. Całkowita moc zasobów obliczeniowych Centrum wynosiła w 2008 około 30 TFlops. Kolejna istotna rozbudowa klastra Zeus została dokonana w dwóch etapach w roku 2010: w pierwszym półroczu 2010 wydajność całkowita klastra wzrosła do 55 TFlops, zaś w drugim - aż do wartości 105 TFlops. Komputer Zeus ponownie pojawił się na liście TOP500 - w czerwcu 2010 na miejscu 161, a następnie w listopadzie 2010 awansował na pozycję 84 (najwydajniejszy komputer w Polsce), plasując w ten sposób Cyfronet i Polskę w pierwszej setce tego prestiżowego, światowego rankingu systemów HPC (ang. *High Performance Computing*).

ACK Cyfronet AGH kształtując politykę rozwoju posiadanych zasobów zawsze uwzględnia szeroki zakres potrzeb użytkowników naukowych, związany nie tylko z wielkością mocy obliczeniowej, ale również z architekturą zasobów KDM, jak najlepiej dostosowaną do specyficznych wymagań danego obszaru badawczego. Takie podejście przełożyło się w praktyce na zaoferowanie użytkownikom uniwersalnej platformy obliczeniowej - klastra ZEUS, złożonego z trzech głównych grup zasobów obliczeniowych:

- klasycznego klastra obliczeniowego,
- zestawu serwerów wyposażonych w akceleratory graficzne GPGPU,
- wirtualnego komputera SMP z dużą ilością pamięci współdzielonej, wykorzystującego dodatkowe oprogramowanie vSMP.



Rys. 2. Rozwój mocy obliczeniowej zasobów ACK Cyfronet AGH na tle zasobów europejskich i światowych

Działania te zaowocowały utrzymaniem się Zeusa w roku 2011 jako lidera w klasyfikacji polskich systemów obliczeniowych. Także na liście TOP500 klastrów Cyfronetu z teoretyczną mocą 162,41 TFlops awansował w czerwcu 2011 na pozycję 80, aby w listopadowym notowaniu wśród najszybszych komputerów świata spaść nieznacznie na miejsce 88. Słuszność obranych kierunków rozwoju ZEUSA najlepiej potwierdzają nie tylko kolejne wydania listy TOP500, lecz przede wszystkim statystyki jego wykorzystania. W przeciągu 4 lat, począwszy od roku 2008, liczba zadań obliczeniowych wykonanych na klastrze wzrosła prawie 15-krotnie, osiągając na koniec 2012 roku wartość ponad 8. milionów (tab. 1), a czas ich trwania wyniósł prawie 8000 lat! Z tego względu w roku 2012 rozbudowano go m.in. o serwery z akceleratorami GPGPU oraz tzw. grube węzły obliczeniowe z dużą ilością pamięci RAM. W czerwcu 2012 roku ZEUS ponownie zajął miejsce w pierwszej setce (89.) listy TOP500. W listopadzie 2012 roku po kolejnej, wspomnianej wcześniej rozbudowie (grube węzły), został sklasyfikowany na 106. miejscu rankingu TOP500 z łączną teoretyczną mocą obliczeniową 357 TFlops.

Tab. 1. Liczba zadań obliczeniowych wykonanych na klastrze ZEUS

Rok	2008	2009	2010	2011	2012
Liczba zadań	603 525	2 227 804	4 009 049	7 557 817	8 126 522
Czas obliczeń(lata)	207	876	990	5052	7923

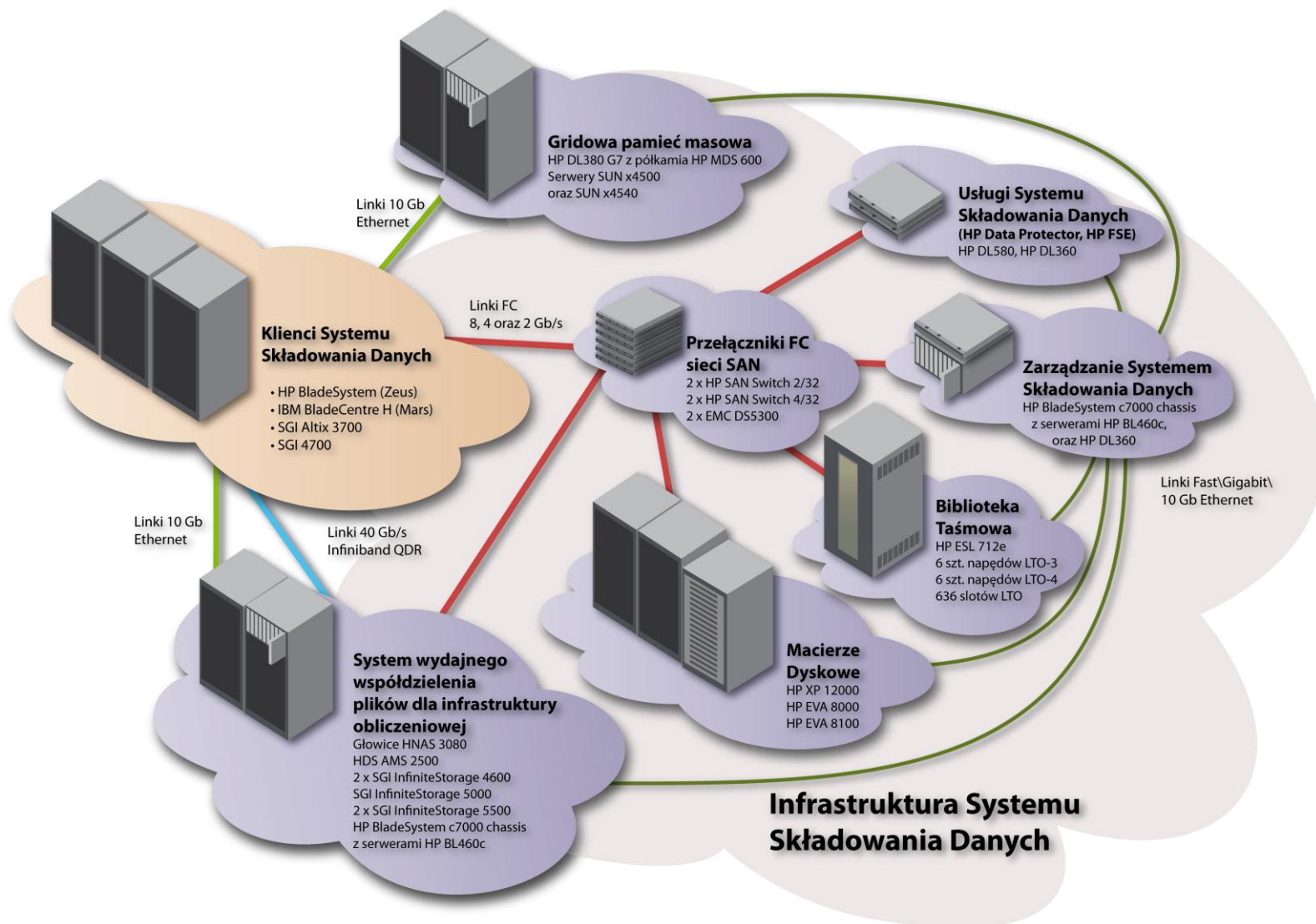
Oprócz klastra ZEUS w roku 2012 wciąż z powodzeniem realizowane są obliczenia na mniejszych i starszych komputerach: Mars – klaster firmy IBM (IBM BladeCenter HS21 i IBM BladeCenter HS21XM) i dwa systemy SMP (komputery ze wspólną pamięcią) firmy SGI - Baribal (SGI Altix 3700) i Panda (SGI Altix 4700), które już wcześniej opisano. Analizując rozwój zasobów obliczeniowych Cyfronetu warto je odnieść do rozwoju zasobów europejskich i światowych – co ilustruje rys. 2 (oś pionowa przedstawiona jest w skali logarytmicznej!).

