

PAWEŁ CHROBAK<sup>1</sup>, HELENA DUDYCZ<sup>2</sup>

# Obniżenie kosztów utrzymania infrastruktury serwerowej w instytucjach publicznych z wykorzystaniem rozwiązań hiperkonwergentnych

## Streszczenie

Utrzymywanie klasycznej 3-warstwowej infrastruktury serwerowej w organizacjach, szczególnie w instytucjach publicznych, często posiadających mocno ograniczony budżet IT oraz borykających się z brakiem personelu administracyjnego, jest wyzwaniem, któremu niejednokrotnie nie są w stanie sprostać. Nowe rozwiązania oraz możliwości utrzymywania aplikacji, wzrost popularności rozwiązań chmurowych i problemy utrzymywania działów IT powodują, że menedżerowie odpowiedzialni za utrzymywanie infrastruktury coraz częściej szukają sposobów, które umożliwią rozwiązanie tych problemów. Celem artykułu jest wskazanie możliwości obniżenia kosztów utrzymania infrastruktury serwerowej w instytucjach publicznych poprzez zastosowanie rozwiązań hiperkonwergentnych. Niniejszy artykuł przedstawia ograniczenia modelu klasycznego oraz zalety nowych rozwiązań hiperkonwergentnych. Autorzy dokonują uproszczonej analizy porównawczej kosztów wdrożenia i utrzymania obu podejść tworzenia infrastruktury serwerowej w instytucjach publicznych. Przeprowadzone badania pozwalają na przedstawienie realnych korzyści organizacyjnych oraz kosztowych wynikających z zastosowania modelu serwerowni z użyciem rozwiązań hiperkonwergentnych.

**Słowa kluczowe:** hiperkonwergencja, HCI, VDI, SDS, VSAN, instytucje publiczne

## 1. Problemy i wyzwania współczesnych działów utrzymania IT w organizacjach publicznych

Nowości i związane z tym zmiany w obszarze rozwiązań infrastruktury IT dobrze obrazują dynamikę przeobrażeń w obecnych organizacjach. Na zmiany o charakterze technologicznym, jak chociażby rosnąca popularność rozwiązań

---

<sup>1</sup> Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów, Katedra Technologii Informacyjnych, Pawel.Chrobak@ue.wroc.pl.

<sup>2</sup> Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów, Katedra Technologii Informacyjnych, Helena.Dudycz@ue.wroc.pl.

określanych jako rozwiązania definiowane programowo, nakładają się zmiany całej wizji utrzymywania infrastruktury posiadanego systemu informatycznego, a w szczególności koncepcja jego przenoszenia do chmur publicznych czy też tworzenia elastycznych chmur hybrydowych. Przyświeca temu wizja paradygmatu aplikacyjnego, gdzie najważniejsze jest oprogramowanie, natomiast mniej istotne, wręcz drugorzędne, staje się, gdzie będzie ono uruchamiane, w środowisku lokalnym, zdalnym czy też w chmurze obliczeniowej. Współczesne działy IT ulegają presji porównywania kosztów utrzymania aplikacji w środowisku lokalnym do kosztu ich utrzymywania w środowiskach chmurowych. O ile firmy, zwłaszcza prywatne, mają większą elastyczność w obieraniu kierunku rozwoju własnej infrastruktury informatycznej, to organizacje publiczne, które mają dużo wrażliwych danych swoich obywateli, muszą zdecydowanie bardziej zastanowić się nad wyborem właściwego modelu funkcjonowania oprogramowania oraz posiadanych baz danych.

Sytuację dodatkowo komplikują zmiany na rynku pracy. Jeszcze 10 lat temu kierownicy działów IT nie mieli problemów z zatrudnianiem i utrzymywaniem administratorów, mimo że dysponowali mniejszymi budżetami niż firmy prywatne. Dziś problem braku kadr w tym obszarze szczególnie ich dotyka. Zmiany i niedobór osób mogących pełnić rolę administratorów systemów informatycznych na rynku pracy spowodowały w ostatnich latach duży wzrost wynagrodzeń dla tej grupy pracowników, czego skutkiem ubocznym jest migracja pracowników do sektora prywatnego, oferującego lepsze warunki pracy.

Propozycją na rozwiązanie problemu pozyskiwania administratorów systemów w instytucjach publicznych może być zmiana koncepcji utrzymania infrastruktury serwerowej. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji oraz analizy porównawczej kosztów zakupu i utrzymania infrastruktury hiperkonwergentnej (zwanej dalej skrótowo HCI – *Hyper-Converged Infrastructure*). Skoncentrowano się na trzech głównych aspektach szczególnie istotnych w organizacjach publicznych, tj. (1) kosztach zakupu oraz utrzymania takiej infrastruktury, (2) kosztach administracyjnych (personalnych) oraz (3) elastyczności i możliwości liniowego skalowania infrastruktury. Na początku omówiono klasyczny model infrastruktury obliczeniowej w serwerowniach i jego ograniczenia, a następnie zaprezentowano model hiperkonwergentny. W dalszej części artykułu przedstawiono korzyści ekonomiczne i organizacyjne wynikające z implementacji rozwiązań opartych na modelu hiperkonwergentnym, a także omówiono przeprowadzone badania dotyczące porównania kosztów wdrożenia i utrzymania infrastruktury Data Center dla przykładowej instytucji publicznej. Artykuł kończy podsumowanie.

