

## Jerzy Korczak

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: jerzy.korczak@ue.wroc.pl

---

# CHMURA OBLICZENIOWA DLA LOGISTYKI – PROJEKT LOGICAL

---

**Streszczenie:** W artykule omówiono architekturę i organizację chmury obliczeniowej opracowanej w ramach projektu badawczego LOGICAL realizowanego w ramach programu Central Europe. Główną funkcją chmury obliczeniowej jest udostępnienie serwisów informatycznych dla MŚP logistycznych ze szczególnym uwzględnieniem współpracy międzynarodowej w Europie Centralnej. Projekt LOGICAL jest w trakcie realizacji, jego zakończenie planuje się na koniec 2014 roku. Oprócz głównych komponentów w pracy opisano platformę VMWare, przykładową aplikację logistyczną LogBase oraz mechanizmy zapewniające bezpieczeństwo i poufność danych.

**Słowa kluczowe:** architektura chmury obliczeniowej, VMWare, bezpieczeństwo danych, usługi logistyczne.

DOI: 10.15611/ie.2014.2.09

## 1. Wstęp

Jednym z ważniejszych trendów w nowoczesnych aplikacjach biznesowych ICT jest wirtualizacja zasobów obliczeniowych i usług za pośrednictwem chmury obliczeniowej [Chen 2001; Fraunhofer IML 2011; Kunz 2000; Nurmi 2008]. Wirtualizacja zasobów umożliwia przetwarzanie danych na tak zwanych maszynach wirtualnych, które wykorzystywane są w celu realizacji usług informacyjnych oferowanych przez chmurę. Generalnie celem chmury obliczeniowej jest zastąpienie istniejących lokalnie zasobów sprzętowych i programowych, w tym serwerów, urządzeń do przechowywania danych, lokalnych baz danych, aplikacji, przez serwisy usługowe chmury.

Ostatnie raporty i realizacje w kraju i za granicą wykazały korzyści dla przedsiębiorstw logistycznych w konsekwencji migracji aplikacji i usług na serwery chmury obliczeniowej (np. [Agarwal 2012; Arnold 2012; Bughin 2010; Holtkamp 2010; Jeffrey 2010; Ogness 2003; Steinbuß 2013]).

W artykule skoncentrowano się na problematyce architektury i funkcjach chmury obliczeniowej zorientowanej na usługi logistyczne dla MSP. Koncepcja prezentowanej chmury powstała w trakcie prac badawczych nad projektem LOGICAL roz-

początku w 2011 r. w ramach Programu dla Europy Środkowej (Central Europe, <http://www.logical.mwsl.eu>). Jego głównym celem jest, z jednej strony, zwiększenie współdziałania przedsiębiorstw logistycznych, a z drugiej poprawienie konkurencyjności centrów logistycznych Europy Środkowej poprzez sprawniejszy i nowoczesny serwis informacyjny oraz zmniejszenie kosztów transakcyjnych (lepiej dostęp do systemów partnerów logistycznych i globalnych graczy) [Arnold 2012; Korczak 2013].

Artykuł ten jest zorganizowany w następujący sposób: punkt 2 zawiera krótkie wprowadzenie do przetwarzania w chmurze obliczeniowej, punkt 3 odnosi się do zastosowań prototypowych i środowiska, punkt 4 przedstawia jedną z aplikacji logistycznych dostępnych na chmurze projektu, punkt 5 omawia ochronę danych i propozycję oszacowania kosztów usługi, punkt 6 przedstawia stan realizacji projektu i kierunki dalszych prac.

## 2. Architektura chmury obliczeniowej

Zespół Instytutu Informatyki Ekonomicznej z Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, jako jeden z 15 partnerów projektu LOGICAL, opracował lokalną chmurę obliczeniową w oparciu o założenia globalnej architektury chmury projektu opisanej szczegółowo w [Arnold 2012; Korczak 2013].