W celu rozszerzenia oferty dla krakowskich i małopolskich szkół wyższych na serwerach obliczeniowych zainstalowano nowe wersje oprogramowania aplikacyjnego dla środowiska naukowego, m.in.:

- modelowanie systemów inżynierskich – ABAQUS, PATRAN, NASTRAN, FATIGUE, FLUENT, FIDAP, ANSYS, OPERA,
- obliczenia naukowo-techniczne – MATLAB, MATHEMATICA, MAPLE,
- symulacje molekularne i aplikacje chemiczne – GAUSSIAN, ACCELRYN, SYBYL, TURBOMOLE, INSIGHT II, CERIU2, QUANTA, CATALYST, GAMES,
- systemy przetwarzania danych - ORACLE, SAS, systemy informacji geograficznej – ARC/INFO.

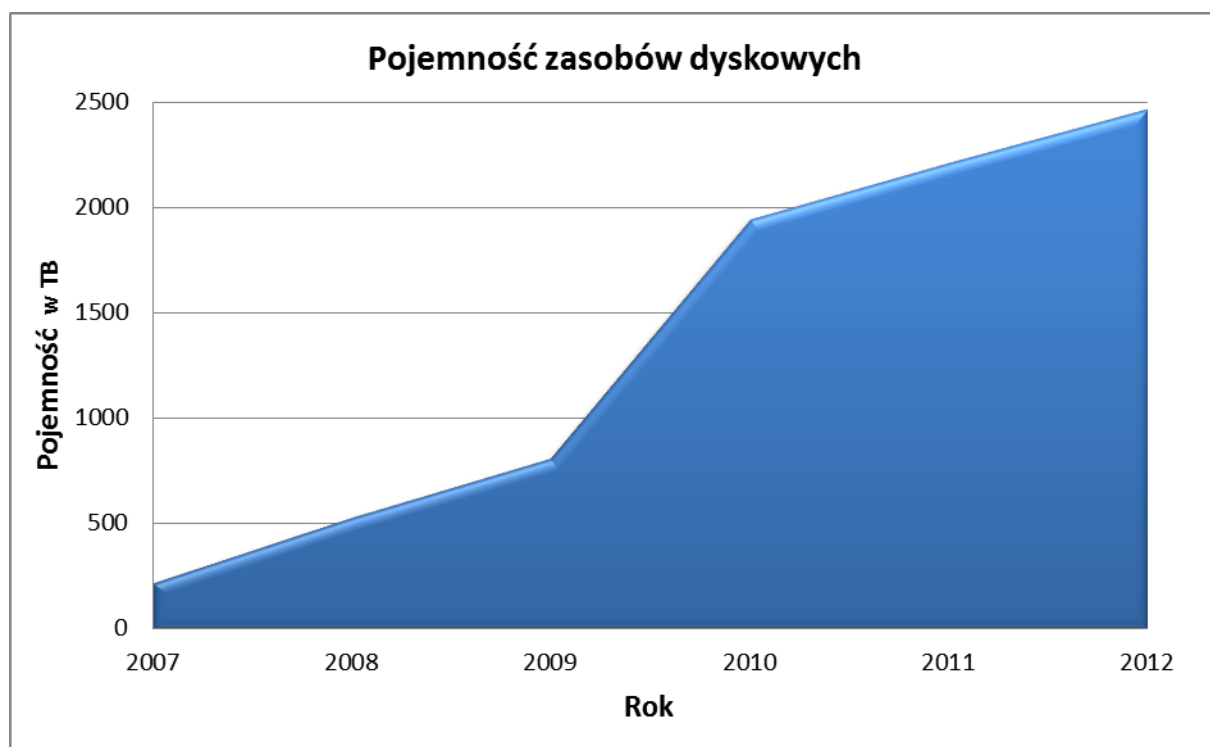
4. System Składowania Danych

Systemy superkomputerowe stanowią od długiego czasu nieocenione narzędzie wspierające realizację zaawansowanych badań naukowych, eksperymentów i symulacji. Nieustający rozwój technologiczny superkomputerów, skoncentrowany głównie na zwiększaniu wydajności obliczeniowej (rosnące częstotliwości pracy procesorów, optymalizacja ich architektury), doprowadził do sytuacji, w której złożoność przeprowadzanych obliczeń przestaje być kluczowym problemem systemów HPC. Realizacja coraz bardziej zaawansowanych zadań przekłada się bowiem na drastyczne zwiększenie rozmiarów przetwarzanych zbiorów danych. Ultraszybkie procesory wymagają równie wydajnych układów wejścia/wyjścia (I/O), pozwalających na efektywne wykorzystywanie zasobów pamięciowych.



