

Nowe aplikacje i usługi w środowisku Grid

Norbert Meyer, Maciej Stroński

{Norbert.Meyer, Maciej Stroinski}@man.poznan.pl

Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe,
Noskowskiego 12/14, 61-704 Poznań

Streszczenie

W artykule przedstawione zostały dwa przykłady usług nowej generacji. Koncepcja zdalnej usługi składowania danych (Krajowy Magazyn Danych) realizowana będzie na bazie systemu archiwizacji, rozproszonego w kilku punktach geograficznie odległych.

Krajowy Magazyn Danych pełnić będzie rolę zapasowego lub głównego centrum przetwarzania danych. Druga z opisywanych usług pozwala użytkownikowi końcowemu na pracę w środowisku umożliwiającym między innymi zdalny dostęp do unikalnych i kosztownych urządzeń laboratoryjnych. W instalacji pilotowej oddane zostanie do użytku urządzenie *Spektroskopii Magnetycznego Rezonansu Jądrowego*.

Słowa kluczowe: *outsourcing usług*, centrum zapasowe składowania danych, laboratorium wirtualne, Grid, sieć optyczna, DWDM

Wprowadzenie

Outsourcing usług w szeroko rozumianym przetwarzaniu danych jest w chwili obecnej (w krajach UE i USA) sposobem umożliwiającym redukcję kosztów utrzymania przedsiębiorstwa, jak również zwiększenia poziomu bezpieczeństwa zarządzanych danych. Aspekt bezpieczeństwa dotyczy zarówno dostępu fizycznego, jak i logicznego. Z kolei na gruncie polskim rynek tego typu usług jest dopiero w fazie rozwoju, jednak zaobserwować można stały wzrost popytu. W miarę rozwoju warstwy pośredniej (*middleware*) w heterogenicznym środowisku rozproszonym systemów geograficznie odległych, pojawiają się dodatkowe możliwości dla rynku usług, wynikające ze zdalnej pracy, dynamicznie zmieniającej się wielkości dostępnej mocy przetwarzania danych. Wprowadzone zostały pojęcia ekonomii Gridu (*Grid economy*), usługodawcy obliczeń – ASP (*Application Service Provider*). Rozproszone punkty dostępu do usług ASP połączone są brokerem, który znajduje ‘optymalny’ zasób z punktu widzenia użytkownika. Obok Gridów obliczeniowych (*Grid Computing*), coraz częściej wymienia się Gridy danych (*Data Grid, Storage Grid*), jako środowiska specjalizowane, ukierunkowane na przesył dużych ilości danych pomiędzy odległymi geograficznie punktami. Ważną rolę odgrywają prace nad systemami wspierającymi intensywne wykorzystanie zasobów komputerowych, jak np. Condor [CONDOR], [LIVNY]. Prace w tym obszarze są prowadzone niezwykle intensywnie, w zespołach międzynarodowych, ze wsparciem m.in. Unii Europejskiej. Systemy typu Grid są nieodzowne dla prawidłowego działania *organizacji wirtualnych*, takich jak m.in. sztaby kryzysowe oraz zespoły naukowe skupione wokół jednego dużego eksperymentu, dokonywanego przy pomocy unikatowej, kosztownej aparatury.

W chwili obecnej nadal nie ma produkcyjnych instalacji Grid, w rozumieniu instalacji, które byłyby w stanie spełniać wymagania szerokiego kręgu użytkowników, a jednocześnie ukryć złożoność architektury. Nadal trwają prace zmierzające do standaryzacji mechanizmów funkcjonowania środowiska Grid [GGF].

Usługi nowej generacji oparte są z reguły na szybkich sieciach kręgosłupowych i dostępowych. W artykule przedstawiono dwa przykłady z różnych dziedzin. Krajowy Magazyn Danych (KMD) tworzy rozproszony system składowania danych na potrzeby ośrodków akademickich oraz administracji rządowej i lokalnej. Planowane jest również udostępnienie usługi KMD dla jednostek mundurowych (między innymi Obrony Cywilnej, Policji, Straży Pożarnej). Rozproszony system składowania danych KMD tworzą: infrastruktura sprzętowa oraz odpowiednie oprogramowanie zarządzające, a także oprogramowanie klienta udostępnione na stacji końcowej. Infrastruktura sprzętowa (hierarchiczne systemy składowania danych, serwery plików i serwery aplikacyjne KMD) bazować będzie na sieci Polskiego Internetu Optycznego PIONIER, w szczególności PIONIER-KDM, PIONIER-ADM [PIONIER], [PIONIER2]. Ze względu na specyfikę projektu i budowanej infrastruktury wymagane są połączenia dedykowane, bardzo szybkie oraz o dużej przepustowości.

