

Prof. dr hab. inż. Celina M. Olszak
Katedra Informatyki Ekonomicznej
Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Katowice, 30.08.2023

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr Natalii Michalek
pt. „Analiza porównawcza efektywności zastosowania wirtualizacji
technologii informatycznych w organizacjach”
napisanej pod kierunkiem naukowym
dr. hab. inż. Bartłomieja Gawina, prof. UG

Wstęp

Podstawą napisania niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości dr. hab. Pawła Antonowicza, prof. UG z dnia 26 czerwca 2023 roku stwierdzające, iż uchwałą Rady Dyscypliny Nauk o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Gdańskiego z dnia 22.06.2023 zostałam powołana na recenzenta rozprawy doktorskiej Natalii Michalek pt. „*Analiza porównawcza efektywności zastosowania wirtualizacji technologii informatycznych w organizacjach*” napisanej pod kierunkiem naukowym dr. hab. inż. Bartłomieja Gawina, prof. UG.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedłożona do recenzji praca doktorska składa się ze wstępu, czterech rozdziałów, zakończenia, spisu bibliograficznego, netografii, spisu rysunków i tabel oraz formularza wywiadu. Praca wraz z załącznikiem liczy łącznie 286 stron (zasadniczy tekst zawiera 259 stron). Opracowanie opatrzone jest 29 rysunkami i 61 tabelami. Dobór literatury, zarówno polskiej, jak i zagranicznej jest satysfakcjonujący. Na spis bibliograficzny składa się 101

pozycji oraz kilkadziesiąt pozycji netograficznych. Jest to ilość wystarczająca do udowodnienia postawionych w pracy hipotez oraz realizacji przyjętych celów badawczych.

Ocena wyboru tematu rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej mgr Natalii Michałek pt. „*Analiza porównawcza efektywności zastosowania wirtualizacji technologii informatycznych w organizacjach*” dotyczy wirtualizacji technologii informatycznych oraz korzyści i ograniczeń wynikających z jej wykorzystania w przedsiębiorstwach.

Tematyka wirtualizacji technologii informatycznych jest zagadnieniem niezwykle aktualnym i budzącym coraz większe zainteresowanie zarówno wśród naukowców, jak i przedstawicieli praktyki gospodarczej. Wynika to z faktu, że w takim modelu zarządzania zasobami, wykorzystywanym zwłaszcza w e-biznesie, chmurze obliczeniowej, czy outsourcingu, upatrują się wiele atutów, w tym redukcję kosztów, zwiększenie wydajności i bezpieczeństwa informatycznego, a także poprawę ochrony środowiska oraz ładu korporacyjnego. Pomimo dużej wagi problemu, cały czas stosunkowo mało jest prac naukowych, które analizowałyby efekty takiej wirtualizacji, a także proponowałyby odpowiednie narzędzia do badania efektywności zastosowania wirtualizacji technologii informatycznych w różnych organizacjach. Tematyka podjęta w niniejszej pracy wpisuje się w szersze i niezwykle złożone zagadnienie jakim jest pomiar efektywności zastosowań IT. Wszelkie prace, w których poszukuje się odpowiedzi m.in. na takie pytania, jak kwantyfikować potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania wirtualizacji IT, jak klasyfikować i liczyć koszty wdrażania IT, w jaki sposób mierzyć rentowność inwestycji IT, należy uznać za niezwykle potrzebne i wartościowe.

Innymi słowy, uważam, że tak sformułowany przez Doktorantkę temat badawczy należy ocenić pozytywnie i uznać, że jego podjęcie się jest zasadne, zarówno od strony poznawczej, jak i użytecznej. Można spodziewać się także, że jego rozwiązanie przyczyni się do poszerzenia wiedzy z zakresu pomiaru i oceny efektywności wdrażania wirtualizacji IT w przedsiębiorstwach.

Ocena wyboru celów badawczych, sformułowanych hipotez badawczych i zastosowanych metod badawczych

Za główny problem badawczy w niniejszej pracy Autorka wskazała analizę „korzyści i ograniczeń efektów wdrażania technologii wirtualizacji w środowisko informatyczne przedsiębiorstw”. Natomiast podstawowym celem dysertacji jest opracowanie prototypu kalkulatora ROI/TCO do oceny efektywności zastosowania technologii wirtualizacji oraz jego praktyczna weryfikacja i ewaluacja w wybranych organizacjach, a ostatecznie jego walidacja. Z tak sformułowaniem celem głównym powiązано dwa cele pośrednie: (1) wykonanie analizy uwarunkowań i determinantów istotnych w technologii wirtualizacji i procesach jej implementacji w infrastrukturze IT organizacji oraz (2) wykonanie analizy porównawczej istniejących kalkulatorów ROI/TCO w celu wskazania punktów wspólnych oraz braków, jak również późniejszej unifikacji narzędzi.