Rys. 3. System Składowania Danych ACK Cyfronet AGH

W tej sytuacji tradycyjne metody indywidualnego łączenia poszczególnych superkomputerów z zewnętrznymi urządzeniami pamięciowymi, skutkują ograniczeniem wydajności, małą skalowalnością całego systemu HPC oraz powstaniem specyficznych „wysp” pamięci masowej, która nie może być centralnie administrowana i elastycznie dystrybuowana. Prowadzi to do nieefektywnej gospodarki zasobami pamięciowymi oraz zwiększa koszty eksploatacji całego systemu. Rozwiązaniem, pozwalającym na wyeliminowanie opisanych powyżej problemów, jest stworzenie niezależnego, scentralizowanego repozytorium danych wraz z dedykowaną, ultraszybką infrastrukturą sieciową oraz zautomatyzowanymi systemami składowania danych, zapewniającymi zabezpieczenie krytycznych informacji przed zniszczeniem lub uszkodzeniem. ACK Cyfronet AGH prowadzi badania nad metodami budowy i optymalizacji zaawansowanej technologicznie, wysoko wydajnej i elastycznej infrastruktury storage'owej. Zasoby w ramach niej dystrybuowane są wykorzystywane przez użytkowników komputerów dużej mocy obliczeniowej.



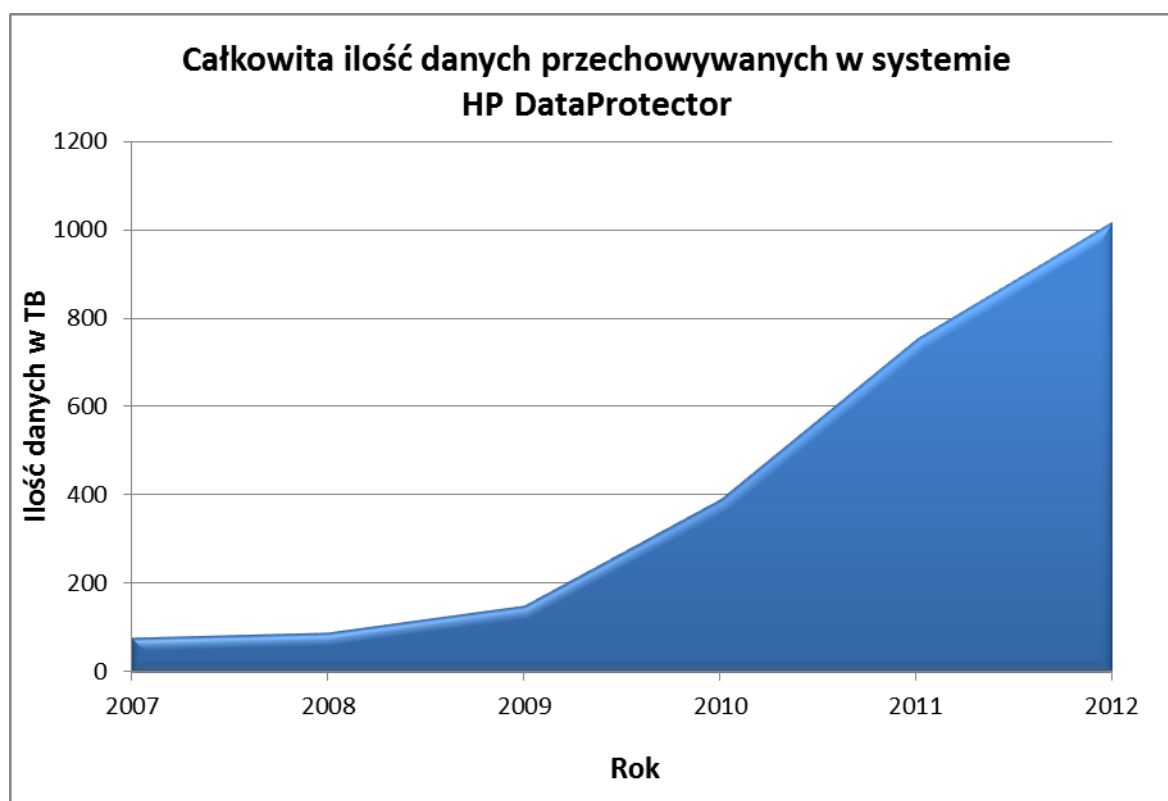
Rys. 4. Pojemność zasobów dyskowych ACK Cyfronet AGH w latach 2007-2012

