

## Prometheus na liście TOP500

### 103 miejsce dla superkomputera ACK Cyfronet AGH!

25 czerwca 2018 roku, na konferencji International SuperComputing High Performance we Frankfurcie została ogłoszona najnowsza lista TOP500 najszybszych superkomputerów świata. Po raz kolejny w tym zestawieniu znalazł się Cyfronetowy Prometheus zajmując wysokie 103 miejsce.

### Prometheus - najszybszy polski superkomputer

Pracujący w ACK Cyfronet AGH Prometheus to najszybszy polski superkomputer. Zbudowany został przez firmę Hewlett-Packard, według założeń opracowanych przez ekspertów z Cyfronetu. Prometheus składa się z ponad 2200 serwerów platformy HP Apollo8000, połączonych superszybką siecią InfiniBand o przepustowości 56 Gb/s. Superkomputer posiada ponad 53 000 rdzeni obliczeniowych (energooszczędnych i wydajnych procesorów Intel Haswell) oraz 282 TB pamięci operacyjnej w technologii DDR4. Do Prometheusa dołączone są dwa systemy plików o łącznej pojemności 10 PB i szybkości dostępu 180 GB/s. Wyposażony jest również w karty NVIDIA Tesla z procesorami graficznymi GPGPU. Teoretyczna moc obliczeniowa Prometheusa to 2,4 PFLOPS (petaflopsa).

*Dla zobrazowania szybkości pracy Prometheusa można powiedzieć, że w celu dorównania jego możliwościom, należałoby wykorzystać moc ponad 50 000 najwyższej klasy komputerów PC w najmocniejszej konfiguracji, dodatkowo połączonych superszybką siecią i zarządzanych specjalnym oprogramowaniem - mówi prof. Kazimierz Wiatr, Dyrektor ACK Cyfronet AGH.*

Prometheusa wyróżnia również nowatorski system chłodzenia cieczą. Dzięki tej technologii jest jednym z najbardziej energooszczędnych komputerów tej klasy na świecie. Do utrzymania odpowiedniej temperatury cieczy w naszym klimacie wystarczają tańsze w eksploatacji wymienniki ciepła (ang. *dry-cooler*), zamiast konsumujących duże ilości energii elektrycznej generatorów wody lodowej i zaawansowanych technologicznie systemów klimatyzacji precyzyjnej. Cieczą chłodzone są zarówno procesory jak i pamięci przy pomocy specjalnego hermetycznego systemu rurek cieplnych (ang. *heat pipes*) i stykowego przekazu ciepła pomiędzy serwerami i układem, w którym krąży ciecz. Same serwery pozostają "suche" - można je w każdej chwili wyjąć bez niebezpieczeństwa wycieku cieczy w układzie chłodzenia. Chłodzenie cieczą umożliwiło ponadto osiągnięcie bardzo wysokiej gęstości instalacji, aż 144. serwerów obliczeniowych w pojedynczej szafie.

*Dzięki innowacyjnej technologii bezpośredniego chłodzenia cieczą, Prometheus jest jednocześnie jednym z najbardziej energooszczędnych komputerów tej klasy na świecie. Jego efektywność energetyczna dorównuje systemom największych centrów danych na świecie, takich jak Google czy Facebook. Co więcej, chłodzenie cieczą umożliwia ekstremalnie wysoką gęstość instalacji, dzięki czemu ważąca ponad 40 ton część obliczeniowa zajmuje powierzchnię tylko 18 m<sup>2</sup> i mieści się zaledwie w 20 szafach. By osiągnąć analogiczne moce obliczeniowe, poprzednik Prometheusa, Zeus, musiałby zajmować aż 160 szaf. Poprzednikiem Zeusa był umieszczony w 8 szafach Baribal o mocy obliczeniowej 1,5 TFLOPS (teraflopsa) - Prometheus zbudowany w tamtej technologii zajmowałby ponad 12 000 szaf! - podkreśla dyrektor Cyfronetu.*

Architektura superkomputera Prometheus odpowiada na zróżnicowane potrzeby naukowców dostarczając zasobów zorganizowanych w partycjach:

- klasycznych serwerów obliczeniowych, z wysoko wydajnymi procesorami Intel Haswell,
- zestawu serwerów z procesorami graficznymi NVIDIA K80 oraz akceleratorami Intel Xeon Phi 7120P i Nallatech FPGA,
- zestawu serwerów przeznaczonych do realizacji obliczeń w środowisku chmurowym.

Wykorzystanie superkomputera dla potrzeb polskich naukowców obejmuje m.in.:

- analizę wyników badań,
- symulacje numeryczne,
- zaawansowane wizualizacje,
- równoległą analizę ogromnych zbiorów danych (big data),
- usługi chmurowe i wiele innych.

Prometheus został zainstalowany w nowoczesnej hali komputerowej Cyfronetu, specjalnie przystosowanej do jego eksploatacji. Prawidłowe funkcjonowanie superkomputera zapewniają ważne elementy infrastruktury technicznej, takie jak system gwarantowanego zasilania z dodatkowym agregatem prądotwórczym oraz nowoczesnymi systemami klimatyzacji technologicznej i gaszenia gazem.