Globalna architektura chmury projektu LOGICAL, która została wdrożona na Uniwersytecie w Lipsku, jest schematycznie przedstawiona na rys. 1<sup>1</sup>. W architekturze wyróżniono trzy warstwy funkcjonalne. Pierwsza warstwa architektury to interfejs WWW portalu projektu. Druga warstwa zawiera komponenty chmury obliczeniowej, które realizują zadania przetwarzane w chmurze, takie jak uwierzytelnianie użytkowników, zarządzanie procesami, zarządzanie bezpieczeństwem danych, migrację danych czy zarządzanie zasobami. Ostatnią warstwę tworzą systemy aplikacyjne.

Główne elementy chmury obliczeniowej to interfejs portalu, komponenty funkcjonalne chmury oraz dostępne systemy aplikacyjne. Funkcje wewnętrzne odnoszą się do podstawowych operacji chmury, mianowicie:

- zarządzania i administrowania chmurą,
- obsługi modelu SaaS,
- udostępnienia usług informacyjnych i związanych z nimi aplikacji,
- umożliwienia dostępu do zewnętrznych aplikacji.

Informację o komponentach drugiego poziomu architektury przedstawia rys. 2.

Platforma chmury obliczeniowej na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu została zbudowana na podstawie ogólnego schematu zaproponowanego w pracy U. Arnolda [Arnold 2012]. Jednakże część struktury, w szczególności usługi w drugiej warstwie, zależna jest od konkretnych preferencji i wymagań lokalnych przed-