Od roku 2005 w ACK Cyfronet AGH rozpoczęto budowę zaawansowanej technologicznie, wysoko wydajnej i elastycznej dyskowej pamięci masowej. Jako pierwszą wdrożono nowoczesną macierz HP StorageWorks XP 12000 wraz z dedykowaną siecią SAN (ang. *Storage Area Networks*). W kolejnych etapach przeprowadzono rozbudowę infrastruktury pamięci masowych o macierze HP EVA 8000 i 8100, osiągając całkowitą pojemność fizyczną zasobów dyskowych systemu na poziomie ponad 200 TB. W roku 2008 dokonano rozbudowy Systemu Składowania Danych o klaster serwerów Sun X4540, na bazie których powstał nowy, zorientowany obiektowo, rozproszony system plików wykorzystujący oprogramowanie Lustre. Rozwiązanie to ugruntowało swoją pozycję w środowiskach Centrów Obliczeń Wielkiej Mocy (HPC), oferując rewelacyjną wydajność, elastyczność i skalowalność. Dzięki swej architekturze Lustre pozwala na wykorzystanie jako przestrzeni fizycznej dla danych zarówno tanich serwerów z powszechnie używanymi dyskami SATA, jak również zasobów zaawansowanych macierzy dyskowych pracujących w środowiskach sieci SAN w Cyfronecie.

W 2011 roku wdrożono nowy, wysokowydajny i wysokodostępny system współdzielenia plików NAS, oparty o działające w klastrze sprzętowe serwery plików (tzw. filery) HNAS

3080 firmy Hitachi Data Systems. Zostały one połączone z macierzą Hitachi AMS2500, wyposażoną w 175 dysków SAS 600 GB o prędkości obrotowej 15000 rpm. Rozwiązanie takie charakteryzuje się bardzo dużą wydajnością, osiągającą w warunkach produkcyjnych poziom 80 000 IOPS (operacji I/O na sekundę), zdecydowanie większą od uzyskiwanego w klasycznych serwerach usługi NFS. Wdrożenie systemu HNAS przyczyniło się z jednej strony do usunięcia problemów w dostępie do zasobów dyskowych specjalistycznego oprogramowania naukowego, zainstalowanego na klastrze obliczeniowym Zeus, z drugiej zaś odciążło w znaczący sposób dotychczasowo wykorzystywane w Centrum konwencjonalne serwery NFS. Dodatkową korzyścią płynącą z eksploatacji nowego rozwiązania jest możliwość podłączenia do wysokowydajnych zasobów dyskowych macierzy AMS2500 serwerów, które nie posiadają dedykowanego interfejsu komunikacyjnego do sieci SAN, wykorzystując do tego celu porty 10Gb iSCSI. W roku 2012 przeprowadzono dalszą rozbudowę zasobów Systemu Składowania Danych, m.in. o dodatkową przestrzeń dyskową niezbędną do optymalnego działania sieciowego systemu plików Lustre oraz produkcyjne uruchomienie dużej instalacji systemu plików IBM GPFS.

Całkowita pojemność fizyczna pamięci dyskowej udostępniana użytkownikom wynosi na chwilę obecną ok. 2,47 PB (rys. 4).



Rys. 5. Całkowita ilość danych przechowywanych w systemie HP DataProtector w latach 2007-2012

Uzupełnieniem opisanej infrastruktury sprzętowej jest system automatycznego backupu i archiwizacji danych ACK Cyfronet AGH, zbudowany w oparciu o dwa rozwiązania:

- oprogramowanie do backupu danych - HP DataProtector (DP),
- oprogramowanie HSM (Hierarchical Storage Management) - HP File System Extender (FSE).

Oprogramowanie HP OpenView Storage Data Protector jest narzędziem do centralnego tworzenia kopii zapasowych danych oraz ich przechowywania i odtwarzania, przystosowanym do pracy w heterogenicznych środowiskach informatycznych. Z kolei HP StorageWorks File System Extender (FSE) jest rozwiązaniem do efektywnego kosztowo zarządzania archiwizacją masowej ilości danych, realizującym automatyczną

i przezroczystą migrację danych referencyjnych pomiędzy produkcyjnymi, drogimi i wydajnymi urządzeniami składowania danych, a tańszymi rozwiązaniami o zmniejszonej wydajności, zgodnie z potrzebami użytkownika. Informacje przetwarzane przez opisane powyżej systemy przechowywane są w bibliotece taśmowej HP StorageWorks ESL 712e o pojemności 636 półek (slotów) na taśmy magnetyczne LTO.

5. Infrastruktura zasilająca i chłodząca

Pewność zasilania oraz niezawodna, wydajna klimatyzacja są kluczowymi elementami nowoczesnego centrum informatycznego. Aby sprostać stawianym zadaniom Cyfronet stale rozwija infrastrukturę towarzyszącą umożliwiającą działanie klastrów obliczeniowych, superkomputerów, macierzy pamięci oraz urządzeń sieciowych. Jesienią 2008 roku zakończono modernizację stacji transformatorowej zlokalizowanej w budynku Cyfronetu. Dzięki tej inwestycji Centrum zyskało niezawodne źródło zasilania, obejmujące dwa transformatory o łącznej mocy 1 MW wraz z agregatem prądotwórczym również o mocy 1 MW. W tym samym roku zakupiono nowoczesną klimatyzację dużej gęstości. Na system ten składała się jednostka centralna oraz szesnaście modułów chłodzących usytuowanych nad szafami komputerowymi. Ten wydajny system klimatyzujący umożliwił skuteczne schłodzenie powietrza w stosunkowo niewielkiej, gęsto upakowanej sprzętem hali komputerowej. W roku 2009 rozbudowano system klimatyzacji precyzyjnej wysokiej gęstości o dodatkowe 6 szt. modułów XD oraz 2 szt. jednostek klimatyzacji podpodłogowej firmy Emerson Network Power. W kolejnym roku dokonano zakupu dwóch zasilaczy awaryjnych UPS o łącznej mocy 800 kVA, stanowiących uzupełnienie kompleksowego rozwiązania systemu zasilania gwarantowanego dla kluczowych zasobów Centrum oraz rozbudowano system klimatyzacji precyzyjnej m.in. o agregat wody lodowej.