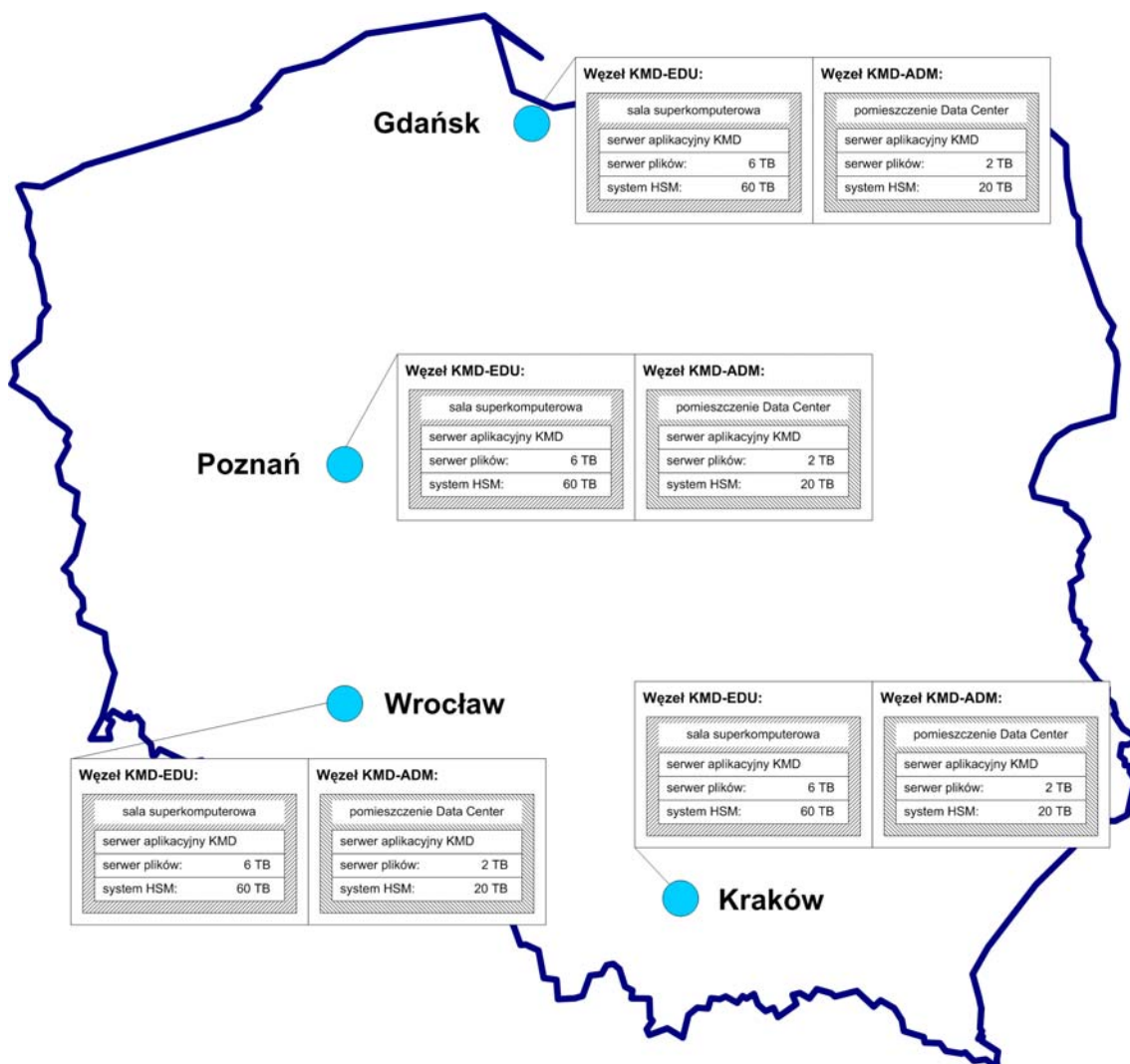
Kolejna z omawianych usług (Laboratorium Wirtualne) cieszy się coraz większym zainteresowaniem grup badawczych i firm komercyjnych pracujących nad nowymi rozwiązaniami na potrzeby środowiska typu Grid. Głównym celem tworzenia takich laboratoriów jest ułatwienie i przyspieszenie kształcenia, wymiana poglądów, prowadzenie wspólnych badań, a w końcu zdalne, fizyczne udostępnienie zasobów aparaturowych centrów naukowych. Idea ta jest szczególnie atrakcyjna dla nauk doświadczalnych i technologii, a w szczególności: fizyki, chemii, biologii strukturalnej, medycyny doświadczalnej czy wreszcie inżynierii w szerokim tego słowa znaczeniu [BMM],[ABKG]. Koncepcja Laboratorium Wirtualnego, mimo znaczących kosztów jej opracowania, jest rozwiązaniem przyszłości dla środowisk o ograniczonych zasobach aparaturowych. Jest jedyną drogą szerszego otwarcia bram nauki na potrzeby społeczeństwa w sferze edukacji i specjalizacji zawodowej w dziedzinach najnowszych technologii.

Krajowy Magazyn Danych

Dostępne w chwili obecnej na rynku oprogramowanie zarządzania danymi nie spełnia wszystkich wymaganych założeń oraz kryteriów budowy. Dotyczy to przede wszystkim rozproszenia danych (informacji), poziomu bezpieczeństwa, możliwości równoważenia obciążenia oraz poziomu niezawodności całego systemu w kontekście rozproszenia infrastruktury pomiędzy wiele niezależnych organizacji wirtualnych odległych geograficznie [FOSTER], [FOSTER2].

