

TOMASZ GÓRSKI¹

Specyfikacja wymagań dla chmury akademickiej w Centrum Studiów Zaawansowanych Inżynierii Systemów WAT

1. Wstęp

Przedmiotem artykułu jest przygotowanie specyfikacji wymagań dla złożonego rozwiązania informatycznego na przykładzie projektu „Przebudowa budynku nr 65 na cele Centrum Studiów Zaawansowanych Inżynierii Systemów WAT w Warszawie” (POIS.13.01.00–00–007/12). Projektem tym kierował autor artykułu w okresie od 01.01.2013 do 31.12.2015 na podstawie pełnomocnictwa Rektora Wojskowej Akademii Technicznej nr 241/RKR/P/2012. Projekt był realizowany w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007–2013, działanie 13.1 „Infrastruktura szkolnictwa wyższego” z kwotą dofinansowania ze środków unijnych 37 347 447,00 PLN. Na realizację kluczowych zakupów sprzętu i wyposażenia miały wpływ trzy główne czynniki. Pierwszym był krótki czas realizacji, kolejnym – innowacyjność i złożoność wdrażanych rozwiązań. Wymagała ona najbardziej aktualnej, a zarazem szerokiej wiedzy oraz umiejętności przewidywania kierunków rozwoju technologii przy specyfikacji wymagań na zakupywany sprzęt i oprogramowanie. Bardzo istotnym czynnikiem była potrzeba stosowania ustawy Prawo zamówień publicznych² oraz procedur unijnych³, które są zdecydowanie bardziej restrykcyjne niż standardowe procedury uczelniane.

W artykule przedstawiono opis zakresu największego postępowania przetargowego w projekcie POIS.13.01.00–00–007/12. Kolejny rozdział zawiera wytyczne i dobre praktyki, które sprawdziły się przy specyfikacji wymagań na tak złożone rozwiązanie informatyczne. Artykuł jest zakończony podsumowaniem.

¹ Akademia Marynarki Wojennej, Instytut Uzbrojenia Okrętowego i Informatyki.

² Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw (DzU 2016, poz. 1020).

³ Krajowe wytyczne dotyczące kwalifikowania wydatków w ramach Funduszy, Strukturalnych i Funduszu Spójności w okresie programowania 2007–2013.

2. Opis zakresu postępowania przetargowego

Celem projektu POIS.13.01.00–00–007/12 była przebudowa budynku nr 65 Wojskowej Akademii Technicznej (WAT), dostosowanie go do potrzeb dydaktycznych i utworzenie w nim Centrum Studiów Zaawansowanych Inżynierii Systemów (CSZIS). Działania Centrum Studiów Zaawansowanych Inżynierii Systemów WAT będą się koncentrować na kształceniu informatyków z rozszerzonym programem zagadnień architektonicznych konstruowania złożonych systemów. Istotnym celem jest także budowa kompetencji i rozwój współpracy partnerskiej z wiodącymi światowymi producentami oprogramowania.

Jednym z głównych wyzwań projektu było przygotowanie największego postępowania przetargowego obejmującego prace budowlane, dostawę i uruchomienie sprzętu oraz oprogramowania i przeprowadzenie szkoleń specjalistycznych. Celem tego postępowania było wyłonienie wykonawcy, który miał zbudować kompletne środowisko informatyczne wraz z adaptacją wskazanego pomieszczenia (sala 04 w budynku nr 65), gdzie będzie się znajdować infrastruktura informatyczna niezbędna do zbudowania rozwiązania – chmury akademickiej (rysunek nr 1). Szacowana wartość zamówienia przekraczała 20 000 000 złotych.