Ważną inwestycją zrealizowaną przez Cyfronet w roku 2010 było wdrożenie systemu gaszenia gazowego w serwerowniach, podnoszącego ogólny poziom bezpieczeństwa infrastruktury obliczeniowej. W kolejnym roku systemem tym zostało objęte również pomieszczenie zasilaczy awaryjnych UPS.

W ramach dalszego rozwoju systemu zasilania zainstalowano kolejny, trzeci transformator, otrzymując łączną moc zasilania 1,5 MW.

6. Działalność naukowo-badawcza

Niezwykle ważną aktywnością ACK Cyfronet AGH jest działalność naukowo-badawcza realizowana poprzez uczestnictwo w projektach krajowych i europejskich. W obszarze projektów europejskich należy podkreślić udział Cyfronetu w wielu projektach 6 i 7. Programu Ramowego UE, w tym w prestiżowych i największych europejskich projektach w zakresie infrastruktury informatycznej dla nauki, szczególnie dotyczących gridowych zasobów obliczeniowych – EGEE-III i EGI-Inspire.

Do najważniejszych projektów realizowanych przez Centrum, zakończonych bądź uruchomionych w latach 2009–2012, należą:

a) projekty badawcze rozwojowe:

- **Projekt zaawansowanego demonstratora technologii bezpiecznego systemu dostępu radiowego odpornego na zakłócenia i próby podsłuchu przeznaczonego dla systemów administracji publicznej pracującego w oparciu o standard IEEE 802.16** – projekt zrealizowany w ramach konsorcjum naukowo-przemysłowego (koordynator Politechnika Śląska), zaprojektowano i wykonano infrastrukturę laboratorium składającego się z 10 stacji bazowych w technologii WiMAX i terminali abonenckich wymaganych dla przeprowadzenia zaplanowanych w „Planie Testów” badań na terenie województwa małopolskiego,
- **System bezpiecznego przechowywania i współdzielenia danych oraz składowania kopii zapasowych i archiwalnych w Krajowym Magazynie Danych KMD2** - projekt jest kontynuacją projektu Krajowy Magazyn Danych i ma za zadanie dostarczyć

poszerzonego wachlarza usług osadzonych na infrastrukturze bazowej, przygotowanej w ramach projektu KMD,

- **Implementacja w układach rekonfigurowanych zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transmisji danych o dużych przepływnościach dla potrzeb Gigabit Ethernetu** – projekt zrealizowany. Celem badań było poszukiwanie i realizacja metod implementacji systemów bezpieczeństwa informatycznego w układach logiki programowalnej FPGA, zamiast realizowanych dotychczas na drodze programowej, ,
- **Krajowy Magazyn Danych KMD** – projekt zrealizowany. Celem projektu było zbudowanie systemu przechowywania danych o zasięgu krajowym, dostępnego za pośrednictwem sieci naukowej PIONIER oraz sieci miejskich MAN,
- **Sprzętowa akceleracja obliczeń kwantowo-chemicznych w środowisku komputerów dużej mocy przy użyciu rekonfigurowalnych układów cyfrowych** – projekt zrealizowany. Realizacja projektu doprowadziła do wykonania architektury sprzętowej zdolnej do efektywnej realizacji typowych obliczeń chemii kwantowej,

b) projekty strategiczne:

- **SYNAT Utworzenie uniwersalnej, otwartej repozytoryjnej platformy hostingowej i komunikacyjnej dla sieciowych zasobów wiedzy dla nauki, edukacji i otwartego społeczeństwa.** Projekt obejmuje szeroki zakres zadań o charakterze badawczym, podporządkowany głównemu celowi – stworzeniu kompleksowego systemu, w skład którego wchodzi: platforma informatyczna, realizująca całokształt funkcji użytkowych systemu, podsystemy aplikacyjne, umożliwiające platformie obsługę szerokiej palety zasobów treściowych, z zapewnieniem wysokiego poziomu skalowalności, a także interoperacyjności w układzie międzynarodowym, podsystemy generyczne umożliwiające integrację nowych klas przyszłych aplikacji, podsystem nowych modeli komunikowania naukowego i otwartych społeczności wiedzy, obejmujący również program upowszechniania i promocji adresowany do całego społeczeństwa,

c) projekty międzynarodowe:

- **MAPPER** Multiscale APPLications on European e-infRastructures - celem projektu jest stworzenie obliczeniowych strategii, usług i oprogramowania wspierających symulacje wieloskalowe w wielu dyscyplinach nauki wykorzystując istniejące i rozwijające się europejskie e-infrastruktury obliczeniowe (EGEE, DEISA).
- **gSLM** Service Delivery and Service Level Management in Grid Infrastructures - celem projektu jest wypracowanie rozwiązań z zakresu zarządzania jakością usług (ang. Service-Level Management - SLM), możliwych do zastosowania w e-infrastrukturze,
- **UrbanFlood** – celem projektu jest stworzenie uniwersalnej informatycznej platformy usługowej dostępnej on-line dla systemów wczesnego ostrzegania EWS (ang. *Early Warning System*) przed skutkami klęsk żywiołowych, zdolnej do przetwarzania danych pochodzących z wielkoskalowych sieci sensorów za pośrednictwem Internetu,
- **EUSAS (European Urban Simulation for Asymmetric Scenarios)** - celem projektu jest opracowanie nowego podejścia do analizy oraz treningów operacji wojskowych w terenie zurbanizowanym, umożliwiającym zwiększenie efektywności i bezpieczeństwa jednostek wojskowych podejmujących działania w terenie, gdzie przewaga technologiczna czy siłowa nie jest tak istotna, jak w terenie otwartym.,
- **VPHShare (Virtual Physiological Human: Sharing for Healthcare - A Research Environment)** - celem projektu jest udostępnienie zaawansowanych aplikacji medycznych służących m. in. do prowadzenia badań naukowych nad rozprzestrzenianiem chorób wirusowych, udarami i innymi schorzeniami układu krwionośnego oraz zjawiskiem osteoporozy, szerokiemu gronu użytkowników zrzeszonemu w ramach tzw. konsorcjum VPH (ang. *Virtual Physiological Human*),
- **EGI InSpire European Grid Initiative: Integrated Sustainable Pan-European Infrastructure for Researchers in Europe** – celem projektu jest stworzenie i uruchomienie paneuropejskiej ustabilizowanej struktury gridowej. ACK Cyfronet AGH pełni rolę głównego beneficjenta w Polsce,