## 2. Klasyczny model infrastruktury obliczeniowej w serwerowniach i jego ograniczenia

Powszechnie znanym, sprawdzonym i stosowanym modelem budowy infrastruktury obliczeniowej w serwerowniach jest tzw. model 3-warstwowy (3-Tier) dzielący poszczególne komponenty tej infrastruktury na trzy odrębne obszary (tzw. silosy):

- warstwę obliczeniową – zawierającą serwery obliczeniowe niezależnie od realizowanych przez nie funkcji,
- warstwę sieciową – na którą najczęściej składają się dwie niezależne sieci tj.: LAN (*Local Area Network* – lokalna sieć Ethernet), służąca do przesyłania danych siecią Ethernet, oraz sieć SAN (*Storage Area Network*), służąca do połączenia macierzy z serwerami i udostępniania blokowego dostępu do danych,
- warstwę przechowywania danych – w postaci macierzy, najczęściej o dostępie blokowym, które oprócz przechowywania i udostępniania danych serwerom, realizują funkcje pomocnicze, takie jak: bezpieczne przechowywanie danych (np. kopii migawkowych), replikacja na inne macierze, powielanie danych na różnych dyskach.

Ewolucja architektury infrastruktury serwerowej, wymuszona między innymi szybko rosnącą liczbą serwerów czy też przyrostem przestrzeni do przechowywania danych, zaczęła prowadzić do integracji poszczególnych – dotąd odrębnych – komponentów w systemy zintegrowane, które nazwane zostały systemami konwergentnymi. Choć jak zauważa Veiga<sup>3</sup>, literatura rozmaicie odnosi się do różnych faz integrowania się tych komponentów. Sytuację komplikuje fakt, że poszczególni dostawcy systemów wprowadzają swoje rozwiązania niezależnie, używając własnych określeń na swoje systemy<sup>4</sup> i według własnych map rozwoju.

Wymieniona wcześniej architektura 3-warstwowa jest modelem, który wywodzi się jeszcze z lat 90. XX wieku, gdy na potrzeby zapewnienia wysokiej dostępności serwerów, postanowiono zmienić miejsce przechowywania danych (do tej pory trzymany na lokalnych dyskach serwerów) i przenieść je do wyspecjalizowanych serwerów – nazywanych macierzami. Operacja ta wymusiła powstanie dodatkowych sieci nazywanych sieciami SAN, odpowiadających za komunikację

<sup>3</sup> P.A. Veiga, *Hyper Converged Infrastructures: Beyond Virtualization*, 2017.

<sup>4</sup> Przykładowo nowe rozwiązania konwergentne firmy DellEMC są nazywane infrastrukturą kinetyczną, a podobne rozwiązanie firma HPE nazywa infrastrukturą komponowalną.

między wspomnianymi macierzami. Kolejnym krokiem milowym dla tej architektury był fakt szybkiej adaptacji rozwiązań wirtualizacji serwerów i lawinowego wzrostu popularności tych rozwiązań w ostatnim 10-leciu. Masowa wirtualizacja dziesiątek i setek fizycznych do tej pory serwerów doprowadziła w konsekwencji do gwałtownego zapotrzebowania na pojemność i wydajność zarówno systemów macierzowych, jak i sieci SAN, dostarczającej te dane.

Ten powszechnie stosowany od ponad 20 już lat model warstwowy zaczął w konsekwencji wymuszać na administratorach specjalizowanie się w obrębie danych warstw, co także spowodowane zostało przez wzrost poziomu komplikacji w ramach każdego z tych obszarów (serwery, sieci, dane). Wraz z rozbudowywaniem się serwerowni w danych organizacjach, zaczęły się także wyodrębniać zespoły odpowiedzialne za utrzymanie danego obszaru. Doszło do tego, że większe organizacje posiadają własny zespół utrzymania sieci wraz ze swoim kierownikiem zespołu, odrębny dział utrzymania danych (także ze swoim kierownikiem) oraz osobny dział utrzymania serwerów. Oczywiście każdy z tych działów śledzi zmiany na rynku rozwiązań i rozwija kompetencje w ramach własnych obszarów.

Istotną wadą modelu 3-warstwowego jest jego mała elastyczność i skalowalność, co przekłada się na wysokie koszty jego rozbudowy. Przykładowo zakup macierzy zawsze jest obliczany na daną wydajność i pojemność. Dodawanie kolejnych serwerów w późniejszym okresie powoduje wzrost zapotrzebowania na wydajność, która została jednak zaplanowana wcześniej. W konsekwencji albo wymaga to zakupu wydajniejszych rozwiązań, z myślą o możliwym wzroście zapotrzebowania na wydajność, lub dokupienia kolejnych macierzy, co zawsze jest istotnym wydatkiem. Innymi słowy, nie ma możliwości liniowego podnoszenia wydajności etapami i mniejszymi nakładami kosztów.

Ilekcóż mówimy o infrastrukturze serwerowej w środowiskach produkcyjnych, menedżerowie starają się, aby wszystkie komponenty tej infrastruktury posiadały aktywne wsparcie producenta, tak aby w przypadku awarii lub innych problemów objawiających się nieprawidłową pracą, możliwa była szybka współpraca z producentem w celu doprowadzenia całości systemu do stanu pełnej sprawności. Naturalną wadą opisywanego modelu jest konieczność utrzymywania (i nadzoru nad całym procesem) wsparcia dla wszystkich komponentów, które często pochodzą od różnych dostawców, a także mogą czasem stanowić spory koszt – szczególnie w przypadku macierzy czy też przełączników SAN.