System KMD w docelowej konfiguracji (Rys. 1) obejmie węzły KMD-EDU oraz węzły KMD-ADM w czterech centrach KDM (Gdańsku, Krakowie, Poznaniu i Wrocławiu) z możliwością skalowalnej rozbudowy [KMD].

Połączenie węzłów realizowane będzie poprzez sieć PIONIER-KDM (struktura kręgosłupowa), sieć dostępowa obejmować będzie sieci PIONIER-ADM, PIONIER-WP oraz sieci miejskie (Rys. 2).



Rys. 1 Struktura systemu Krajowego Magazynu Danych (KMD)

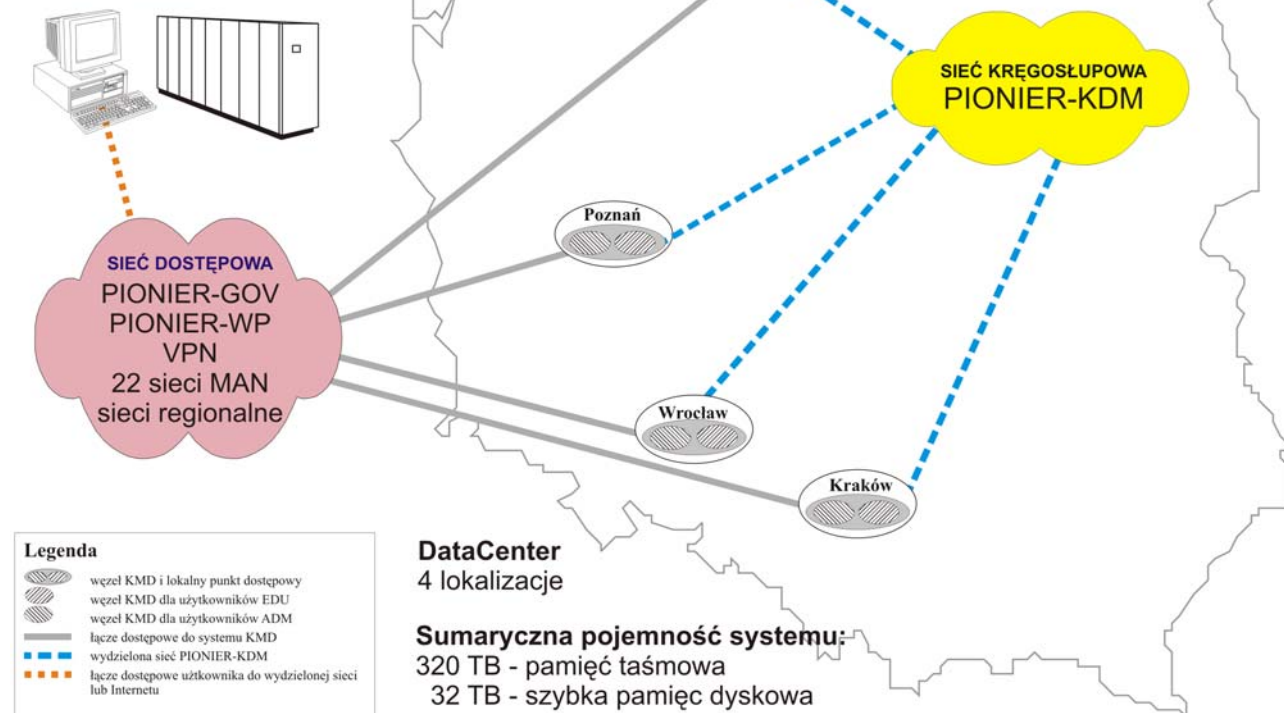
Punkty dostępowe systemu KMD zlokalizowane będą w 4 centrach KDM (Gdańsk, Kraków, Poznań, Wrocław) jako węzły KMD-EDU i KMD-ADM

Konfiguracja pojedynczego węzła KMD-EDU obejmuje system HSM o pojemności 60 TB oraz pamięć dyskową (serwer plików) o pojemności 6 TB. Węzeł KMD-ADM wyposażony zostanie w pomieszczenie Data Center o podwyższonym poziomie bezpieczeństwa i niezawodności z systemem HSM o pojemności 20 TB i pamięcią dyskową 2 TB. System charakteryzuje się dużym poziomem skalowalności. Założono, iż w każdych kolejnych lokalizacjach KMD-ADM (w momencie dalszej rozbudowy) umieszczona zostanie co najmniej pamięć dyskowa (serwer plików) podłączona do sieci kręgosłupowej PIONIER-KDM.

Zarządzanie opisaną strukturą rozproszoną zrealizowane zostanie na podstawie wcześniej wykonanego systemu zarządzania danymi rozproszonymi w odległych geograficznie instancjach.