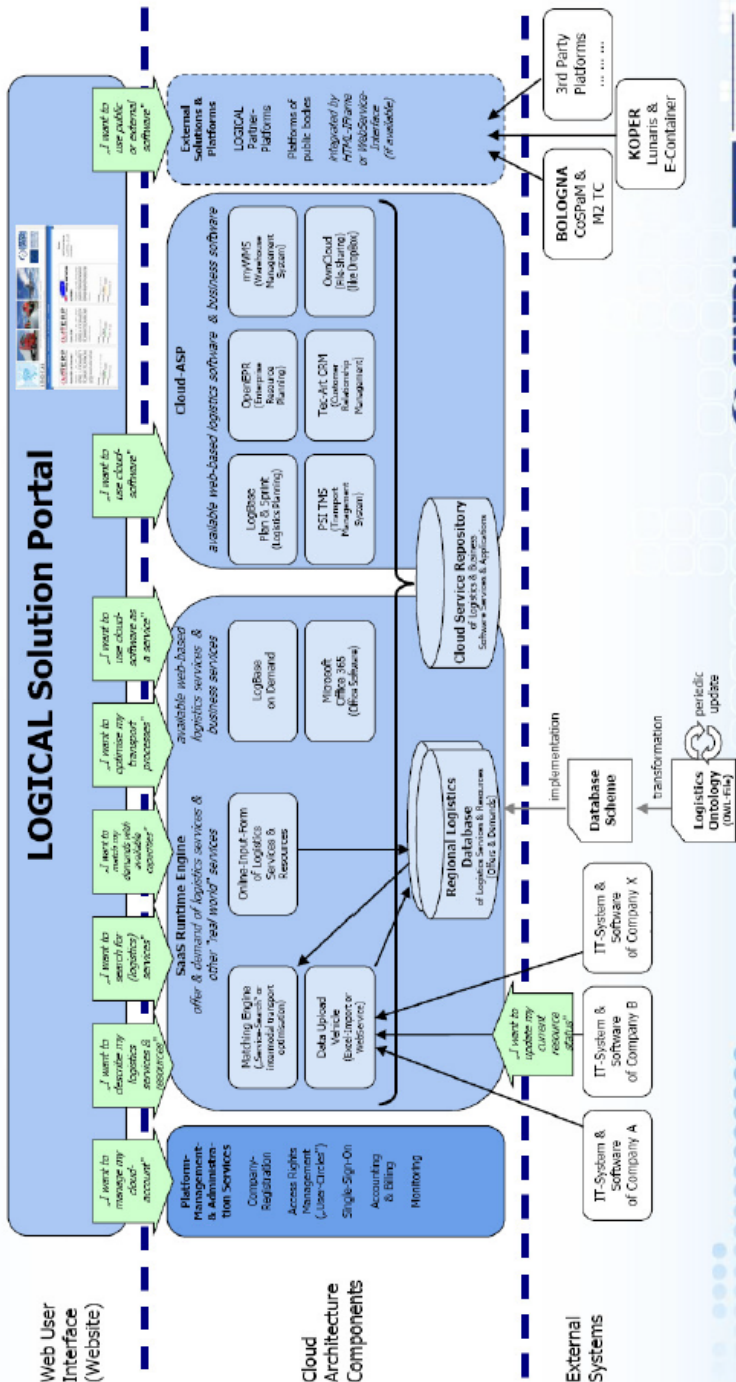
---

<sup>1</sup> Biorąc pod uwagę specyfikę instalacji, nazwy komponentów chmury obliczeniowej podano w wersji angielskiej.



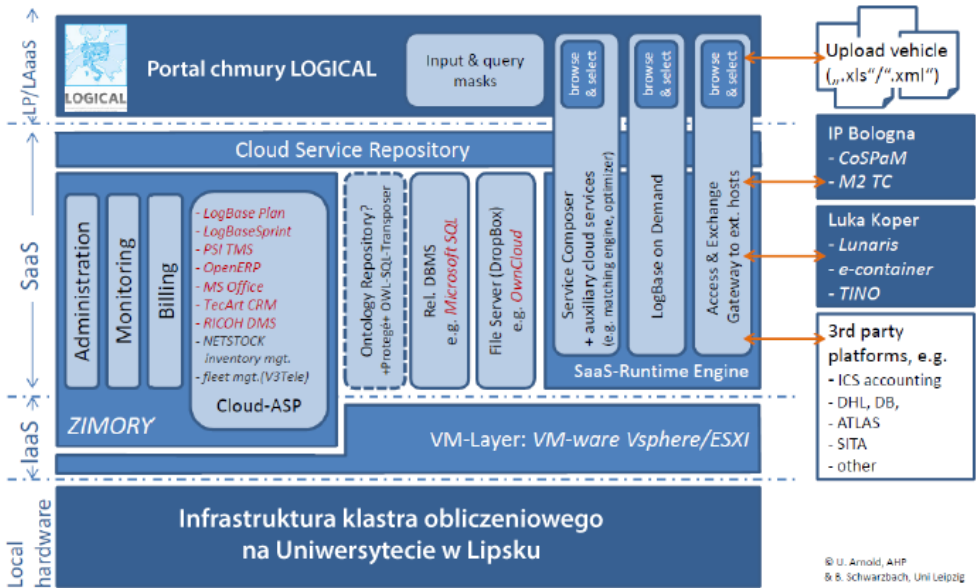
# LOGICAL Architecture Draft

Version 1.0, 2012/07/26, PP3 + PP16



Rys. 1. Ogólna architektura chmury obliczeniowej projektu

Źródło: [Arnold 2012].



Rys. 2. Warstwa drugiego poziomu chmury obliczeniowej w projekcie LOGICAL

Źródło: [Arnold 2012].

siębiorstw logistycznych, zwłaszcza w odniesieniu do pakietów i aplikacji, które wymagają integracji ze środowiskiem chmury obliczeniowej.

Wersja prototypowa chmury obliczeniowej na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu jest zbudowana na platformie VMWare [vSphere 2012], która jest uważana za jedną z najbardziej popularnych platform dla chmur obliczeniowych.

Architekturę platformy VMWare tworzy pewna liczba maszyn wirtualnych, które symulowane są w infrastrukturze fizycznej chmury obliczeniowej. Każda maszyna wirtualna jest niezależna i odizolowana od innych, chociaż może współdzielić z innymi pewne zasoby i wymieniać dane w zdefiniowanych sieciach. VMware umożliwia również symulację logicznych sieci wirtualnych, które łączą się z maszynami wirtualnymi. Ponadto rozmaite urządzenia sprzętowe, a także usługi programowe mogą być emulowane w środowisku chmury obliczeniowej.