Z punktu widzenia menedżerów, odpowiedzialnych za utrzymanie i rozwój infrastruktury, model 3-warstwowy powoduje cztery główne implikacje:

1. Konieczność utrzymywania i rozwoju kompetencji administratorów we wszystkich trzech obszarach. Biorąc pod uwagę stale rosnący poziom

specjalizacji, najczęściej będą to różne osoby, wymagające specjalistycznych szkoleń w ramach danych grup produktowych.

2. Konieczność sporych nakładów inwestycyjnych i częstszą wymianę sprzętu z powodu małej elastyczności tego modelu i nieliniowego skalowania. Często chęć dołożenia jednego np. serwera wymusi konieczność nakładów inwestycyjnych w obszarach sieci i/lub warstwie danych.
3. Wyodrębnienie się trzech odrębnych zespołów zaczyna często rodzić dodatkowe problemy komunikacyjne pomiędzy tymi zespołami, co w konsekwencji mocno wydłuża wprowadzanie zmian czy też rozbudowę infrastruktury. Przykładowo, pozornie prosta czynność dołożenia kolejnego serwera wymaga zaangażowania zespołu sieci oraz zespołu danych – zaplanowania i skoordynowania zmian w ramach wszystkich trzech zespołów, co skutkuje niepotrzebnie dużą ilością wysiłku organizacyjnego.
4. Konieczność sporego wysiłku organizacyjnego oraz finansowego na zapewnienie wsparcia producentów wszystkich komponentów we wszystkich warstwach.

Naturalną konsekwencją wynikającą z konieczności utrzymania i rozwoju takiego modelu są jego wysokie koszty. Badania wskazują, że obecnie około 70% typowego budżetu IT przeznaczają się na samo utrzymanie centrów danych organizacji<sup>5</sup>. Biorąc pod uwagę, że jest to tylko podstawa (warstwa fizyczna) dla aplikacji i systemów, które działają IT utrzymują i które to dopiero stanowią realną wartość biznesową dla organizacji – model ten i jego utrzymanie stały się nieproporcjonalnie wysokie<sup>6</sup>.

Naturalnym więc wyzwaniem oraz szansą biznesową dla dostawców rozwiązań stało się zaproponowanie innego modelu, pozbawionego opisywanych wad, a także oferującego dodatkowe możliwości, nierealne lub trudne do osiągnięcia w klasycznym 3-warstwowym modelu.

Pewnym usprawnieniem było pojawienie się rozwiązań konwergentnych integrujących parę funkcjonalności w ramach jednego „pudełka”. I tak opracowano serwery i obudowy typu *blade*, które integrują w sobie warstwę serwerowo-sieciową. Choć rozwiązania te upraszczały pewne procesy związane z utrzymywaniem, monitorowaniem urządzeń, organizacją okablowania, integracją wsparcia etc., to nadal było to odwzorowanie klasycznego modelu, gdzie zintegrowane przełączniki sieciowe były zarządzane osobno oraz większość ograniczeń skalowalności architektury pozostawała w niezmienniej formie.

---

<sup>5</sup> P.A. Veiga, *Hyper Converged...*, op. cit.

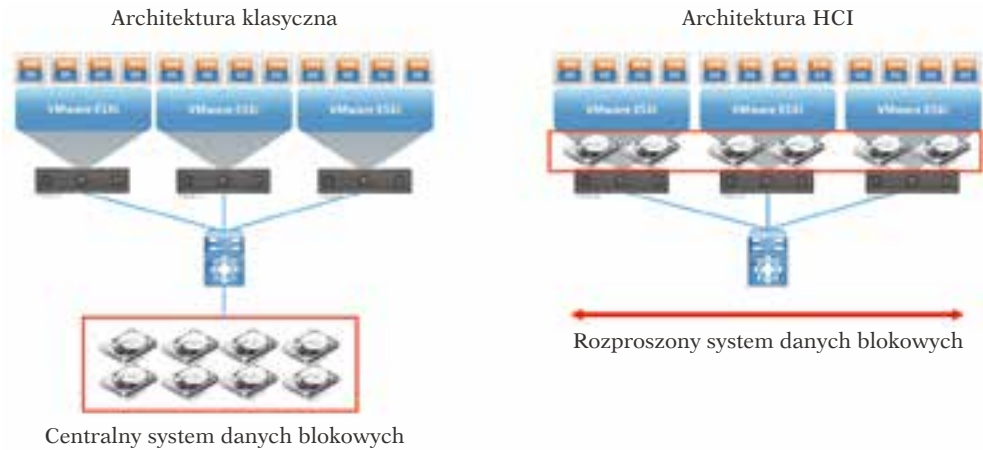
<sup>6</sup> G. Blokdyk, *Hyperconverged Infrastructure*, Third Edition, 5STARCOoks, 2018.

Kolejnym podejściem, które umożliwia odejście od modelu 3-warstwowego, jest model HCI, integrujący wszystkie warstwy w formie programowej (*Software Defined*).

### 3. Model hiperkonwergentny infrastruktury informatycznej

W modelu hiperkonwergentnym infrastruktura jest silnie zorientowana na programowe realizowanie możliwie wielu funkcji (rozwiązania określane jako *Software Defined*) z wykorzystaniem tradycyjnych serwerów obliczeniowych oraz ze ściśle zintegrowanymi zasobami obliczeniowymi, sieciowymi, wirtualizacji oraz pamięci masowej – w przeciwieństwie do tradycyjnej (3-warstwowej) infrastruktury, gdzie większość tych zasobów stanowiła osobne fizyczne elementy. Ten rodzaj infrastruktury nie tylko skupia się na centralizacji i wykorzystaniu lokalnych zasobów dyskowych, ale także na integrowaniu i konsolidacji zarządzania i monitorowania całego środowiska. Infrastruktura HCI umożliwia zarządzanie wszystkimi zintegrowanymi technologiami jako pojedynczym systemem za pomocą jednego, scentralizowanego oprogramowania do zarządzania, pozwalając jednocześnie na dodanie nowych możliwości rozszerzania systemów bazowych o dodatkowe węzły. Ogólnie, system HCI może być zdefiniowany jako zwirtualizowana infrastruktura komputerowa, która łączy usługi centrum danych w obudowie urządzenia. To podejście umożliwia szybsze projektowanie i realizowanie wdrożeń zwirtualizowanych, zmniejsza ich złożoność, obniża całościowe koszty wdrożenia oraz utrzymania środowiska.