Użytkownik systemu:

- instytucja administracji rządowej lub lokalnej
- ośrodek akademicki



Rys. 2 Sieć kręgosłupowa oraz dostępową systemu KMD

Sieć kręgosłupowa bazować będzie na dedykowanych połączeniach (ewentualnie lambda) zdefiniowanych w sieci PIONIER (podsieć PIONIER-KDM). Dostęp do systemu składowania danych zrealizowany zostanie poprzez sieci miejskie, PIONIER-ADM, PIONIER-WP oraz na poziomie logicznych sieci VPN.

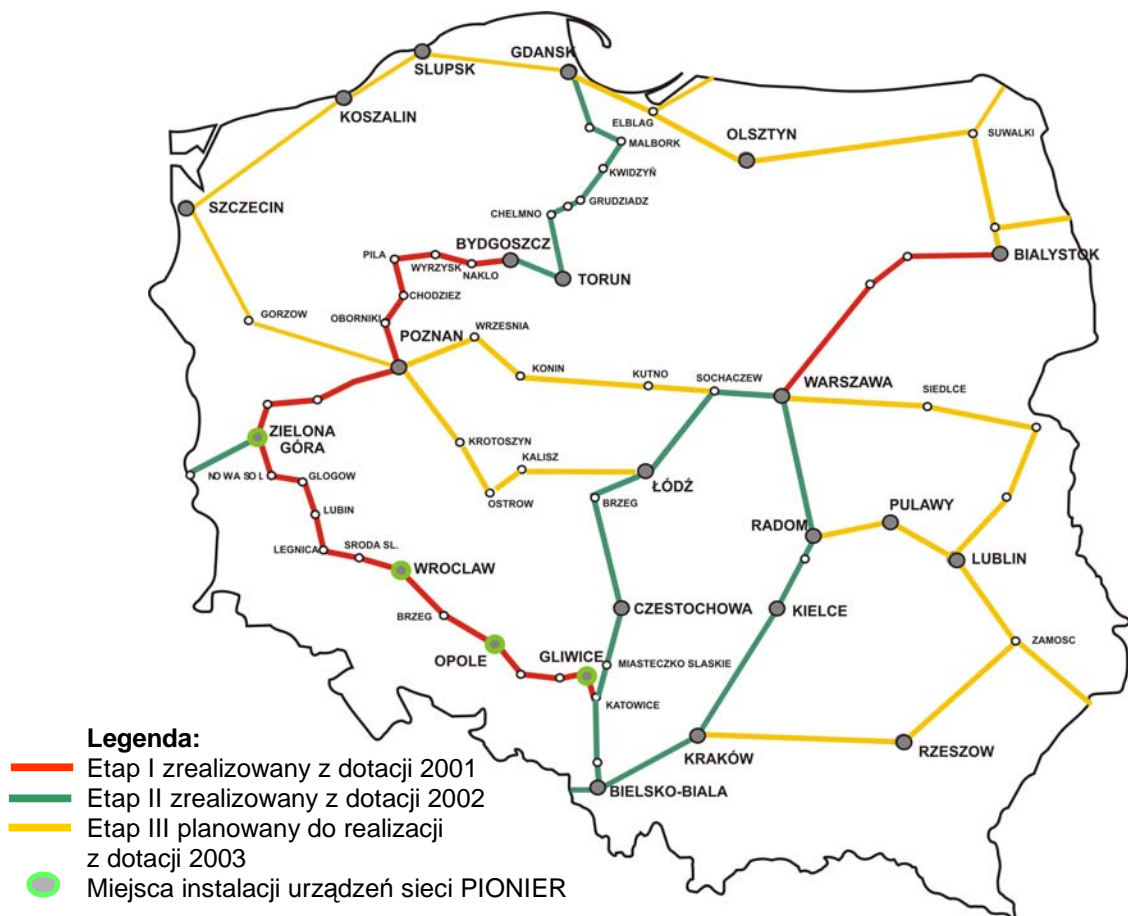
Podział węzłów na KMD-EDU oraz KMD-ADM wynika z przesłanek merytorycznych oraz ekonomicznych. W założeniach projektowych przyjęto podwyższony poziom niezawodności oraz bezpieczeństwa dla struktury KMD-ADM. Tym samym budowa tej struktury jest znacznie droższa od budowy KMD-EDU (uwzględniając koszt 1 TB składowanych danych).

Zarządzanie opisaną strukturą rozproszoną zrealizowane zostanie na podstawie wcześniej wykonanego systemu zarządzania danymi rozproszonymi w odległych geograficznie instytucjach.

System zarządzania gwarantować będzie usługę zdalnego składowania danych o podwyższonej niezawodności i bezpieczeństwie oraz ze zwiększonym poziomem efektywności. System zarządzania obejmuje w ogólności część zlokalizowaną po stronie serwera oraz po stronie klienta.