Celem chmury akademickiej jest dostarczenie następujących funkcjonalności:

- chmura projektowa, której zadaniem jest dostarczanie infrastruktury oraz oprogramowania na potrzeby stworzenia platformy pozwalającej na budowanie środowisk deweloperskich służących zarówno do prowadzenia aktywności dydaktycznej, jak i do badań naukowych. Chmura projektowa ma umożliwiać tworzenie co najmniej następujących środowisk: Relacyjna baza danych (RBD), Platforma aplikacji Java (PAJ), Platforma integracyjna (PI), Modelowanie procesów biznesowych (MPB), Silnik procesów biznesowych (SPB), Środowisko zarządzania całym cyklem wytwórczym oprogramowania (CWO).
- chmura obliczeniowa – jej celem jest dostarczanie rozwiązań HPC (ang. *High Performance Computing*) na potrzeby edukacyjne i dla badań naukowych. Ze względu na różnorodność zadań, jakie będą realizowane przez wysoce specjalizowany sprzęt HPC, konieczne jest zapewnić oprogramowania zarządzającego środowiskiem HPC, umożliwiającego zarządzanie zadaniami realizowanymi w tym środowisku.
- wirtualne desktopy umożliwiające dostęp do zasobów chmury akademickiej i obliczeniowej zarówno ze stanowisk znajdujących się w salach laboratoryjnych, jak i z komputerów pracujących w sieci kampusu akademickiego.



Rysunek 1. Serwerownia – sprzęt komputerowy do obsługi chmury obliczeniowej, chmury projektowej, wirtualnych desktopów oraz systemu kopii zapasowych

Źródło: materiały promocyjne projektu POIS.13.01.00–00–007/12.

Rozwiązanie musiało mieć zapewniony system kopii zapasowych.

Aby zapewnić możliwość instalacji sprzętu oraz oprogramowania wymagane będzie dostosowanie przestrzeni serwerowni w zakresie (rysunek 2):

- chłodzenia,
- zasilania,
- podłogi technicznej,
- gaszenia.

Rozwiązanie musiało składać się z następujących komponentów sprzętowej infrastruktury informatycznej: Sieć SAN (ang. *Storage Area Network*), Sieć LAN (ang. *Local Area Network*), System kopii zapasowych, Pamięć masowa, Serwery sprzętowe.

Ponadto wymagane było przeprowadzenie szkoleń dla administratorów serwerowni oraz pracowników naukowo-dydaktycznych z dostarczonego oprogramowania specjalistycznego. W sumie ponad 40 szkoleń różnego rodzaju.



Rysunek 2. Serwerownia – system podtrzymywania zasilania, system gaszenia oraz system chłodzenia.

Źródło: materiały promocyjne projektu POIS.13.01.00–00–007/12.

3. Dobre praktyki przy specyfikacji wymagań

Podstawowym aktem prawnym, przestrzegany w czasie realizacji rozwiązania, była ustawa Prawo zamówień publicznych⁴. Zgodnie z tą ustawą zakupy tego rodzaju muszą być realizowane w formie przetargu publicznego. Ze względu na wytyczne unijne jedynym dopuszczalnym trybem postępowania, zapewniającym kwalifikowalność wydatków, był tryb nieograniczony.

Przygotowanie i przeprowadzenie takiego postępowania przetargowego wymaga czasu. Specyfikację wymagań dla rozwiązania poprzedzała analiza przedsięwzięcia oraz analiza rynku. Istotne było uruchomienie postępowania nie za wcześnie, ponieważ zakupiony sprzęt szybko się starzeje. Należy tu zwrócić uwagę na terminy wprowadzania nowych wersji kluczowym elementów sprzętowych, np. procesorów. Z drugiej strony przetarg należy ogłosić na tyle wcześnie, aby miał szansę się rozstrzygnąć i by umowa mogła zostać zrealizowana w okresie kwalifikowalności wydatków. Sam okres publikacji ogłoszenia o postępowaniu to 40 dni.

⁴ Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw (DzU 2016, poz. 1020).

W celu pozytywnej realizacji rozwiązania istotne było wyodrębnienie wszystkich niezbędnych elementów i prac w ramach jego budowy.

Dokumentacja przetargowa składała się z następujących elementów:

- Wniosek o wszczęcie postępowania w sprawie udzielenia zamówienia publicznego od kwoty większej od 207 000 euro,
- załącznik nr 1: Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia – opis przedmiotu zamówienia określony zgodnie z art. 29, 30 i 31 ustawy Prawo zamówień publicznych;
- załącznik nr 2: „Wymagania techniczne na systemy infrastruktury i serwerownię”;
- załącznik nr 3: Projekt umowy;
- planowane koszty robót budowlanych (PKRB), w tym Szacowanie wartości zamówienia opracowania dokumentacji projektowej (PW);
- dane z analizy rynku – szacowanie kosztu rozwiązania.

Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia w przetargu „Dostawa sprzętu i oprogramowania oraz wdrożenie serwerowni” został podzielony na następujące elementy:

- wykonanie systemów infrastruktury wyposażenia serwerowni według parametrów zawartych w załączniku nr 2 do wniosku „Wymagania techniczne na systemy infrastruktury i serwerownię” w punkcie nr 3.
- Dostarczenie i uruchomienie sprzętu i oprogramowania dla serwerowni według parametrów zawartych w załączniku nr 2 do wniosku „Wymagania techniczne na systemy infrastruktury i serwerownię” w punkcie nr 2.
- Wdrożenie (uruchomienie) funkcjonalne serwerowni według parametrów zawartych w załączniku nr 2 do wniosku „Wymagania techniczne na systemy infrastruktury i serwerownię” w punkcie nr 4.

W projekcie inwestycyjnym podstawowym zadaniem Kierownika Projektu jest zrealizowanie wszystkich zaplanowanych zakupów sprzętu i wyposażenia. Kompletną listę takiego sprzętu i wyposażenia określa załącznik 18 do umowy o dofinansowanie „Zestawienie rzeczowo-wartościowe” (załącznik nr 18). W przypadku tego projektu lista ta zawierała 311 pozycji z określeniem rodzaju środka trwałego: zainstalowany na stałe w ramach projektu (T), przenośny środek trwały (P), wartości niematerialne i prawne (N). Opisywane postępowanie obejmowało ok. 50 pozycji z załącznika nr 18.

Podstawową kwestią dla kierownika projektu staje się dobór osób do zespołu zarządzającego projektem. Grupa ds. zamówień publicznych liczyła docelowo 2 osoby, które zostały dobrane przez Kierownika Projektu z Sekcji Zamówień Publicznych WAT. Początkowo była to osoba z administracji Wydziału Cybernetyki,

która nie miała doświadczenia w realizacji złożonych przetargów i unikała uczestnictwa w postępowaniach przetargowych.

Interdyscyplinarność postępowania wymagała otwartości na nową wiedzę i umiejętności analitycznego myślenia. W przygotowaniu postępowania uczestniczył Kierownik Projektu w zakresie zagadnień informatycznych, osoba z grupy ds. zamówień publicznych, osoby z grupy ds. nadzoru inwestorskiego w obszarach robót konstrukcyjno-budowlanych, instalacji elektrycznych i sanitarnych.

Pomocne w postępowaniu było doświadczenie Kierownika Projektu z zakresu specyfikacji wymagań na złożone systemy informatyczne. Bardzo przydatna okazała się umiejętność systematycznej, długotrwałej pracy nad pojedynczym złożonym zagadnieniem. Opisujący przetarg⁵ budowy chmury akademickiej za ponad 20 mln złotych przygotowywano merytorycznie ponad rok. Konkurs ofert przeszedł kontrolę *ex-ante* Instytucji Pośredniczącej bez uwag. Przetarg nieograniczony ogłoszono i rozstrzygnięto za pierwszym razem bez protestów. Ponadto po rozstrzygnięciu przetarg przeszedł ponowną kontrolę *ex-post* Instytucji Pośredniczącej, także bez uwag.