Kluczową zmianą w stosunku do modelu klasycznego jest odejście (zupelne lub częściowe) od modelu wyodrębnionej pamięci masowej (do tej pory realizowanej jako odrębne urządzenie) i powrót do wykorzystania dysków umieszczonych w serwerach i budowanie z ich rozproszonego, zduplikowanego systemu plików, co zobrazowano na rysunku 1. Podobny trend można zaobserwować także w innych rozwiązaniach, jak np. systemy rozproszonych systemów plików, takie jak HADOOP. Powrót do ponownego wykorzystania lokalnych dysków twardych DAS (*Direct Attach Storage*) był możliwy wraz z upowszechnieniem się szybkich sieci LAN o przepływnościach 10/25 Gbit/s.



**Rysunek 1. Porównanie architektury klasycznej z architekturą HCI**

Źródło: [vpackets.net/2017/07/hyper-converged-infrastructure-part-1-real-thing](http://vpackets.net/2017/07/hyper-converged-infrastructure-part-1-real-thing).

Rozwiązania HCI nazywa się też architekturą 1-warstwową (1-Tier)<sup>7</sup> w celu uwypuklenia korzyści wynikających z usunięcia sieci SAN oraz wyodrębnionych serwerów z pamięcią masową (macierzy). Jest to istotne uproszczenie, choć należy pamiętać, że w dalszym ciągu pozostaje warstwa sieci LAN, która także wymaga fizycznych przełączników, zarządzania oraz monitorowania.

#### 4. Korzyści wynikające z implementacji rozwiązań opartych na modelu hiperkonwergentnym

Opisane wcześniej wady architektury klasycznej oraz zalety rozwiązań HCI nie są jedynie prostym przejściem ze scentralizowanego systemu przechowywania danych na system rozproszony. Aby dobrze zrozumieć wzrost znaczenia architektury HCI, należy szerzej spojrzeć na zmiany zachodzące w obszarze rozwiązań IT, a w szczególności<sup>8</sup>:

- wzrost rozwiązań bazujących na przetwarzaniu w chmurze, a co za tym idzie rozwiązań umożliwiających także budowanie chmur prywatnych oraz hybrydowych,

<sup>7</sup> *The Gorilla Guide to Hyperconverged Infrastructure Implementation Strategies*, Actual-Tech Media, 2015.

<sup>8</sup> G. Blokdik, *Hyperconverged Infrastructure*, op. cit.



- tendencję do budowania rozwiązań definiowanych programowo, jak SDS (*Software Defined Storage*), SDN (*Software Defined Network*) czy też SDI (*Software Defined Infrastructure*),
- rosnącą presję na budowanie infrastruktury, umożliwiającej szybkie wdrażania ze zunifikowanych komponentów, szybką i bezprzerwową rozbudowę oraz obsługę,
- zapotrzebowanie na budowę środowisk umożliwiających elastyczną rozbudowę (skalowanie poziome) w miarę rosnących potrzeb, ale i bez zbyt dużych inwestycji początkowych,
- wzrost poziomu automatyzacji zadań, co wymusza stosowanie rozwiązań programowych – jako rozwiązań dających elastyczność w programowym komponowaniu zwirtualizowanych obiektów,
- zorientowanie na aplikacje – celem nadrzędnym jest sprawne działanie aplikacji, a omawiana infrastruktura jest jedynie środowiskiem, w którym są uruchamiane; powinna umożliwiać elastyczne przenoszenie aplikacji (w tym pomiędzy chmurą prywatną a publiczną) oraz być łatwo zastępowalną, aby szybko reagować na zmiany w obszarze rynku IT,
- budowa systemów rozproszonych geograficznie – dbając o bezpieczeństwo danych, firmy chcą uruchamiać systemy i aplikacje w różnych lokalizacjach, wymagają możliwości ich szybkiego przenoszenia.

Filozofia HCI jest właściwie odzwierciedleniem tych potrzeb i wyzwań. Różni producenci odmiennie je implementują, jednak we wszystkich przypadkach jest to architektura odpowiadająca na dzisiejsze potrzeby rynku. Z kluczowych zalet należy podkreślić:

- 1) redukcję kosztów obsługi systemów IT wynikającą z dostępności zintegrowanego, modularnego i zunifikowanego systemu,
- 2) unifikację wynikającą z podejścia definiowanego programowo: te same serwery realizują programowo różne funkcje, tj. moc obliczeniową, pamięć masową, sieć, ochronę danych itp.,
- 3) ułatwienia w obsłudze zasobów IT poprzez uproszczenie ich funkcjonowania i zarządzania,
- 4) łatwość skalowania poprzez dodawanie nowych modułów i szybkie dokładanie zasobów do już realizowanych funkcji,
- 5) możliwość korzystania z pojedynczego, zunifikowanego interfejsu, oferowanego przez danego producenta,
- 6) unifikację systemu hiperkonwergentnego jako platformy do budowy chmur prywatnych i hybrydowych,



7) ułatwienie obsługi infrastruktury wirtualnych pulpitów (VDI) i wirtualizacji desktopów, m.in. środowisko wykazuje większą odporność na *Boot-Storm*<sup>9</sup>.