Z punktu widzenia użytkownika końcowego (instytucji-jednostki) zapewniona zostanie:

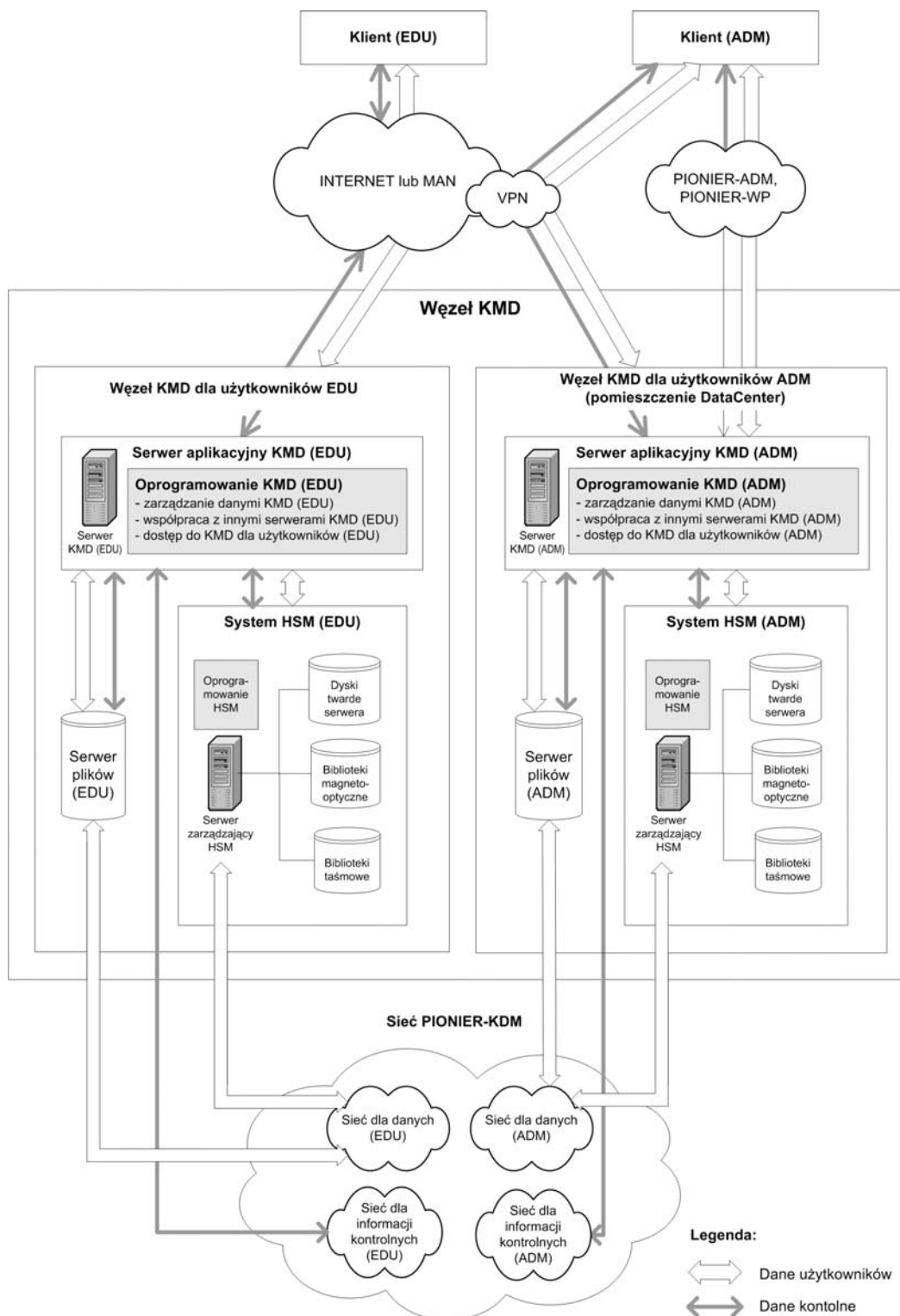
- **Dostępność usługi**
Dzięki rozproszonej strukturze oraz zasięgowi sieci PIONIER oraz sieci miejskich (jak również istniejącemu połączeniu z sieciami innych operatorów), usługa udostępniona zostanie praktycznie we wszystkich miastach aktualnych i byłych województw (Rys. 3).
Należy wspomnieć, że w chwili obecnej nie ma na rynku usługodawcy będącego w stanie zapewnić tak wysoki poziom usługi (infrastruktura sprzętowa oraz własne kanały komunikacyjne) przy zachowaniu odpowiednio niskich nakładów inwestycyjnych oraz kosztów związanych z utrzymaniem usługi na odpowiednim poziomie.
- **Podwyższona niezawodność**
Osiągnięta zostanie poprzez utrzymywanie kopii w różnych fizycznie i odległych geograficznie lokalizacjach. Ponadto możliwy będzie przesył danych od ostatniego punktu kontrolnego, bez potrzeby wznawiania całej operacji przesyłu. Jest to szczególnie istotne w przypadku długotrwałych transmisji (rzędu godzin) dużych ilości danych. System zarządzania posiadać będzie zaawansowane procedury obsługi błędów, niedostępne w obecnych systemach HSM.
- **Większa efektywność**
Podyktowana jest z jednej strony bardzo dużą przepustowością sieci PIONIER (dedykowane pasma - lambdy) między centrami KDM udostępniającymi usługi. Z drugiej strony system zarządzania umożliwiać będzie równoważenie obciążenia, wybierając dla użytkownika na przykład system najmniej obciążony w danej chwili.
- **Zwiększony poziom bezpieczeństwa**
Opracowane zostaną procedury organizacyjne definiujące sposób dostępu do danych w każdym z ośrodków. Poziom bezpieczeństwa zwiększy odpowiednio zastosowana technologia sieciowa, zabezpieczenia systemów przechowywania danych oraz szyfrowanie powierzanych systemowi KMD danych po stronie klienta.