Technologia chmury obliczeniowej zapewnia efektywną platformę dla celów obliczeniowych, a także upraszcza zarządzanie danymi i zmniejsza koszty utrzymania systemu [Abramson 2002; Barroso 2007; Chen 2001].

Z logicznego punktu widzenia platforma VMware m.in. zapewnia jednocześnie uruchamianie wielu maszyn wirtualnych, wykorzystuje wirtualne zasoby sprzętowe udostępniane przez VMware z VMkernel, oferuje usługi sieciowe przez Virtual Networking Layer. W wersji prototypowej chmury główne komponenty drugiej warstwy to:

- usługi zarządzania i administrowania platformą powiązane z VMware,

- systemy zarządzania bazami danych, takie jak MySQL, PostgreSQL dostępne w domenie publicznej, Oracle Database Servers dostępny komercyjnie,
- serwery aplikacji, takie jak Apache Tomcat, JBoss w domenie publicznej lub Oracle WebLogic Server, IBM WebSphere dostępny komercyjnie,
- dodatkowe komponenty wymagane przez systemy aplikacyjne; przykładowo systemy rozliczające koszty usług i wykorzystania zasobów.

Opisana architektura chmury obliczeniowej została wykorzystana do udostępnienia usług logistycznych oraz modelowania i symulacji procesów logistycznych.

### 3. Systemy aplikacyjne w chmurze obliczeniowej projektu

Wdrożona na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu chmura obliczeniowa umożliwia w zależności od konkretnych preferencji i wymagań lokalnych przedsiębiorstw logistycznych instalację i integrację systemów aplikacyjnych.

W aktualnej wersji zawarto takie aplikacje i pakiety programowe, jak standardowe oprogramowanie biurowe, systemy ERP, które zarządzają wewnętrzną i zewnętrzną informacją w przedsiębiorstwie, systemy CRM, które zarządzają relacjami firmy z aktualnymi i przyszłymi klientami [Agarwal 2012]. Ponadto w chmurze zostaną udostępnione dalsze aplikacje logistyczne po integracji chmury z centralną chmurą projektu LOGICAL na Uniwersytecie w Lipsku [Arnold 2012]. Aktualnie wśród dostępnych aplikacji zawarto:

- *Microsoft IIS Runtime Engine*. Microsoft Internet Information Server jest serwerem aplikacji internetowych do zarządzania zawartością stron internetowych, w tym webowych aplikacji oraz usług.
- *Microsoft SQL Server*. Microsoft SQL Server jest serwerem relacyjnych baz danych wykorzystywanym przez aplikacje wewnętrzne i zewnętrzne chmury.
- *OwnCloud*. OwnCloud jest systemem zarządzającym środowiskiem chmury obliczeniowej, zwłaszcza przechowywaniem i udostępnianiem danych.
- *Aplikacje dostarczone przez ASP*. Aplikacje te obejmują popularne narzędzia biurowe, takie jak Microsoft Office lub Open Office, typowe systemy użytkowe dla przedsiębiorstw, takie jak systemy ERP czy CRM.
- *OpenERP*. OpenERP jest systemem dostępnym w domenie publicznej do planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP).
- *SALT Solutions: LogBase*. Firma SALT Solutions jest członkiem klastra logistycznego Lipsk-Halle. Udostępnia ona w chmurze systemy takie jak LogBase Plan, LogBase Sprint i opisany dalej LogBase on Demand.
- *PSI: PSItms*. Firma PSI AG jest członkiem klastra logistycznego Lipsk-Halle. Udostępnia ona oprogramowanie front-end dla aplikacji logistycznych.
- *Repozytorium usług w chmurze*. Są to popularne narzędzia zarządzania repozytorium chmury, kontroli dostępu do danych, uwierzytelniania i autoryzacji.
- *Ontologia Repozytorium*. Te usługi aplikacyjne dotyczą zarządzania ontologią repozytorium i danych.