- **Faza przygotowawcza projektu „Cherenkov Telescope Array” realizowana przez Polskie Konsorcjum CTA** - realizacja prac przygotowawczych projektu CTA, które nie mogły być finansowane z innych, wcześniej przyznanych grantów. ACK Cyfronet AGH odpowiada za opracowanie portalu (InSilicoLAB) do przetwarzania danych naukowych CTA oraz monitorowanie przebiegu zadań,
- **Virolab: a virtual laboratory for decision support in viral diseases treatment (Wirtualne laboratorium dla chorób zakaźnych)** – projekt zrealizowany. Celem projektu było rozwinięcie wirtualnego laboratorium dla chorób zakaźnych, pozwalającego na zdobycie wiedzy medycznej i wspomaganie procesu decyzyjnego,
- **EGEE-III Enabling Grids for E-science III** – projekt zrealizowany. Celem projektu było zbudowanie paneuropejskiej struktury gridowej służącej obsłudze komputerowej eksperymentów LHC w Genewie, a także wielu eksperymentów z dziedziny astronomii, astrofizyki, biotechnologii, wirusologii, chemii, nanotechnologii i innych. Cyfronet był liderem ROC (ang. *Regional Operations Centre*) Federacji Środkowoeuropejskiej (CE Federation) grupującej 8 państw: Austrię, Chorwację, Czechy, Polskę, Słowację, Słowenię, Węgry i Białoruś, w sumie ok. 23 ośrodków,
- **European Research Network on Foundations, Software Infrastructures and Applications for Large Scale Distributed, Grid and Peer-to-Peer Technologies** – projekt zrealizowany. Celem projektu było skonstruowanie wirtualnych laboratoriów badawczych w zakresie wielkoskalowych, rozproszonych architektur gridowych oraz systemów peer-to-peer, implementujących infrastruktury gridowe nowej generacji,

d) projekty w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka:

- **PL-Grid – Polska Infrastruktura Informatycznego Wspomagania Nauki w Europejskiej Przestrzeni Badawczej** – projekt zrealizowany. Do powstania koncepcji projektu oraz jego późniejszego uruchomienia przyczyniły się starania ACK Cyfronet AGH. Cyfronet był inicjatorem powstania konsorcjum i sformułowania projektu oraz stał się koordynatorem całego projektu, kierując pracami konsorcjum złożonego z pozostałych dużych ośrodków KDM w Polsce: Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego UW w Warszawie, Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN - Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe, Wrocławskiego Centrum Sieciowo-Superkomputerowego, Centrum Informatycznego Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej w Gdańsku.
W rezultacie końcowym projektu powstała otwarta ogólnopolska infrastruktura gridowa wspierająca rozwój nauki, w sposób umożliwiający integrację danych doświadczalnych i wyników zaawansowanych symulacji komputerowych, przy czym badania będą mogły być prowadzone także przez geograficznie rozproszone zespoły.
- **Dziedzinowo zorientowane usługi i zasoby infrastruktury PL-Grid dla wspomagania Polskiej Nauki w Europejskiej Przestrzeni Badawczej – PLGrid Plus** - celem projektu jest zwiększenie potencjału infrastruktury informatycznej dla nauki w Polsce poprzez dostarczenie zaawansowanych usług informatycznych. Dla strategicznych dziedzin (chemia, biologia, bioinformatyka, medycyna i technologie inżynierii biomedycznej, fizyka, astronomia, astrofizyka, meteorologia, klimatologia, nauki o Ziemi, energetyka, zaawansowane przetwarzanie tekstów, przetwarzanie i zarządzanie wiedzą, itp.), wybranych jako pilotowe, zostaną zastosowane rozwiązania specyficzne, a także rozszerzenia infrastruktury (zwane gridami dziedzinowymi), które sprawiają, że próg związany z rozpoczęciem wykorzystania technologii obliczeniowych dużej skali zostanie znacznie zredukowany i umożliwi szybsze uzyskiwanie ważnych wyników naukowych w dziedzinach strategicznych,
- **POWIEW Program Obliczeń Wielkich Wyzwań nauki i techniki** – celem projektu jest utworzenie ogólnopolskiego centrum usług obliczeniowych wielkiej skali, oferującego usługi obliczeniowe dla zadań o wyjątkowo dużej granulacji obliczeń.
- **PLATON Platforma Obsługi Nauki – Etap I: Kontener usług wspólnych**- celem projektu jest rozwój krajowej infrastruktury teleinformatycznej nauki o aplikacje i usługi wspierające badania naukowe i prace rozwojowe polskich zespołów badawczych na rzecz

innowacyjnej gospodarki, dostępne następnie w sieci PIONIER. Bezpośrednim celem projektu jest wdrożenie nowoczesnych usług teleinformatycznych,