Rys. 3 Struktura Ogólnopolskiej Sieci Optycznej

Infrastruktura sieciowa planowana do realizacji w programie PIONIER przyjmuje za punkt wyjścia fakt istnienia 21 światłowodowych sieci miejskich. Do sieci tych dołączone są prawie wszystkie instytucje naukowe oraz wiele innych instytucji. Wzrost przepustowości w tych sieciach zależy tylko od zainstalowanych urządzeń. Ogólnopolska Sieć Optyczna, której zakończenie budowy planowane jest 2003 r. Będzie to inteligentna sieć optyczna, wielokanałowa (w technice DWDM) o przepustowościach rzędu $n \times (10, 40, \dots)$ Gb/s, wykorzystująca protokół IP. Na poziomie transportowym będzie istniała możliwość przydziału wskazanych zasobów, takich jak: prywatne sieci wirtualne w technice ATM, kanały SDH, lambdy optyczne dla określonych aplikacji, Gridów, sieci tematycznych czy resortowych. Sieć będzie mogła obsłużyć naukę, dydaktykę, służbę zdrowia, administrację i inne dziedziny, na niezależnych, równoprawnych zasadach.

Struktura pojedynczego węzła KMD przedstawiona jest na Rys. 4. Wyróżnić można na nim część przeznaczoną dla użytkowników edukacyjnych (KMD-EDU) i część dla użytkowników z administracji państwowej (KMD-ADM) znajdującą się w pomieszczeniu Data Center. Należy podkreślić, że urządzenia przechowujące dane, serwery zarządzające HSM, serwery aplikacyjne KMD a także połączenia sieciowe (zarówno dostępne jak i używane do komunikacji pomiędzy węzłami KMD) należące do KMD-EDU i KMD-ADM zostały logicznie i fizycznie odseparowane.



Rys. 4 Struktura węzła systemu KMD

Laboratorium Wirtualne

Empiryczne poznanie zjawisk zachodzących podczas pewnych procesów np. chemicznych lub fizycznych umożliwia ich dokładniejsze i szybsze zrozumienie. Użytkownik sam sterując zachodzącym procesem uczy się zasad tam panujących. Dobierając parametry może obserwować, jaki skutek wywołuje ich zmiana.

Aby określić najważniejsze założenia powinniśmy najpierw zdefiniować co rozumiemy przez Laboratorium Wirtualne. **Laboratorium Wirtualne** [LM] jest heterogenicznym, rozproszonym środowiskiem, które umożliwia grupie naukowców znajdujących się w różnych miejscach na świecie wspólną pracę nad wspólną grupą projektów. Podobnie jak każde inne laboratorium narzędzia i techniki są specyficzne dla dziedziny nauki. Pomimo połączenia z pewnymi aplikacjami teleimersji [TELEIMMER], Laboratorium Wirtualne nie zakłada a priori potrzeby dzielenia środowiska pracy. Poniżej zestawiono najważniejsze wymagania stawiane przed Laboratorium Wirtualnym:

- zlecenie zadań do wykonania (eksperymenty rzeczywiste i obliczeniowe)
- definicja dynamicznych scenariuszy pomiarowych
- traktowanie przyrządów laboratoryjnych na takich samych zasadach jak każdego innego urządzenia dostępnego w sieci Grid
- równoważenie obciążenia – przesyłanie zadań do systemów mniej obciążonych
- możliwość współdzielenia wyników eksperymentów – wyniki eksperymentu będą mogły być zapisywane w bazie danych i udostępniane zainteresowanym;
- biblioteka publikacji, prac naukowych na dany temat – pogrupowane zgodnie z profilami laboratoriów, dostępne dla zainteresowanych;
- komunikowanie się z osobami pracującymi nad tymi samymi tematami – chat, audio, wideo;
- komunikowanie się z obsługą urządzenia – pomocne w przypadku gdy użytkownik potrzebuje specyficznych informacji o dostępności lub możliwościach urządzenia;
- ustalenie czasu wykonania eksperymentu (rezerwacja) – pomocne w przypadku tzw. eksperymentów online, pozwala na umówienie się naukowców na określoną godzinę i wspólne obserwowanie wyników eksperymentów.

Laboratorium Wirtualne może zawierać różne komponenty w zależności od tego, do jakiego typu eksperymentów będzie używane.