Dla równowagi należy także wskazać słabości rozwiązań HCI w stosunku do tradycyjnych rozwiązań macierzowych:

- 1) macierze należy uznać za rozwiązania bardziej bezobsługowe niż rozwiązania HCI,
- 2) większość platform HCI jest jedynie rozwiązaniami programowymi, co wymaga z kolei innego dostawcy sprzętu i przestaje być zgodne z ideą jednego punktu kontaktu w przypadku awarii lub problemów.

W dalszej części niniejszego artykułu zostanie omówione porównanie kosztów wdrożenia i utrzymania infrastruktury Data Center w przykładowej organizacji publicznej.

## 5. Przykład porównania kosztów zakupu i utrzymania infrastruktury Data Center

Celem zrealizowanego badania jest analiza kosztochłonności zakupu i utrzymania infrastruktury serwerowej dla dwóch modeli, tj. klasycznego (3-warstwowego) oraz HCI (1-warstwowego). Analizę przeprowadzono dla instytucji publicznej XYZ w 3. kwartale 2018 r., bazując na metodzie pełnych kosztów utrzymania IT (tj. TCO)<sup>10</sup>. Na potrzeby niniejszego artykułu aspekty techniczne zostały uproszczone, ponieważ istotne jest uwypuklenie i wskazanie podstawowych różnic między analizowanymi modelami. Dla modelu HCI wybrano rozwiązanie oparte na produkcie VMware vSAN, jako reprezentatywny przykład dla tej klasy rozwiązań.

Przyjęto następujące główne założenia przeprowadzonego porównania:

1. Porównanie kosztów zakupu nowej infrastruktury serwerowej w zakresie: serwery, przełączniki, macierz, oprogramowanie.

---

<sup>9</sup> Zagadnienie burzy rozruchowej, zjawisko szczególnie widoczne w środowiskach VDI, gdy wiele wirtualnych komputerów uruchamia się jednocześnie, generując dużą ilość operacji odczytu-zapisu danych z systemów danych blokowych, co może spowodować duży spadek wydajności całego podsystemu dyskowego. P. Chrobak, A. Rot, *Benefits, Limitations and Costs of IT Infrastructure Virtualization in the Academic Environment. Case Study using VDI Technology*, 13th International Conference on Software Technologies, ICSOFT 2018.

<sup>10</sup> Metodę szerzej omówiono m.in. w: H. Dudycz, M. Dyczkowski, *Efektywność przedsięwzięć informatycznych. Podstawy metodyczne pomiaru i przykłady zastosowań*, wydanie II, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.

2. Rozwiązania analizowanych obu modeli mają dostarczać tę samą wydajność, pojemność oraz funkcjonalność. Wymagania dotyczące paramentów są następujące:
  - a) łączna liczba rdzeni procesora dla całego środowiska: 24,
  - b) łączna ilość pamięci RAM: 1.5 TB,
  - c) łączna pojemność przestrzeni danych (użytkowa): 50 TB,
  - d) minimalna wydajność przestrzeni danych: 50 000 IOPS.
3. Wszystkie ceny sprzętu oraz oprogramowania pochodzą z cenników producentów oraz zawierają standardowe upusty.
4. W modelu klasycznym zakłada się użycie dwóch 2-procesorowych serwerów, w architekturze HCI zaś czterech 1-procesorowych. Sumaryczna pojemność pamięci RAM pozostaje taka sama.
5. W pierwszym roku następuje zakup urządzeń z 3-letnim wsparciem, oprogramowanie również ze wsparciem na 3 lata. Natomiast w następnych latach kolejno 3-letnie zakupy wsparcia oraz dokupowanie 2-letniego wsparcia dla serwerów i macierzy co dwa lata.
6. Przyjmuje się, że w analizowanym czasie nie ma inflacji ani zmian cen.
7. Użycie oprogramowania wirtualizacji Vmware w najbardziej rozbudowanej (a co za tym idzie najdroższej) wersji Enterprise Plus<sup>11</sup>. W przypadku komponentu vSAN, jest wyceniana wersja Standard.

Opis konfiguracji komponentów na potrzeby przeprowadzonej analizy dla instytucji publicznej XYZ zawiera tabela 1.

**Tabela 1. Koszty zakupu infrastruktury (w zł)**

| Komponent                       | Architektura klasyczna | Architektura HCI |
|---------------------------------|------------------------|------------------|
| Serwery (z 3-letnim wsparciem)  | 200 000                | 350 000          |
| Przełączniki SAN                | 60 000                 | –                |
| Przełączniki LAN                | 100 000                | 100 000          |
| Oprogramowanie Vmware           | 76 000                 | 104 000          |
| Koszt 3 lat wsparcia dla Vmware | 50 000                 | 70 000           |
| Macierz (z 3-letnim wsparciem)  | 300 000                | –                |
| Suma kosztów zakupu             | 786 000                | 624 000          |

Źródło: opracowanie własne.

<sup>11</sup> Badana instytucja publiczna XYZ sformułowała to wymaganie, co było specyfiką tego rzeczywistego przypadku. Natomiast nie zawsze taka wersja jest wymagana.

W tabeli 2 przedstawiono parametry serwerów i macierzy, których wycenę zawarto w tabeli 1. Wszystkie komponenty z tabeli 2 pochodzą z konfiguratora producenta DelleMC, na podstawie którego przeprowadzono kalkulacje dla obu wariantów.