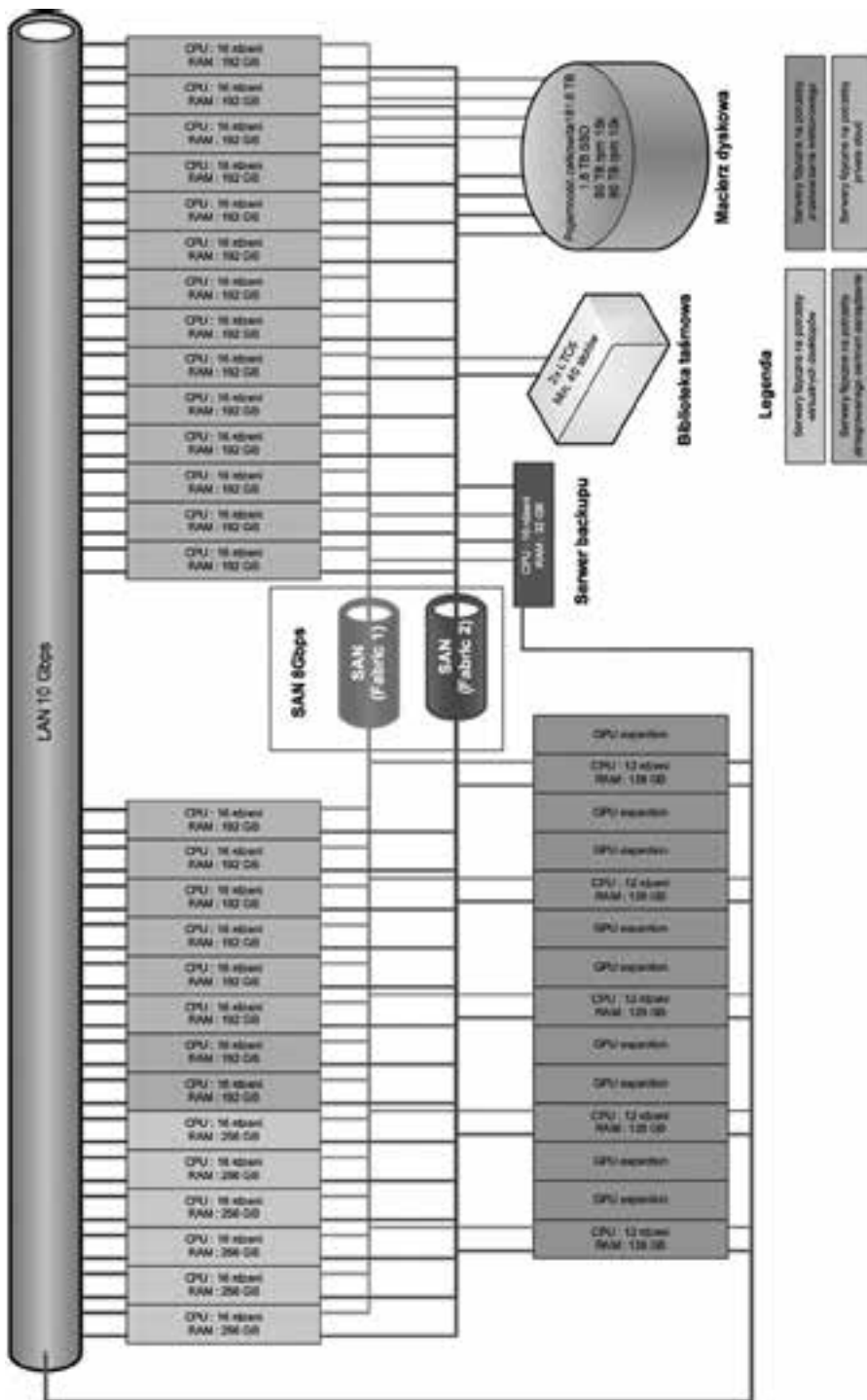
Pomocnym przy szacowaniu parametrów serwerowni oraz jej wyceny było wykonanie wstępnego studium wykonalności rozwiązania w postaci ogólnego projektu rozwiązania informatycznego (rysunek 3).

Bardzo istotne było sukcesywne występowanie do Instytucji Pośredniczącej o przenoszenie kwot z oszczędności na podniesienie jakości zakupywanego wyposażenia lub zwiększanie ilości przewidzianych pozycji z załącznika nr 18. W ten sposób podniesiono jakość wdrażanego rozwiązania. Kwota pierwotnie przewidzianego budżetu na opisywane postępowanie zwiększyła się o ok. 25%. Dzięki temu można było zakupić m.in. najnowszą pamięć IBM Flash System 900 o parametrach: pojemność – 32 TB, czas zapisu – 90 μ s, przepustowość – 10 GB/s, pobór energii – 625 W, oraz wdrożyć rozwiązanie *Storage as a Service*.