Strukturę Laboratorium Wirtualnego możemy podzielić na trzy główne poziomy: interfejs klienta, serwer aplikacyjny i serwer urządzenia. Taka warstwowa architektura zapewnia spełnienie zadań stawianych przed tym systemem. Najważniejsze zadania jakie spełniają poszczególne warstwy obejmują między innymi:

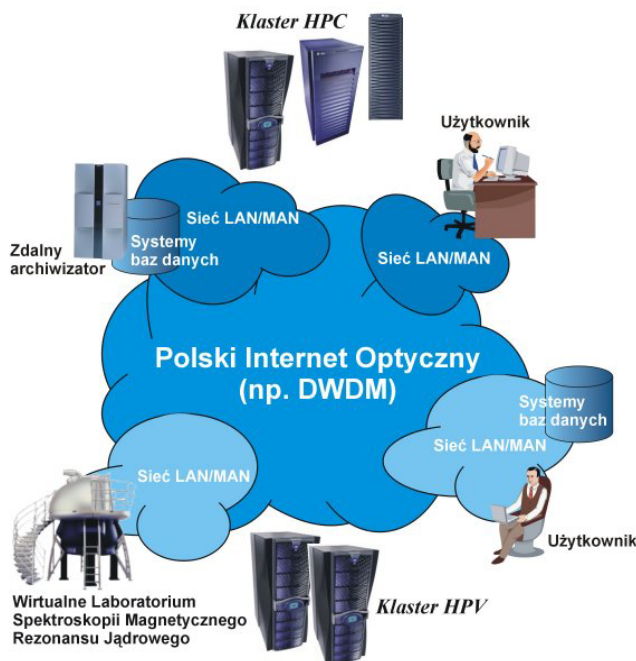
- interfejs klienta (klient) – zapewnia dostęp do serwera aplikacji z dowolnego miejsca i w ściśle określony sposób dzięki narzuceniu standardów komunikacji, zlecenia zadań i przeglądania wyników, umożliwia zlecenie zadania,
- serwer aplikacji (agent) – ważne jest by jak najwięcej funkcji zostało zlokalizowanych na tym właśnie poziomie, umożliwi to szybkie dostosowanie systemu do nowych

wymagań związanych z innym sprzętem, agent odbiera zlecenia od użytkowników i przekazuje je do serwera obsługującego specyficzne urządzenie oraz przekazuje wyniki z powrotem do użytkownika, obsługuje pewną liczbę urządzeń oraz systemów symulacyjnych i obliczeniowych, szereguje zadania i w razie konieczności przesyła je do innych systemów, rozlicza użytkowników z wykorzystanego czasu na urządzeniu,

- serwer urządzenia (serwer) – jest odpowiedzialny za odbiór zadania od serwera aplikacji, rozkodowanie otrzymanego datagramu, zlecenie zadania oraz odbiór wyników i przekazanie ich do serwera aplikacji, serwer jest specyficzny dla obsługiwanego urządzenia, wykorzystuje funkcje API urządzenia do zlecenia zadań i sterowania urządzeniem.

Dzięki współpracy z innymi systemami tego samego typu możliwe będzie przekazywanie zadań między systemami i rozładowywanie w ten sposób lokalnych obciążeń. Pozwoli to również na dostęp do wyników eksperymentów i zasobów bibliograficznych umieszczonych na innych systemach [VLAB1].

W ramach projektu planowana jest instalacja pilotowa koncepcji *Laboratorium Wirtualnego Spektroskopii Magnetycznego Rezonansu Jądrowego* (Rys. 5) [KHETTRY], [KEATING], [VLAB]. Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR) jest obok krystalografii najbardziej złożoną metodą badania cząsteczek, w tym układów biomolekularnych, i to zarówno w płaszczyźnie aparaturowej jak i obliczeniowej. Współczesne spektrometry magnetycznego rezonansu jądrowego są niezwykle drogie. Projekt zakłada opracowanie koncepcji laboratorium wirtualnego w oparciu o dostęp do dwóch spektrometrów o różnej zdolności rozdzielczej - 300 i 600 MHz. Ten ostatni, unikatowy w skali kraju przyrząd został ostatnio pozyskany dzięki wspólnej inicjatywie Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN oraz Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu i w oparciu o finansowanie KBN.



Rys. 5 Ogólny schemat instalacji pilotowej

Podsumowanie

Krajowy Magazyn Danych stanowić ma usługę ogólnie powszechną i dostępną w całym kraju, między innymi dla jednostek samorządowych oraz filii uczelni wyższych. Z założenia infrastruktura jest w pełni skalowalna, co pozwoli w przyszłości na eliminację 'wąskich gardeł' związanych z przepustowością pojedynczych węzłów dostępowych. Do wartości dodanych projektu zaliczyć można przede wszystkim szeroki i powszechny zasięg, wysoki poziom bezpieczeństwa, niezawodności oraz niski koszt realizacji i utrzymania usługi oraz dostęp on-line do składowanych danych.