**Tabela 2. Specyfikacja istotnych komponentów**

| Komponent | Architektura klasyczna   | Architektura HCI   |
|-----------|--|--|
| Serwery   | PowerEdge R640<br>– <b>Procesor</b> 2 x Intel® Xeon® Gold 6136 3.0G, 12C/24T, 10.4GT/s, 24.75M<br>– <b>Pamięć</b> 24 x 32GB RDIMM, 2666MT/s, Dual Rank<br>– <b>Dyski</b> 2 x 120GB SSD SATA Boot 6Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, 1 DWPD, 219 TBW<br>– <b>Wsparcie</b> 3Yr ProSupport and Next Business Day Onsite Service | VSAN Ready Node R740xd<br>– <b>Procesor</b> 1x Intel® Xeon® Gold 6126 2.6G, 12C/24T, 10.4GT/s, 19.25M<br>– <b>Pamięć</b> 12 x 32GB RDIMM, 2666MT/s, Dual Rank<br>– <b>Wewnętrzny moduł SD</b> 2x 32GB microSDHC/SDXC Card<br>– <b>Dyski</b> 2 x 400GB SSD SAS Write Intensive 12Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, PX05SM, 14x 2TB 7.2K RPM NLSAS 12Gbps 512n 2.5in Hot-plug Hard Drive<br>– <b>Wsparcie</b> 3Yr ProSupport |
| Macierz   | DelleMC Storage SCv3020<br>– Dyski, 12 x 1.8TB SAS 10K HDD, 20 x 1.8TB, SAS, 12Gb, 10K, HDD, 20 x 1.92TB, SAS, 12Gb RI SSD<br>– <b>Wsparcie</b> 3Yr ProSupport and Next Business Day On-Site Service   |  |

Źródło: opracowanie własne.

Na potrzeby porównania przyjęto następujące ceny odnowień wsparcia na serwery i macierz:

- koszt 2-letniego wsparcia macierzy po pierwszych 3 latach: 60 000 zł,
- koszt 2-letniego wsparcia serwera po pierwszych 3 latach: 5 000 zł.

Na potrzeby niniejszego badania oszacowano niezbędną czasochłonność dotyczącą etatów administracyjnych (tabela 3), która oznacza czasochłonność administracyjną, nie zaś liczbę osób zatrudnionych. Dana czasochłonność może być rozłożona na jedną osobę lub częściej na więcej osób, tak aby zapewnić redundancję na wypadek nieobecności któregoś z administratorów w pracy. Na potrzeby tego badania nie brano pod uwagę szkoleń. Aby wyrazić obciążenie etatowe w pieniądzu, przyjęto, że 1 etat administratora = 2 × średnia krajowa brutto za 2018 r. Jest to dopuszczalne uproszczenie, ponieważ celem porównania

jest głównie oszacowanie czasochłonności administracyjnej oraz przedstawienie różnicy dla obu wariantów. Ponieważ przyjęto cykl 10-letni, aby uprawdopodobnić koszty pracy, założono inflację wynagrodzenia na poziomie 5% rocznie.

Przyjęto, że wsparcie na zakupiony sprzęt będzie można wydłużać do 10 lat, co nie zawsze może okazać się możliwe i opłacalne, jednak nie jest to istotne dla niniejszej analizy.

**Tabela 3. Oszacowanie czasochłonności obsługi administracyjnej**

| Koszty administracji   | Architektura klasyczna  | Architektura HCI  |
|--|-------------------------|-------------------|
| Inżynier Vmware  | 0,5 etatu/miesiąc       | 0,5 etat/miesiąc  |
| Inżynier LAN   | 0,2 etatu/miesiąc       | 0,2 etatu/miesiąc |
| Inżynier SAN + Storage   | 0,2 etatu/miesiąc       | –                 |
| Suma rocznie   | 83 420                  | 64 880            |
| Przyjęte wynagrodzenie:<br>2 × średnia krajowa brutto za 2018 r. | 2 × 3 862 zł = 7 724 zł |                   |

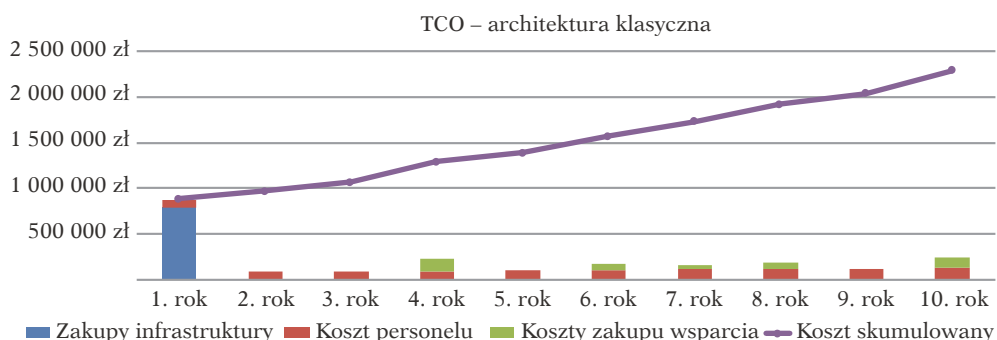
Źródło: opracowanie własne.

Na potrzeby niniejszej analizy oraz porównania całkowitych kosztów utrzymania wybranych modeli do wyceny przyjęto:

- koszty zakupu infrastruktury i licencji (koszt inwestycyjny),
- uproszczony koszt utrzymania administratorów (koszty personelu),
- koszty zakupu wsparcia na urządzenia i oprogramowanie.