- *Elementy dodatkowe SaaS.* Te usługi aplikacyjne zawierają dodatkowe komponenty niezbędne do podłączenia zewnętrznych systemów logistycznych zaproponowanych przez partnerów projektu lub firmy softwarowe.
- *Optymizator łańcucha dostaw dla multimodalnego transportu.* Zadaniem tego pakietu jest przeprowadzenie wielopoziomowej optymalizacji kosztów łańcucha dostaw, m.in. kosztów produkcji, transportu, dystrybucji i ochrony środowiska, zgodnie z licznymi ograniczeniami dotyczącymi czasu dostawy, objętości, pojemności i rodzajów transportu. Aplikacja ta, realizowana przez zespół Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, jest aktualnie w wersji prototypu i po ukończeniu prac wdrożeniowych będzie prawdopodobnie włączona do oferty usług.

#### 4. Przykład działania portalu LOGICAL

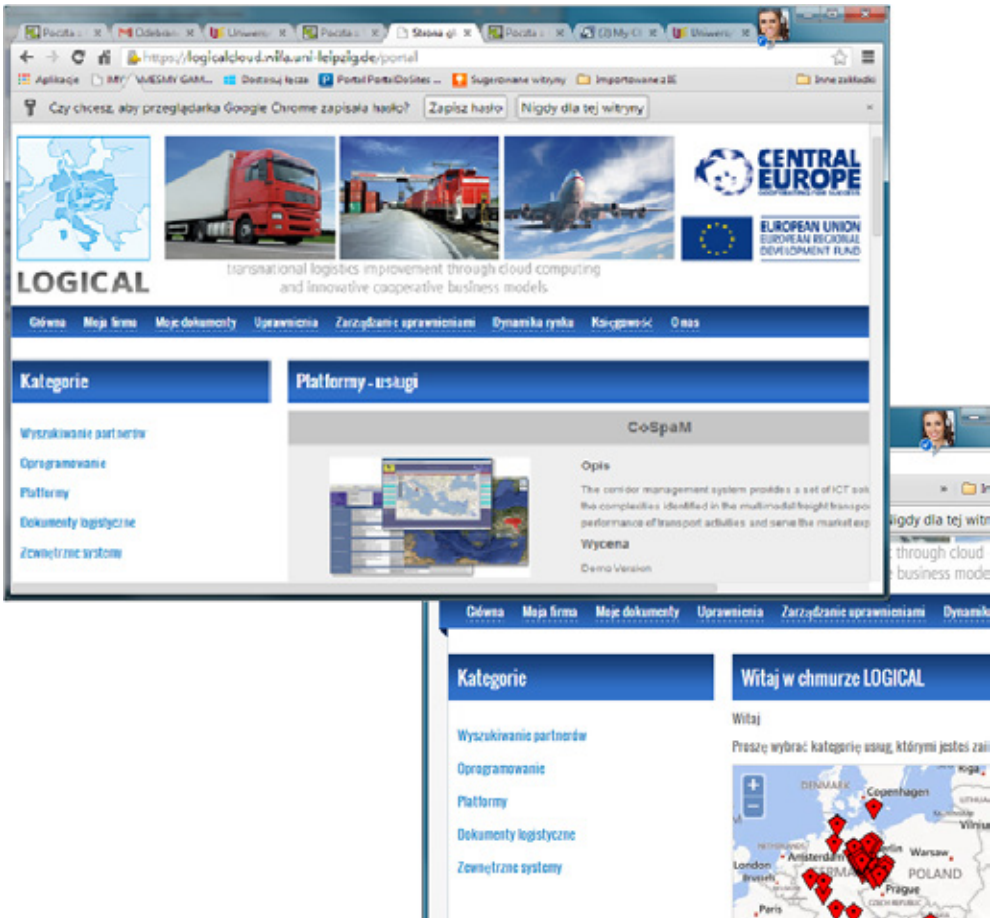
Aktualnie portal chmury obliczeniowej LOGICAL jest dostępny w wersji prototypowej dla partnerów projektu i firm logistycznych pod adresem <http://logicalcloud.wifa.uni-leipzig.de/portal>. Portal, oprócz informacji ogólnej o projekcie, umożliwia wprowadzenie informacji o firmie użytkownika, zarządzanie dokumentami i uprawnieniami, obserwowanie dynamiki rynku (ofert, usług, zasobów), wycenę i fakturowanie usług (rys. 3). Jak pokazano na rysunku, użytkownik po zarejestrowaniu i wyborze języka interfejsu może korzystać z różnych zasobów i aplikacji dostępnych na portalu, np. przeglądać oferty klientów w określonym regionie Europy.