Istotne znaczenie miały dane wprowadzone we Wniosku o wszczęcie postępowania w sprawie udzielenia zamówienia publicznego od kwoty większej od 207 000 euro. Jednym z kluczowych elementów są terminy realizacji umowy. Termin zrealizowania zamówienia podzielony został na dwa etapy:

- do 90 dni od dnia podpisania umowy – wykonanie systemów infrastruktury wyposażenia serwerowni (pozycja nr 1 SOPZ) oraz dostarczenie i uruchomienie sprzętu i oprogramowania dla serwerowni (pozycja nr 2 SOPZ) – etap nr 1;

⁵ Urząd Zamówień Publicznych.pl, https://www.uzp.gov.pl/_data/assets/pdf_file/0028/31987/tekst_ujednnolicony_22.06.2016.pdf (10.10.2016).



Rysunek 3. Serwerownia – fragment wstępnego projektu rozwiązania sprzętowego

Źródło: opracowanie własne.

- do 180 dni od dnia podpisania umowy – wdrożenie (uruchomienie) funkcjonalne serwerowni (pozycja nr 3 SOPZ) – etap nr 2.

We wniosku określono szczególne warunki, na jakich wykonawcy mogą przystąpić do udziału w postępowaniu, oraz wykaz dokumentów na ich potwierdzenie.

W zakresie posiadania wiedzy i doświadczenia:

- Zamawiający uzna spełnienie warunku, jeżeli Wykonawca w okresie ostatnich trzech lat przed upływem terminu składania ofert, a jeżeli okres prowadzenia działalności jest krótszy – w tym okresie: wykonał co najmniej 2 dostawy obejmujące swoim zakresem sprzęt komputerowy i oprogramowanie dla serwerowni o wartości nie mniejszej niż 13 000 000 zł brutto każda oraz załączy dowody potwierdzające, że te dostawy zostały wykonane lub są wykonywane należycie. Przez jedną dostawę Zamawiający rozumie realizację jednej odrębnej umowy.
- Zamawiający uzna spełnienie warunku, jeżeli Wykonawca w okresie ostatnich trzech lat przed upływem terminu składania ofert, a jeżeli okres prowadzenia działalności jest krótszy – w tym okresie: wykonał co najmniej 1 usługę obejmującą swym zakresem uruchomienie funkcjonalne serwerowni, o wartości nie mniejszej niż 2 000 000 zł brutto oraz załączy dowody potwierdzające, że ta usługa została wykonana lub jest wykonywana należycie. Przez jedną usługę Zamawiający rozumie realizację jednej odrębnej umowy.
- Zamawiający uzna spełnienie warunku, jeżeli Wykonawca w okresie ostatnich pięciu lat przed upływem terminu składania ofert, a jeżeli okres prowadzenia działalności jest krótszy – w tym okresie: wykonał co najmniej 1 robotę budowlaną obejmującą swym zakresem wykonanie systemów infrastruktury serwerowni o wartości nie mniejszej niż 1 000 000 zł brutto oraz załączy dowody potwierdzające, że ta robota budowlana została wykonana lub jest wykonywana należycie. Przez jedną robotę budowlaną Zamawiający rozumie realizację jednej odrębnej umowy.

W zakresie dysponowania odpowiednim potencjałem technicznym oraz osobami zdolnymi do wykonania zamówienia:

- Zamawiający uzna spełnienie warunku, jeżeli Wykonawca załączy wykaz osób, które będą uczestniczyć w wykonywaniu zamówienia, w szczególności odpowiedzialnych za prawidłową realizację prac, wraz z informacjami na temat ich kwalifikacji zawodowych, doświadczenia i wykształcenia niezbędnych do wykonania zamówienia, a także zakresu wykonywanych przez nie czynności, oraz informacją o podstawie do dysponowania tymi osobami oraz załączy oświadczenia, że osoby, które będą uczestniczyć w wykonywaniu zamówienia, posiadają wymagane uprawnienia: kierownik robót

teletechnicznych, kierownik robót konstrukcyjno-budowlanych (pełniący jednocześnie funkcję kierownika budowy), kierownik robót sanitarnych, kierownik robót elektrycznych, projektant w specjalności architektonicznej, projektant w specjalności sanitarnej, projektant w specjalności elektrycznej, projektant w specjalności teletechnicznej, rzeczoznawca ppoż.