### **Zeus wspomaga Prometheusa**

Nieprzerwanie od roku 2008 w Cyfronecie pracuje nadal superkomputer Zeus. Od momentu instalacji, w latach 2008-2015, dwunastokrotnie z rzędu był notowany na liście TOP500, w tym czterokrotnie z rzędu z lokatą wśród pierwszych 100. najszybszych superkomputerów świata (najwyżej na 81 pozycji) i dziesięciokrotnie jako najszybszy w Polsce. Po raz ostatni Zeus znalazł się na liście TOP500 w listopadzie 2015 r. na 387 miejscu. Wówczas na tej liście znalazły się aż dwa superkomputery z Cyfronetu. Prometheus zajął wówczas 38. miejsce. Heterogeniczna architektura superkomputera zbudowana z czterech dedykowanych partycji sprzętowych udostępnia ponad 25 000 rdzeni obliczeniowych oraz 204 procesory GPGPU o łącznej mocy obliczeniowej 374 TFLOPS. Użytkownicy mają do dyspozycji 60 TB pamięci operacyjnej RAM oraz pamięć dyskową o pojemności 2,3 PB. Serwery Zeusa połączone są za pomocą szybkiej sieci Infiniband o przepustowości 40 Gb/s.

Warto zaznaczyć, że w 2017 roku dwa najwydajniejsze superkomputery ACK Cyfronet AGH - Zeus i Prometheus, wykonały 9 066 892 zadania obliczeniowe o łącznym czasie trwania 39 232 lata.

### **Obliczenia naukowe z różnych dziedzin**

Intensywne wykorzystanie mocy obliczeniowych Prometheusa i Zeusa przez naukowców możliwe jest dzięki ogólnopolskiej infrastrukturze PLGrid, przeznaczonej do prowadzenia badań naukowych *in silico* (z wykorzystaniem komputerów). Dedykowane środowiska obliczeniowe, tzw. gridy dziedzinowe, 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. Prowadzone są między innymi badania dotyczące: modelowania rozproszonej fali ultradźwiękowej o wysokiej częstotliwości w tkance skóry, badanie nowych form RNA w ludzkich glejakach czy przygotowanie symulatora urządzenia typu LINAC do terapii raka. Wykonywane są również: badania belek zespolonych drewniano-szklanych poddanych obciążeniom wielokrotnie zmiennym, analiza dwukomponentowej ciemnej materii w modelu MRSSM, symulacje pracy modułów i generatorów termoelektrycznych, wyznaczanie elektrycznego momentu dipolowego neutronu jak i analiza numeryczna odpowiedzi wybranych konstrukcji inżynierskich na wymuszenia kinematyczne pochodzenia górniczego. Dzięki superkomputerom w Cyfronecie polscy uczeni mogą uczestniczyć w ważnych projektach międzynarodowych, w tym w eksperymentach CTA, LOFAR, EPOS, Wielkiego Zderzacza Hadronów w CERNie oraz niedawno odkrytych fal grawitacyjnych w detektorach LIGO i VIRGO.

### **Zostań naszym użytkownikiem**

Superkomputery umożliwiają znaczące skrócenie czasu wykonywania obliczeń, które przy użyciu pojedynczych komputerów często zajęłyby wiele lat (w konkretnych rzeczywistych przypadkach

ponad 150, 700 czy nawet 1000 lat), a tu mogą być wykonane najczęściej w ciągu zaledwie kilku dni. Użytkownicy Cyfronetu mogą korzystać z profesjonalnego wsparcia – od pełnej dokumentacji, poprzez szkolenia, aż po indywidualne konsultacje z ekspertami. Informacje dotyczące korzystania przez naukowców z zasobów Prometheusa i Zeusa znajdują się na <http://www.cyfronet.pl> i <http://www.plgrid.pl>. Warto zarejestrować się w Portalu PLGrid <http://portal.plgrid.pl> i korzystać z wielu udostępnianych unikatowych usług.

### **Superkomputery z Polski na liście TOP500**

Oprócz Prometheusa, w obecnej edycji listy TOP500 znalazły się również 3 inne superkomputery z Polski. Pełne zestawienie, wraz z wartościami mocy obliczeniowej, przedstawia się następująco:

- 103 – Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH, Prometheus (2349 TFLOPS),
- 259 – Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe, Eagle (1372 TFLOPS),
- 263 – Centrum Informatyczne Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej PG, Tryton (1413 TFLOPS),
- 320 – Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego UW, Okeanos (1082 TFLOPS).

### **Najszybszy na świecie**

Najszybszym superkomputerem na świecie został po raz pierwszy Summit z USA, którego teoretyczna moc obliczeniowa przekracza 187,6 PFLOPS. Na liście TOP500 wyraźnie dominują superkomputery z Chin (206 jednostek). Drugie miejsce zajmują USA (124 jednostki). Najszybszy europejski superkomputer to Piz Daint ze Szwajcarii, który uplasował się na 6. pozycji.