Przy tak określonych parametrach całościowe koszty dla obu modeli przedstawiono w tabeli 4.

Na rysunkach 2–4 zwiualizowano zsumowane koszty dla obu badanych wariantów.



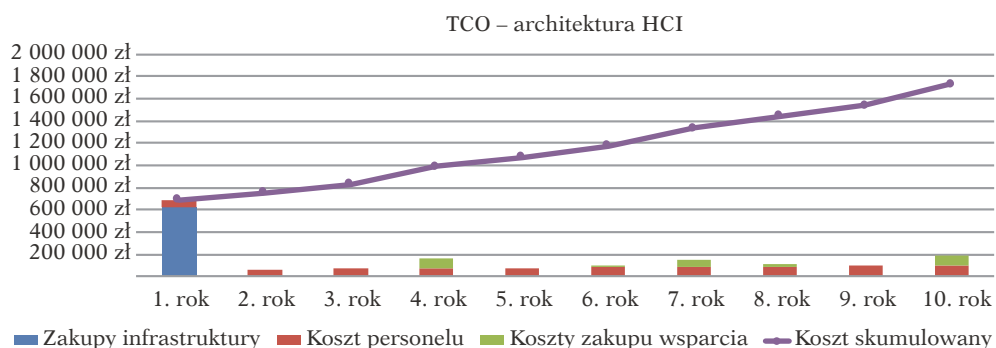
**Rysunek 2. Uproszczony całkowity koszt utrzymania dla architektury klasycznej**

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Porównanie kosztów zakupu i utrzymania obu modeli dla instytucji publicznej XYZ

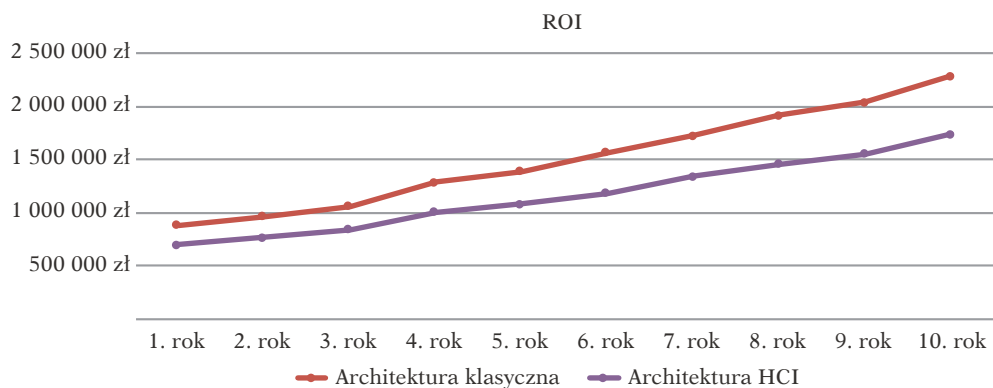
| Architektura klasyczna (w zł) |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               | 1. rok | 2. rok | 3. rok  | 4. rok  | 5. rok  | 6. rok  | 7. rok  | 8. rok  | 9. rok  | 10. rok |
| Zakupy infrastruktury         | 786000 |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Koszt personelu               | 83420  | 87591  | 91971   | 96569   | 101398  | 106467  | 111791  | 117380  | 123249  | 129412  |
| Koszty zakupu wsparcia        |        |        |         | 130000  |         | 70000   | 50000   | 70000   |         | 120000  |
| Koszt skumulowany             | 869420 | 957011 | 1048982 | 1275551 | 1376948 | 1553416 | 1715206 | 1902587 | 2025836 | 2275248 |
| Architektura HCI (w zł)       |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
|                               | 1. rok | 2. rok | 3. rok  | 4. rok  | 5. rok  | 6. rok  | 7. rok  | 8. rok  | 9. rok  | 10. rok |
| Zakupy infrastruktury         | 624000 |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Koszt personelu               | 64880  | 68124  | 71530   | 75107   | 78862   | 82805   | 86945   | 91293   | 95857   | 100650  |
| Koszty zakupu wsparcia        |        |        |         | 90000   |         | 20000   | 70000   | 20000   |         | 90000   |
| Koszt skumulowany             | 688880 | 757004 | 828534  | 993641  | 1072503 | 1175308 | 1332254 | 1443546 | 1539403 | 1730054 |

Źródło: opracowanie własne.



**Rysunek 3. Uproszczony całkowity koszt utrzymania dla architektury HCI**

Źródło: opracowanie własne.



**Rysunek 4. Porównanie kosztów utrzymania architektury klasycznej oraz HCI**

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona analiza kosztów utrzymania infrastruktury informatycznej dla badanej instytucji publicznej XYZ wykazała, że w założonym okresie, tj. 10 lat eksploatacji danego rozwiązania, zastosowanie architektury HCI będzie kosztować mniej niż bazowanie na architekturze klasycznej.

## 6. Wnioski i podsumowanie

Celem niniejszego artykułu było przedstawienie korzyści wynikających z zastąpienia klasycznego modelu 3-warstwowej architektury serwerowo-macierzowej architekturą hiperkonwergentną. Oprócz charakterystyki oraz porównania

obu modeli, omówiono korzyści, które pozwalają na elastyczniejsze i efektywniejsze wykorzystanie podejścia z architekturą hiperkonwergentną. W artykule przedstawiono również korzyści finansowe przemawiające za wprowadzeniem architektury HCI w jednostce publicznej na podstawie przeprowadzonej analizy porównania całkowitych kosztów utrzymania obu modeli.