Ponadto Zamawiający uzna spełnienie warunku, jeżeli Wykonawca przedstawi wykaz osób, które będą uczestniczyć w wykonywaniu zamówienia oraz oświadczenia, z których będzie wynikać, że Wykonawca dysponuje bądź będzie dysponował co najmniej:

- dwoma osobami posiadającymi certyfikat w zakresie wdrażania i utrzymania oferowanego systemu backupu,
- dwoma osobami posiadającymi certyfikat w zakresie wdrażania i utrzymania oferowanej macierzy dyskowej,
- dwoma osobami posiadającymi certyfikat w zakresie wdrażania i utrzymania oferowanej biblioteki taśmowej,
- jedną osobą kierującą realizacją zamówienia po stronie Wykonawcy, posiadającą certyfikat PRINCE 2⁶,

Wykonawca złoży oświadczenie, że osoby, które będą uczestniczyć w wykonywaniu zamówienia, posiadają wymagane uprawnienia.

W zakresie sytuacji ekonomicznej i finansowej Zamawiający uzna spełnienie warunku, jeżeli Wykonawca:

- posiada środki finansowe lub dysponuje zdolnością kredytową w wysokości min. 20 000 000 zł brutto,
- dysponuje opłaconą polisą, a w przypadku jej braku innym dokumentem potwierdzającym, że wykonawca jest ubezpieczony od odpowiedzialności cywilnej w zakresie prowadzonej działalności związanej z przedmiotem zamówienia na kwotę min. 10 000 000 zł brutto.

W zakresie innych wymaganych dokumentów Zamawiający uzna spełnienie warunku, jeżeli Wykonawca posiada: certyfikat ISO 9001 lub równoważny, certyfikat ISO 27001 lub równoważny.

Ustalono wadium w postępowaniu. Wykonawca zobowiązany był także do jednoznacznego określenia zaoferowanych w ofercie produktów i scharakteryzowania ich poprzez wskazanie np. konkretnego wyrobu, określenie marki, modelu, znaku towarowego, nazwy producenta oraz innych przypisanych wyłącznie temu produktowi cech. Wykonawca był zobowiązany wskazać w ofercie wykaz

⁶ Axelos.com, <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/prince2> (10.10.2016).

wszystkich oferowanych urządzeń i oprogramowania z przypisaniem do odpowiedniej pozycji ze Szczegółowego Opisu Przedmiotu Zamówienia.

Przyjęto następujące kryteria oceny ofert z przypisanymi wagami:

- cena – 40%,
- całkowita wielkość pamięci RAM – 20%,
- całkowity rozmiar przestrzeni dyskowej – 20%,
- maksymalna długość czasu podtrzymywania UPS – 20%.

Aby ocenić oferty, wprowadzono oznaczenia oraz określono warunki konieczne określające ważność oferty, które dopuszczały ją do udziału w ocenie (rysunek 4).

Oznaczenia:

i – numer oferty,

$i = \overline{1, Z}$; gdzie Z – liczba złożonych ofert.

j – numer ważnej złożonej oferty,

$j = \overline{1, W}$; gdzie W – liczba złożonych ważnych ofert.

Warunki konieczne określające ważność oferty i dopuszczające do oceny ofert:

$$h_i \geq h_{\min} \quad (1);$$

gdzie: h_i – rozmiar przestrzeni dyskowej i – tej oferty;

h_{\min} – minimalny rozmiar przestrzeni dyskowej określona w SIWZ;

$$r_i \geq r_{\min} \quad (2);$$

gdzie: r_i – wielkość pamięci RAM i – tej oferty;

r_{\min} – minimalna wielkość pamięci RAM określona w SIWZ;

$$u_i \geq u_{\min} \quad (3);$$

gdzie: u_i – długość czasu podtrzymywania UPS i – tej oferty;

u_{\min} – minimalna długość czasu podtrzymywania UPS określona w SIWZ;

Rysunek 4. Warunki konieczne ważności ofert

Źródło: opracowanie własne.