Generalnie usługi chmury obliczeniowej są adresowane do większości MŚP logistycznych, które często nie mają ani środków na zakup sprzętu informatycznego i specjalistycznego oprogramowania, ani specjalistów ICT niezbędnych do utrzymania aplikacji informatycznych. Stąd podstawowymi funkcjonalnościami portalu są: mechanizmy wyszukiwania w bazach danych partnerów biznesowych oraz udostępnianie usług i logistycznych systemów informatycznych. Na rys. 4 pokazano przykład oferty jednego z dostępnych w chmurze systemów: LogBase on Demand firmy SALT Solutions z Drezna.

LogBase on Demand jest typową aplikacją logistyczną zawierającą główne funkcje niezbędne do zarządzania firmą logistyczną, mianowicie:

- utrzymanie bazy danych klientów firmy,
- zarządzanie magazynami i składami,
- zarządzanie flotą transportową,
- monitorowanie zleceń i wysyłek,
- ewidencja zamówień i rozliczenia,
- zarządzanie dokumentacją.

Jako aplikacja informatyczna, LogBase on Demand działa na platformie Windows Azure firmy Microsoft. Dla użytkownika oznacza to wiele udogodnień, m.in. brak dodatkowych prac administracyjnych, zapewnienie poufności i bezpieczeństwa danych gwarantujących działanie nawet w przypadkach przerw w dostawie prądu,



Rys. 3. Przykładowe okno portalu LOGICAL

Źródło: opracowanie własne.

włamania czy awarii sieci. Z punktu widzenia wymiany informacji i przepływu dokumentów LogBase respektuje standardy europejskie. Zaznaczmy, że system może działać zarówno w chmurze LOGICAL, jak i w „prywatnej chmurze” firmy.

Rysunek 4 pokazuje przykładowy zrzut ekranów aplikacji LogBase on Demand. Główne okno aplikacji (po lewej) umożliwia dostęp do głównych funkcji aplikacji. Dolne okno pokazuje użyteczną funkcjonalność związaną z zarządzaniem przepływem dokumentów.

Reasumując, LogBase on Demand pozwala dynamicznie i elastycznie zarządzać firmą logistyczną poprzez progresywne i dostosowane do potrzeb użytkownika rozszerzanie funkcjonalności systemu bez zwiększania złożoności zadań, kosztów i czasu wdrożenia.

The screenshot displays the LogBase OnDemand web interface. The browser window shows the URL `logbase.logicalcloud.wifa.uni-leipzig.de`. The page layout includes a header with navigation icons and a main content area with a grid of service icons. A prominent icon is labeled 'Zamówienia' (Orders). Below the grid, there is a section titled 'Serdecznie witamy w programie' (Warmly welcome to the program) and 'Po prostu' (Simply). The main content area features the 'LOGICAL' logo and the tagline 'transnational logistics improvement through cloud computing and innovative cooperative business models'. A 'Scanned Documents Postprocessing' window is open, showing a search for 'ICT4EDU' and a table with the following columns: AirWaybill Id, Shipper name and address, Airport of departure and requested routing, Airport of destination, Flight date 1, Flight date 2, and Exported. The table content is 'No data available in table'. Below the table, there is a section for 'Opis' (Description) and 'Wycena' (Pricing) with a note: '15 ct. / ANB (already paid with scan)'. The browser's address bar shows the URL `https://logicalcloud.wifa.uni-leipzig.de/portal`.