- **NewMAN - rozbudowa 21 środowiskowych sieci teleinformatycznych nauki** - celem ogólnym projektu jest rozbudowa 21 środowiskowych sieci teleinformatycznych nauki poprzez podniesienie szybkości systemu przełączników i serwerów do poziomu 1/10 Gb/s dla zapewnienia instytucjom naukowym rozlokowanym na terenie całego kraju dostępu do nowoczesnej i bezpiecznej infrastruktury sieciowej, wykorzystywanej do wspierania badań naukowych i prac rozwojowych polskich zespołów badawczych oraz umożliwiającej łączność z jednostkami naukowymi całego świata poprzez połączenie z siecią szkieletową Polskiego Internetu Optycznego PIONIER,

e) projekty w ramach Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego:

- **Modernizacja ACK Cyfronet AGH – etap I** – projekt zrealizowany. Celem bezpośrednim projektu jest zwiększenie mocy obliczeniowej ACK Cyfronet AGH – zapewnienie środowisku naukowemu zwiększonej o co najmniej 20 TFlops mocy obliczeniowej oraz powiększenie zasobów systemu składowania danych, umożliwiające pracownikom naukowym korzystanie z infrastruktury dofinansowanej w ramach projektu,
- **Budowa hali maszyn ACK Cyfronet AGH** – celem projektu jest budowa nowej hali maszyn głównie w celu rozwoju usług udostępniania mocy obliczeniowej i innych usług informatycznych. Planowany budynek będzie wolnostojący, połączony z istniejącym obiektem ACK Cyfronet AGH łącznikiem.

7. Konferencje i szkolenia

Co roku Cyfronet organizuje międzynarodowe i krajowe konferencje oraz seminaria o tematyce informatycznej. W latach 2009-2012 cyklicznie organizowane były następujące konferencje:

- The Cracow Grid Workshop:
 - CGW'09 12-14 października 2009,
 - CGW'10 11-13 października 2010,
 - CGW'11 7-9 listopada 2011,
 - CGW'12 22-24 października 2012,
- Konferencja Użytkowników Komputerów Dużej Mocy:
 - KUKDM 2009, 12-13 marca 2009,
 - KUKDM 2010, 18-19 marca 2010,
 - KUKDM 2011, 9-11 marca 2011,
 - KUKDM 2012, 7-9 marca 2012.

Niezwykle ważnym, corocznym wydarzeniem, jest Dzień Otwarty Cyfronetu, podczas którego istnieje możliwość uczestniczenia w wykładach, jak również zaznajomienia się z działalnością naukowo-badawczą oraz usługami świadczonymi przez Centrum.

W omawianym okresie odbyły się spotkania Dnia Otwartego ACK:

- 29 października 2009,
- 10 października 2010,
- 21 listopada 2011,
- 12 listopada 2012.

W ramach działalności szkoleniowej w Cyfronecie kontynuowane są cykliczne kursy dla użytkowników z zakresu eksploatowanych systemów komputerowych, dostępnych usług sieciowych i oprogramowania, a także wykorzystania platformy Blackboard do e-nauczania.

8. Najważniejsze dane i fakty

ACK Cyfronet AGH przywiązuje niezwykłą wagę do jak najlepszego wypełnienia swojej misji i zadań. Wszelkie podejmowane przez Centrum aktywności mają na celu przede wszystkim dostarczenie środowisku naukowemu zaawansowanych usług oraz komplementarnej infrastruktury teleinformatycznej, niezbędnych do efektywnego prowadzenia prac naukowo-badawczych. Na przestrzeni lat 2009-2012 działania te

zaowocowały szeregiem sukcesów, które wpłynęły na stan infrastruktury informatycznej Centrum, a poprzez to na zakres i poziom dostarczanych użytkownikom usług:

- **Udostępnienie użytkownikom najszybszego w Polsce klastra obliczeniowego ZEUS** – uruchomiony w 2008 roku klastrowy ZEUS już 6-krotnie znalazł się na liście TOP500 najszybszych komputerów świata. Nieprzerwanie od listopada 2010 jest on najwydajniejszym komputerem w Polsce, a zarazem pierwszym polskim systemem obliczeniowym czterokrotnie sklasyfikowanym na tzw. liście TOP100, czyli liście stu najszybszych komputerów świata,
- **ZEUS-vSMP w czołówce światowej** - według raportów organizacji Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC), pracujący w ACK Cyfronet AGH system obliczeniowy ZEUS-vSMP, oferuje moc obliczeniową porównywalną z najwydajniejszymi systemami komputerowymi tego typu na świecie. W teście SPECint_rate_base2006 maszyna osiągnęła wartość 13 600, co stanowi trzeci wynik uzyskany do tej pory na świecie (a pierwszy w Europie). Uzyskana w innym teście SPECfp_rate_base2006 wartość 9800, plasuje pracujący w Cyfronecie komputer na bardzo dobrym 5 miejscu. Ponadto, w innym teście stosowanym do pomiaru wydajności przepustowości pamięci operacyjnej tzw. teście STREAM, ZEUS-vSMP uzyskał wydajność 2.25 TB/s, co znowu stanowi trzeci zanotowany wynik światowy,
- **rozbudowa zasobów obliczeniowych oraz pamięci masowej** – kompleksowe podejście ACK Cyfronet AGH do zaspokajania potrzeb środowiska naukowego objawia się w działaniach praktycznych poprzez odpowiednią korelację planów rozwoju poszczególnych obszarów infrastrukturalnych Centrum. Uważna analiza sugestii użytkowników, jak również danych statystycznych dotyczących prowadzonych obliczeń, pozwoliła na dokonanie w latach 2008-2012 zrównoważonej rozbudowy zasobów obliczeniowych, pamięciowych i towarzyszących (klimatyzacja oraz zasilanie). W tym czasie dostępna dla użytkowników moc obliczeniowa wzrosła prawie 15-krotnie, a pojemność dyskowa ponad 4-krotnie. Dzięki temu możliwym stało się wykonywanie ponad 12 razy większej liczby zadań obliczeniowych,
- **zainicjowanie oraz koordynacja Projektu Polskiej Infrastruktury Informatycznego Wspomagania Nauki w Europejskiej Przestrzeni Badawczej - PL-Grid** – dzięki staraniom Cyfronetu zbudowano Konsorcjum i uruchomiono projekt o niezwykle istotnym znaczeniu dla całego polskiego środowiska naukowego. Bieżąca koordynacja przez ACK prac projektowych realizowanych w konsorcjum z ICM UW, PCSS IChB PAN w Poznaniu, WCSS we Wrocławiu oraz CI TASK w Gdańsku, doprowadziła do utworzenia w pełni funkcjonalnej gridowej infrastruktury obliczeniowej na potrzeby środowisk naukowych. Obejmuje ona nie tylko zasoby obliczeniowe o wielkich mocach, ale także niezbędną pamięć masową, czy też dedykowane narzędzia umożliwiające projektowanie i uruchamianie aplikacji naukowych w rozproszonych zasobach obliczeniowych,
- **modernizacja infrastruktury Miejskiej Sieci Komputerowej** – mając na uwadze stały wzrost potrzeb użytkowników w zakresie dostępności jak również wydajności połączeń sieciowych, ACK Cyfronet AGH podejmuje nieprzerwane działania zmierzające do odpowiednio zbalansowanego i perspektywicznego rozwoju infrastruktury Miejskiej Sieci Komputerowej. Wśród wielu aktywności w tym obszarze niezwykle istotne było ponad 16-krotne zwiększenie przepustowości rdzenia sieci miejskiej, co umożliwiło z kolei zaoferowanie użytkownikom przepustowości na poziomie 1 Gb/s,
- **rozbudowa infrastruktury Miejskiej Sieci Komputerowej** – na przełomie 2011 i 2012 roku zakupiono nowy rurociąg o długości 26 km, złożony z 2 rur łączących Cyfronet z granicami Krakowa (koło Wieliczki). Inwestycja ta stanowi bardzo znaczące uzupełnienie dotychczas wybudowanej przez Centrum infrastruktury światłowodowej. Umożliwia jej dalszy rozwój, dając równocześnie szeregu nowym instytucjom naukowym możliwość skorzystania z szybkich połączeń do MSK oraz umożliwia