Oferta, aby mogła być uznana za ważną, musi spełniać wszystkie warunki określone nierównościami (1), (2), (3). Sposób wyliczenia liczby punktów każdej oferty określa równanie (4) (rysunek 5).

p_j – liczba punktów j – tej oferty;

$p_j = \overline{1,100}$;

$$p_j = 40 \times k_j^c + 20 \times k_j^h + 20 \times k_j^r + 20 \times k_j^u \quad (4);$$

gdzie:

k_j^c – współczynnik ceny j – tej oferty.

$$k_j^c = 1 - \frac{c_j - \min_j c_j}{\max_j c_j - \min_j c_j}$$

k_j^h – współczynnik rozmiaru przestrzeni dyskowej j – tej oferty.

$$k_j^h = \frac{h_j - h_{\min}}{\max_j h_j - h_{\min}}$$

k_j^r – współczynnik wielkości pamięci RAM j – tej oferty.

$$k_j^r = \frac{r_j - r_{\min}}{\max_j r_j - r_{\min}}$$

k_j^u – współczynnik czasu podtrzymywania UPS j – tej oferty.

$$k_j^u = \frac{u_j - u_{\min}}{\max_j u_j - u_{\min}}$$

Rysunek 5. Równanie (4) wyliczające wartości kryteriów oceny ofert

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Podsumowując: największy przetarg obejmujący prace budowlane, dostawę i uruchomienie sprzętu oraz oprogramowania i przeprowadzenie szkoleń specjalistycznych, na kwotę ponad 20 000 000 złotych, w projekcie POIS.13.01.00–00–007/12, przygotowano, przeprowadzono i rozstrzygnięto pozytywnie za pierwszym razem.

Przygotowany przetarg przeszedł kontrolę *ex-ante* Instytucji Pośredniczącej bez uwag. Ponadto po rozstrzygnięciu przetarg ten przeszedł ponowną kontrolę *ex-post* Instytucji Pośredniczącej, także bez uwag.

Przygotowanie i przeprowadzenie tego postępowania oraz realizacja umowy z nim związanej zajęły 2 lata.

Chmura akademicka umożliwi kadrze naukowej i studentom tworzenie platform aplikacyjnych i środowisk deweloperskich. Dostęp do zasobów chmury akademickiej zapewniony będzie dla 500 jednocześnie pracujących użytkowników. Chmura ta udostępni wysoko wydajne środowisko obliczeniowe wykorzystujące procesory graficzne (ang. *High Performance Computing*).

Należy też dodać, że cały projekt POIS.13.01.00–00–007/12 został zrealizowany w założonym czasie i w określonym budżecie. Wykonano pełen zakres tego projektu.

Bibliografia

Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw (DzU 2016, poz. 1020).

Krajowe wytyczne dotyczące kwalifikowania wydatków w ramach Funduszy, Strukturalnych i Funduszu Spójności w okresie programowania 2007–2013.

Źródła sieciowe

Urząd Zamówień Publicznych.pl, https://www.uzp.gov.pl/__data/assets/pdf_file/0028/31987/tekst_ujednnolicony_22.06.2016.pdf (10.10.2016).

Axelos.com, <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/prince2> (10.10.2016).

* * *

Requirements' Specification for the Academic Cloud of the MUT Centre for Advanced Studies in Systems Engineering

Abstract

The article describes the requirements' specification for the academic cloud of the Centre for Advanced Studies in Systems Engineering (CASE) at the Military University of Technology. The project POIS.13.01.00–00–007 / 12 was financed from the Operational Programme Infrastructure and Environment 2007–2013, activity 13.1 “Infrastructure of higher education”. During the project, it was necessary to conduct a series of public tenders to purchase and deploy the hardware and equipment of CASE. The author introduces the issue of the requirements' specification for the biggest tender and its conducting in order to build and run the academic cloud. The article presents the scope of the tender. The author describes the best practices that have proven effective in the planning, preparation and conducting of the tender procedure. They were crucial to the positive outcome of the tender for the first time and without appeals.

Keywords: requirements specification, unlimited public tender, cloud computing