Rys. 4. Interfejs systemu LogBase on Demand

Źródło: opracowanie własne.

Na portalu LOGICAL jest udostępnionych wiele aplikacji logistycznych. Zakładamy, że ich liczba będzie rosła w miarę zwiększania się liczby klientów chmury obliczeniowej.



## 5. Poufność danych i oszacowanie kosztów usług

Jedną z najważniejszych kwestii w zastosowaniach technologii chmury obliczeniowej jest ochrona i bezpieczeństwo danych. Dotyczy to przechowywania danych, transmisji i wykorzystania danych. Wiele ostatnich raportów badawczych potwierdza wyższy poziom bezpieczeństwa danych w chmurze obliczeniowej niż w klasycznych środowiskach obliczeniowych [Flinn 2001; Fox 1996; Oberheide 2007; Ogness 2003]. Wynika to głównie ze sposobu zarządzania środowiskiem i integracji wielu usług na jednej bezpiecznej platformie.

Platforma VMware zawiera szereg mechanizmów ochrony danych i zabezpieczeń gwarantujących wysoki poziom ochrony danych. Procesy ochrony danych są zarządzane przez vSphere Data Protection. Komponent ten odpowiada przede wszystkim za procesy tworzenia kopii zapasowych i odzyskiwania danych zintegrowanych z VMware vCenter Server. Z technicznego punktu widzenia bezpieczeństwo danych na platformie VMware jest zapewnione przez vSphere Security, który zabezpiecza środowiska vSphere VMware dla vCenter Server lub VMware ESXi [vSphere 2012].

Generalnie koszty usług logistycznych zależą od takich czynników, jak: metody wyceny kosztów, poziomu cen oferowanych przez konkurentów i wartości usług postrzeganej przez klienta. Typowa metoda wyceny usług w logistyce określa koszty świadczenia usługi i kwotę pożądanego zysku. W projekcie w celu oszacowania kosztów usług przeanalizowano koszty bezpośrednie, koszty pośrednie i koszty ogólne. Informacje o cenach usług konkurencji można znaleźć na ich stronach internetowych lub w raportach publicznych, można je również uzyskać z bezpośrednich kontaktów telefonicznych czy opinii współpracowników, którzy wcześniej korzystali z usług konkurentów. Wycena kosztów usługi wymaga ustalenia kosztów pracy, kosztów materiałów i kosztów pośrednich.

W kontekście chmury uniwersyteckiej w oszacowaniu kosztów usług brane będą pod uwagę dane eksploatacyjne platformy i dane handlowe z baz danych systemów informacyjnych uczelni. Generalnie uważa się, że takie podejście pozwala na dokładniejszą estymację kosztów aniżeli w podejściu klasycznym. Wymaga ono jednakże wiarygodnych danych dotyczących statystyki czasu usług, określenia stopnia wykorzystania zasobów infrastruktury i personelu związanego z konkretną usługą logistyczną.

## 6. Stan prac i przyszłe badania

Architektura lokalnej chmury obliczeniowej, jej realizacja i konfiguracja są silnie związane z globalną architekturą chmury projektu LOGICAL [Agarwal 2012]. Architektury chmur obliczeniowych na Uniwersytecie w Lipsku i Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu są obecnie wciąż w wersji prototypowej, opisanej w tym artykule. Projekt jednakże zapewnia możliwości zainstalowania nowych usług i rozbudowy infrastruktury informatycznej.

Prace programowo-wdrożeniowe nad globalną chmurą na Uniwersytecie w Lipsku zostały zakończone. Trwają aktualnie prace integracyjne z lokalnymi chmurami partnerów projektu LOGICAL. Po integracji ostateczna wersja chmury obliczeniowej będzie przedmiotem testów wydajnościowych i walidacji przez potencjalnych użytkowników z MŚP logistycznych.