Tak sformułowane cele pracy, skłoniły Doktorantkę do postawienia głównej hipotezy badawczej, mówiącej, że „*Wdrażanie technologii wirtualizacji zapewnia efektywne wykorzystywanie zasobów informatycznych przedsiębiorstwa*” oraz do sformułowania trzech hipotez pomocniczych: (1) kalkulatory ROU/TCO umożliwiają ocenę efektywności ekonomicznej i ekologicznej technologii wirtualizacji; (2) technologia wirtualizacji działa zgodnie z ideą Green Computing oraz jest częścią polityki CSR i pojęcia ESG; (3) wirtualizacja jest wydajną metodą dostarczania usług w modelu Cloud Computing.

Oceniając sposób sformułowania celów badawczych w pracy, uważam że zostały one sformułowane poprawnie i wskazują na obranie oryginalnego podejścia badawczego, a także możliwość osiągnięcia interesujących wyników badań. Niemniej jednak, w moim odczuciu, w stosunkowo wąskim zakresie pokrywają one główny problem badawczy, tj. zagadnienie korzyści i ograniczeń efektów wdrażania technologii wirtualizacji w środowisko informatyczne. Do tej kwestii nawięzę w dalszej części recenzji.

W pracy, do realizacji sformułowanych celów badawczych oraz weryfikacji zaproponowanych hipotez badawczych, zastosowano metodykę Hevnera et al. (2004). Metodyka ta odwołuje się do projektowaniu artefaktów (np. innowacyjnych produktów, usług) oraz ich testowania, walidacji, modyfikacji i rozszerzania. Podejście takie jest szczególnie rekomendowane w naukach inżynierskich, informatyce oraz projektowaniu systemów. Coraz częściej wykorzystywane jest ono także w naukach społecznych, a w tym w dyscyplinie nauki

o zarządzaniu i jakości. Wynika to między innymi z faktu, że zwraca się w nim uwagę na ścisłą integrację ludzi, technologii i procesów biznesowych oraz konieczność mierzenia efektów takiej integracji z punktu widzenia celów organizacji i jej otoczenia rynkowego. W niniejszej pracy metodyka Hevnera et al. (2004) została poprawnie zastosowana, aczkolwiek w dosyć wąskim rozumieniu – do tej kwestii odniosę się w dalszej części recenzji.

Doktorantka proces badawczy opisała w postaci pięciu kroków, sprowadzających się do: (1) badań literaturowych, wywiadów i opisu dostępnych kalkulatorów ROI/TCO; (2) zdefiniowania wymagań funkcjonalnych odnośnie do autorskiego kalkulatora ROI/TCO; (3) opisu zaproponowanego artefaktu-prototypu kalkulatora ROI/TCO; (4) ewaluacji opracowanego artefaktu podczas warsztatu demonstracyjnego oraz (5) walidacji prototypu kalkulatora ROI/TCO.

Z przedstawionych przez Autorkę celów, hipotez badawczych i metod badawczych wynika, że rozprawa doktorska należy do prac, w której podjęto się skonstruowania autorskiego kalkulatora kosztów na kanwie rozważań dotyczących wykorzystywania wirtualizacji technologii informatycznych w organizacjach. Uważam zatem, że wybór celów i hipotez oraz zastosowanych metod badawczych jest poprawny i satysfakcjonujący, aczkolwiek stosunkowo wąski - zwłaszcza z perspektywy nauk o zarządzaniu i jakości.

Ocena struktury rozprawy

Główny problem badawczy został opisany przez Doktorantkę w ramach czterech części/rozdziałów. W pierwszym rozdziale zatytułowanym *Wyzwania informatyczne w zarządzaniu* zaprezentowano podstawowe problemy związane z rozwojem i stosowaniem ICT w organizacjach. Bazując głównie na raportach publikowanych przez Garner Group przedstawiono najważniejsze trendy i technologie ICT oraz ich wpływ na przedsiębiorstwa oraz gospodarkę i społeczeństwo. Wyjaśniono ideę wirtualizacji IT oraz pojęcie maszyny wirtualnej. W dalszej części pracy omówiono zagadnienie Green Computing oraz Cloud Computing - rozwiązań wpisujących się w ideę m.in. wdrażania energooszczędnych i przyjaznych środowisk informatycznych.

Rozdział drugi poświęcono roli wirtualizacji w infrastrukturze IT. Przedstawiono ewolucję wirtualizacji środowiska informatycznego – powtarzając częściowo treści z rozdziału pierwszego. Następnie opisano metody wirtualizacji zasobów informatycznych, zwracając

uwagę na różnego typu architektury wirtualizacji, a także komercyjne rozwiązania wirtualizacji, wirtualizację serwerów, desktopów, aplikacji, pamięci oraz zasobów sieciowych. Zawartość tego rozdziału, z racji swojej specyfiki, została napisana w sposób techniczny i z wykorzystaniem dosyć hermetycznego słownictwa. Jedynie punkt 2.4 *Modele wdrażania rozwiązań wirtualizacyjnych* jest próbą przedstawienia tego zagadnienia z perspektywy zarządczej. Rozdział zamyka punkt poświęcony prognozom rynku rozwoju technologii wirtualizacji.