Wirtualne Laboratoria z pewnością mają przed sobą wielką przyszłość. Postrzega się je jako pewne panaceum na problemy związane z zakupem drogich i unikatowych urządzeń laboratoryjnych czy z dostępem do nich (np. na odległość). Obecnie technologie z nimi związane są dopiero w fazie rozwojowej. Powstają nowe serwisy umożliwiające wykonanie prostych eksperymentów, w których można sterować niewielką liczbą parametrów.

Można zaryzykować stwierdzenie, że obecnie przygotowany jest grunt pod wirtualne laboratoria z prawdziwego zdarzenia. Tworzy się narzędzia sprzętowe (np. SGI Reality Center) i software'owe (np. CAVERN G2) umożliwiające porozumiewanie się i prezentację wyników na odległość. Jednak obecnie większość budowanych laboratoriów to konstrukcje mało zaawansowane, tworzone przez małą grupę ludzi dla potrzeb konkretnego eksperymentu.

Brak jest obecnie uniwersalnych narzędzi do tworzenia wirtualnych laboratoriów. Powstające rozwiązania przeznaczone są do zastosowań w określonym typie laboratoriów. Ich projektanci tworząc je najczęściej uzależniają ich budowę od specyfiki rozwiązywanych problemów. Istnieje potrzeba budowy pewnej struktury, którą będzie można zastosować (przystosować) do budowy każdego typu laboratoriów. Opisana koncepcja wraz z wdrożeniem instalacji pilotowej zrealizowana zostanie w ramach **projektu celowego KBN nr 6 T11 0052 2002 C/05836 (Obliczenia wielkiej skali do zastosowań w wirtualnym laboratorium z użyciem klastra SGI)**, współfinansowanego przez KBN oraz Silicon Graphics.

Bibliografia

- [ABKG] Afsarmanesh, H., Benabdelkader, A., Kaletas, E.C., Garita, C., and Hertzberger, L.O.: Towards a Multi-layer Architecture for Scientific Virtual Laboratories. In: *Bubak, M., Afsarmanesh, H., Williams, R., Hertzberger, B., (Eds.), Proc. Int. Conf. High Performance Computing and Networking, Amsterdam, May 8-10, 2000*, Lecture Notes in Computer Science 1823, 162-176, Springer, 2000
- [BMM] M. Bubak, J. Madajczyk, N. Meyer, *Laboratorium wirtualne z wykorzystaniem infrastruktury HPC/HPV*, Materiały konferencji PIONIER 2001, 24-27 kwietnia 2001, Poznań, str. 155-163
- [CONDOR] The Condor Project, High Throughput Computing, <http://www.cs.wisc.edu/condor>
- [FOSTER] Ian Foster, Carl Kesselman, *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1999
- [FOSTER2] Ian Foster, *The Beta Grid: A National Infrastructure for Computer Systems Research*, Network Storage Symposium NetStore '99, Seattle, October 14th-15th, 1999, <http://dsi.internet2.edu/netstore99/docs/papers/foster-b.pdf>
- [GGF] <http://www.gridforum.org>
- [KEATING] Keating KA, Myers JD, Pelton JG, Bair RA, Wemmer DE, Ellis PD. Development and use of a virtual NMR facility. *Journal of Magnetic Resonance*, vol.143, no.1, March 2000, pp.172-83.

- [KHETTRY] Khettry D, Xian-He Sun. A Windows-NT virtual collaboratory for technical computing. Fifth NASA National Symposium on Large-Scale Analysis, Design and Intelligent Synthesis Environments. Williamsburg, VA, USA. 12-15 Oct. 1999. Elsevier. *Advances in Engineering Software*, vol.31, no.8-9, Aug.-Sept. 2000
- [KMD] N.Meyer, M.Brzeźniak, R.Mikołajczak, M.Stroiński, Grid services in the Polish Optical Internet, propozycja artykułu przesłana na konferencję TERENA 2003, Zagreb, Maj 2003
- [LIVNY] Livny, M. High-Throghput Resource Management. In: *Foster, I., Kesselman, C (eds.) The GRID – Blueprint for a New Computing Infrastructure*. Morgan Kaufman, San Francisco, 1999, 311-337
- [LM] Lawenda M. „Laboratorium Wirtualne i Teleimersja”, PCSS RW-34/01, Poznań, Wrzesień 2001
- [PIONIER] J. Nabrzyski, A. Binczewski, N. Meyer, S.Starzak, M. Stroiński and J.Węglarz, *First Experiences with Polish Optical Internet*, Terena 2001 conference, May 14-17, 2001, Antalya
- [PIONIER2] J. Rychlewski, J. Węglarz, S. Starzak, M. Stroiński, *PIONIER – Polish Optical Internet*, conference material ISTHMUS 2000, Poznan, 2000
- [TELEIMMER] National Tele-immersion Initiative: <http://www.advanced.org/teleimmersion.html>
- [VLAB] Laboratorium Wirtualne <http://vlab.man.poznan.pl/>
- [VLAB1] General framework for Virtual Laboratory, M.Lawenda, N.Meyer, T.Rajtar, materiały konferencyjne - The 2nd Cracow Grid Workshop, Kraków, grudzień 2002 r. (w druku)