Porównanie kosztów obu modeli przeprowadzono, stosując metodę TCO. Badanie to pokazało, że w dłuższym okresie zastosowanie architektury HCI pozwala zmniejszyć koszty wdrożenia i utrzymania całego systemu około 25%. Aby móc porównać te dwa modele, przyjęto kilka uproszczeń. Jednym z nich jest założenie, że serwerownia jest budowana od podstaw, co w przypadku istniejącego środowiska jest sytuacją dość wyidealizowaną.

Jednym z istotnych kosztów utrzymania infrastruktury serwerowej, niezależnie od wybranej architektury, są koszty personelu, które na potrzeby tej analizy ograniczono do administratorów systemu. Jak pokazuje przeprowadzone badanie, w przyjętym cyklu, tj. 10 lat, przekraczają one koszty zakupu całej infrastruktury. Zmniejszenie więc kosztów administracyjnych jest jednym z istotnych czynników obniżania całkowitego kosztu utrzymania infrastruktury w dłuższej perspektywie czasowej. W powyższej analizie zmniejszenie narzutu o 2/10 etatu pozwoliło zaoszczędzić ponad 230 tys. zł w analizowanym okresie. W rzeczywistym scenariuszu, gdy uwzględnimy także koszty szkoleń, koszty zastępstw personelu, zarządzania itp., różnice w kosztach dotyczących administracji byłyby jeszcze większe.

W obecnych czasach niedoboru kadry administracyjnej aspekty personalne nabierają szczególnego znaczenia w instytucjach publicznych, które posiadają mniejsze budżety niż firmy, a zatem są szczególnie narażone na problem braku wykwalifikowanych kadr. Dlatego menedżerowie tego sektora powinni być szczególnie zainteresowani dobieraniem rozwiązań, które umożliwiają nie tylko pełniejsze wykorzystanie posiadanego personelu administracyjnego, lecz także pozwalają zmniejszyć problem braku specjalistów, zwłaszcza administratorów sieci SAN oraz macierzy dyskowych.

W niniejszym artykule przeprowadzono analizę kosztów, koncentrując się tylko na jednej, wybranej platformie klasycznej oraz jednej HCI dla przykładowej instytucji publicznej. Badania w tym obszarze będą kontynuowane, m.in. w zakresie porównania dostępnych platform HCI ze względu na różne kryteria, w tym również pełnych kosztów ich utrzymania.



## Bibliografia

- Blokdyk G., *Hyperconverged Infrastructure*, Third Edition, 5STARCook, 2018.
- Chrobak P., Rot A., *Benefits, Limitations and Costs of IT Infrastructure Virtualization in the Academic Environment. Case Study using VDI Technology*, 13th International Conference on Software Technologies, ICSoft 2018.
- Dudycz H., Dyczkowski M., *Efektywność przedsięwzięć informatycznych. Podstawy metodyczne pomiaru i przykłady zastosowań*, wyd. II, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.
- Green J., Lowe S., Davis D., *The Fundamentals of Hyperconverged Infrastructure*, ActualTech Media, Bluffton 2017.
- Michalski W., *Dostarczanie rozwiązań chmurowych „szytych na miarę”*, „Wiadomości telekomunikacyjne” 2018, Nr 1, Rocznik LXXXVII, s. 22–26.
- Shaikh A., Satyenda K., *Study of Converged Infrastructure & Hyper Converge Infrastructure As Future of Data Centre*, „International Journal of Advanced Research in Computer Science” 2017, vol. 8, No. 5, s. 900–903.
- The Gorilla Guide to Hyperconverged Infrastructure Implementation Strategies*, ActualTech Media, 2015.
- Veiga P.A., *Hyper Converged Infrastructures: Beyond Virtualization*, 2017.

## Źródła internetowe

- [hiperkonwergencja.pl/analizy/ranking-platform-hci-wedlug-gartnera-2015-2018](http://hiperkonwergencja.pl/analizy/ranking-platform-hci-wedlug-gartnera-2015-2018) (data odczytu: 13.11.2018).
- [itwiz.pl/pogoni-za-elastyczna-infrastruktura-centrum-danych](http://itwiz.pl/pogoni-za-elastyczna-infrastruktura-centrum-danych) (data odczytu: 15.11.2018).
- [vpackets.net/2017/07/hyper-converged-infrastructure-part-1-real-thing](http://vpackets.net/2017/07/hyper-converged-infrastructure-part-1-real-thing) (data odczytu: 15.11.2018).

\* \* \*

## **Reduction of maintenance costs of server infrastructure in public units with the use of hyper-convergent solutions**

### **Abstract**

Maintaining the classic three-tier server infrastructure in organizations, especially in public institutions, often with very limited IT budgets and administrative staff is often no longer able to meet the challenges they face. New solutions and application maintenance capabilities, growing popularity of cloud solutions and problems with maintaining IT departments cause that managers responsible for infrastructure

maintenance are increasingly looking for solutions that will be able to tackle these problems. The aim of the article is to indicate the possibility of reducing the costs of server infrastructure maintenance in public units through the use of hyper-convergent solutions. This article presents the limitations of the classical model and the advantages of new hyperconvergence solutions. The authors make a simplified comparative analysis of the costs of implementation and maintenance of both approaches to the creation of server infrastructure in public entities. The conducted research presents real organizational and cost benefits resulting from the application of the server room model with the use of hyper-convergent solutions.

**Keywords:** Hyper-converged systems, HCI, VDI, SDS, VSAN, public organizations