## Literatura

- Abramson D., Buyya R., Giddy J., 2002, *A computational economy for grid computing and its implementation in the Nimrod-G resource broker*, "Future Generation Computer Systems" 19, 8, s. 1061-1074.
- Agarwal S., 2012, *Semantics and Ontology of Logistic Cloud Services*; © KIT Karlsruhe Institute of Technology, Presentation at LOGICAL International Partner Meeting, Usti (CZ).
- vSphere Security, ESXi 5.1, vCenter Server 5.1, 2012.
- Arnold U., Oberländer J., Schwarzbach B., 2012, *LOGICAL – Development of Cloud Computing Platforms and Tools for Logistics Hubs and Communities*, Proc. FEDCSIS, Wrocław, s. 9-12.
- Barroso L.A., Holze U., 2007, *The Case for Energy-Proportional Computing*, "IEEE Computer" 40, 12.
- Bughin J., Chui M., Manyika J., 2010, *Clouds, big data, and smart assets: Ten tech-enabled business trends to watch*, "McKinsey Quarterly", s. 1-15.
- Chen P.M., Noble B.D., 2001, *When virtual is better than real*, Proc. of the 2001 Workshop on Hot Topics in Operating Systems (HotOS), s. 133-138.
- Flinn J., Narayanan D., Satyanarayanan M., 2001, *Self-tuned remote execution for pervasive computing*, Proc. of the 8th Workshop on Hot Topics in Operating Systems (HotOS-VIII), s. 61-66, Schloss Elmau.
- Fox A., Gribble S.D., Brewer E.A., Amir E., 1996, *Adapting to network and client variability via on-demand dynamic distillation*, ACM SIGPLAN Notices, 31(9), s. 170-180.
- Fraunhofer IML, 2011, *Marktstudie Cloud Computing für die Logistik*, Brochure, www.logistics-mall.de, Dortmund.
- Holtkamp B., Steinbuss S., Gsell H., Loeffler T., 2010, *Towards a Logistic Cloud*, Proc. of Conf. on Semantics Knowledge and Grid, Beijing, s. 305-308.
- Jeffrey K., Neidecker-Lutz B. (eds.), 2010, *The Future of Cloud Computing – Opportunities for European Cloud Computing Beyond 2010*, Expert Group Report, European Commission, DG INFSO.
- Korczak J., Lipiński P., 2013, *Cloud architecture for logistic services*, "Polish Journal of Management Studies", vol. 8, s. 130-138.
- Kunz T., Omar S., 2000, *A mobile code toolkit for adaptive mobile applications*, Proc. of the 3rd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Monterey, s. 51-59.
- Nurmi D., Wolski R., Grzegorzczak C., Obertelli G., Soman S., Youseff L., Zagrodinov D., 2008, *Euclalyptus*, Technical Report on an Elastic Utility Computing Architecture Linking Your Programs to Useful Systems, Tech. Rep. 2008-10, University of California.
- Oberheide J., Cooke E., Jahanian F., 2003, *Rethinking antivirus: Executable analysis in the network cloud*, Proc. of the 2<sup>nd</sup> USENIX Workshop on Hot Topics in Security (HotSec 2007).
- Ogness J., 2003, *Dazuko – An open solution to facilitate on-access scanning*, Virus Bulletin.
- Steinbuß S., Weißenberg N., 2013, *Service Design and Process Design for the Logistics Mall Cloud*, Principles, Methodologies, and Service-Oriented Approaches for Cloud Computing, eds. X. Yang, L. Liu, s. 196-206.

## **ARCHITECTURE OF COMPUTING CLOUD – LOGICAL PROJECT**

**Summary:** This paper describes the organization of the local cloud computing environment at the University of Leipzig and Wrocław University of Economics, developed in the framework of the LOGICAL research project. In particular, the architecture of the main components of the cloud portal are described as well as their references to VMWare software. An example of logistics application – LogBase on Demand – is shortly presented.

**Keywords:** cloud computing architecture, logistic services, cloud portal, data security.