uruchomienie dodatkowych cięciw na terenie MSK, poprawiających poziom bezpieczeństwa użytkowników,

- **poprawa niezawodności i bezpieczeństwa łączności z krajową i zagraniczną siecią komputerową** – dzięki pozyskaniu przez Centrum nowych połączeń światłowodowych, pozwalających na utworzenie alternatywnych ścieżek komunikacyjnych do krajowej sieci kręgosłupowej wzrósł poziom bezpieczeństwa użytkowników, Krakowska Miejska Sieć Komputerowa jest obecnie połączona z akademicką siecią komputerową PIONIER w kierunku Katowic, Bielska-Białej, Warszawy i Rzeszowa (cztery kierunki sieci kręgosłupowej) łączami o przepływności 2 x 10 Gbps. Do niedawna (jeszcze w roku 2010) były to tylko dwa kierunki: Warszawa i Bielsko-Biała, a wzrost liczby tych przyłączy istotnie poprawia przepustowość i niezawodność łączności Krakowa z siecią PIONIER. Za pośrednictwem sieci PIONIER realizowana jest komunikacja z wieloma ośrodkami krajowymi oraz zagranicznymi. Łączność zagraniczna odbywa się poprzez europejską naukową sieć GEANT.
- **przedstawiciel Cyfronetu członkiem 7 osobowego Executive Board EGI (Europejskiej Inicjatywy Gridowej)** – w marcu 2010 roku podczas posiedzenia Rady Europejskiej Inicjatywy Gridowej EGI w Amsterdamie zostało wybranych 6 członków Executive Board EGI. Wśród nich znalazł się profesor Michał Turała z ACK Cyfronet AGH, reprezentant PL-Grid w Radzie EGI. Członkowie Executive Board wytyczają kierunki rozwoju i koordynują działania EGI. Ważnym obszarem działania Executive Board jest także opracowywanie nowych projektów EGI przeznaczonych do finansowania przez Unię Europejską,
- **remont budynku Cyfronetu** - dzięki wsparciu JM Rektora AGH prof. A. Tajdusia i władz AGH w roku 2009 ACK Cyfronet AGH rozpoczął remont budynku przy ul. Nawojki 11. W tym samym roku zakończone zostały prace związane z termomodernizacją budynku. W kolejnych latach przeprowadzono modernizację hal komputerowych, dofinansowaną ze środków projektu PL-Grid oraz projektu „Modernizacja ACK Cyfronet AGH – etap I” (projekt dofinansowywany ze środków MRPO na lata 2007-2013) oraz modernizację II i III piętra,
- **udział w przedsięwzięciach środowiska akademickiego** - aktywność ACK Cyfronet AGH nie koncentruje się wyłącznie w obszarze naukowo-badawczym. Centrum aktywnie uczestniczy także w działaniach promujących szeroko rozumianą naukę, zapewniając niezbędną komunikację sieciową, jak również realizując transmisje on-line (tzw. streaming) z cyklicznych wydarzeń, takich jak m.in. Festiwal Nauki, czy też Noc Muzeów.
- **40 lat działalności Cyfronetu** – 23 marca 1973 roku wydano Zarządzenie Nr 28/org/73 Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki w sprawie utworzenia Środowiskowego Centrum Obliczeniowego „CYFRONET”. Było to pierwsze w Polsce centrum superkomputerowe. Wkrótce Kraków został wyposażony w będący na liście embargowej superkomputer CDC CYBER-72, o jakim marzyło wiele krajów, także zachodniej Europy. W roku 2013 mamy zatem ważny jubileusz 40-lecia !

Kraków, 17-30 stycznia 2013 r.