Rozdział trzeci zatytułowany *Ekonomiczne zagadnienia technologii wirtualizacji* wprowadza w zagadnienie wirtualizacji w kontekście CSR i ESG. Niestety, w sposób dosyć ogólny i pobieżny nawiązano do wymiaru ekonomicznego. Skupiono się raczej na opisie idei CSR i ESG, niż na zgłębieniu wiedzy z tematyki, jaką zapowiada tytuł rozdziału. Punkt dotyczący analizy ROI/TCO rozwiązań wirtualizacji jest przeglądem przede wszystkim metod liczenia kosztów wdrażania technologii wirtualizacji. Niewiele miejsca poświęcono innym efektom i samej efektywności tego procesu. Ostatecznie, rozdział zamyka punkt poświęcony narzędziom pomiaru rentowności inwestycji, czyli kalkulatorom ROI/TCO. Wskazano na pięć takich narzędzi, które wybrano do przeprowadzenia badań empirycznych. Są to: Parelles Virtuozzo Containers TCO Calculator, VMware TCO Comparison Calculator, VMware Cloud on AWS TCO Calculator oraz VMware Carbon Calculator.

Ostatni rozdział pracy zawiera przegląd wymienionych wcześniej kalkulatorów ROI/TCO pod względem możliwości liczenia różnych kosztów, a zwłaszcza kosztów sprzętu, oprogramowania, sprzętu sieciowego, wyposażenia, administracji systemu, wykonywania kopii zapasowych, szkoleń, a także kosztów przestoju, usuwania skutków awarii oraz wdrażania aplikacji. Przeprowadzona analiza jest rzetelna i wskazuje na duży profesjonalizm Autorki w tym zakresie. Następnie zgodnie z metodyką Hevnera et al. (2004), Doktorantka ilustruje cały swój dalszy proces badawczy, polegający na przeprowadzeniu wywiadu wśród pięciu różnych organizacji mających doświadczenia w stosowaniu wirtualizacji technologii informatycznych, a następnie opisie opracowanego prototypu kalkulatora ROI/TCO (wyliczającego głównie koszty wdrażania wirtualizacji IT) oraz jego ewaluacji (podczas demonstracji i warsztatu symulacyjnego z wybranymi menedżerami IT) i ostatecznej walidacji. Uzyskane wyniki badań przedstawiono w formie licznych tabel oraz poparto odpowiednim komentarzem. Analizy zostały przeprowadzone rzetelnie i nie budzą zastrzeżeń.

W zakończeniu pracy w syntetyczny sposób zaprezentowano realizację całego procesu badawczego oraz weryfikację założonych wcześniej celów i hipotez badawczych.

Reasumując uważam, że układ pracy jest spójny i logiczny, co pozwala na osiągnięcie i weryfikację sformułowanych zamierzeń badawczych. Do wartościowych elementów pracy zaliczam przede wszystkim:

- przekonującą argumentację na temat możliwości wykorzystania metodyki Hevnera et al. (2004) do rozwiązywania problemów badawczych z obszaru nauk o zarządzaniu i jakości,
- klarowną procedurę opisującą rozwiązanie sformułowanych celów badawczych pracy,
- usystematyzowanie wiedzy na temat wirtualizacji technologii informatycznych,
- opracowanie autorskiego kalkulatora do liczenia kosztów wdrażania wirtualizacji IT, a także przeprowadzenie jego przekonującej i rzetelnej weryfikacji oraz walidacji.

Uwagi dyskusyjne i polemiczne

Praca, pomimo zastosowania interesującego podejścia do rozwiązania tytułowego problemu badawczego, nie jest pozbawiona pewnych elementów dyskusyjnych, które nasuwają się zwłaszcza z perspektywy jej oceny w ramach dyscypliny nauk o zarządzaniu i jakości. Moje uwagi są następujące:

- w pracy, w stosunkowo słaby sposób, wyeksponowano zagadnienie roli przedsiębiorstwa i zarządzanie nim w świecie cyfrowym; nie pokazano wprost, co oferuje wirtualizacja przedsiębiorstwom, np. jak zmienia się zarządzanie procesami biznesowymi, podejście do zasobów i ich wykorzystywanie, czy cały proces decyzyjny,
- w mało klarowny sposób nawiązano do modelu zasobowego, który byłby doskonałą okazją do omówienia i uwypuklenia roli sprzętu, aplikacji, oprogramowania oraz ludzi jako kluczowych zasobów współczesnych firm,
- w mało czytelny sposób przeprowadzono analizę korzyści i ograniczeń wynikających z wykorzystania wirtualizacji technologii w przedsiębiorstwach, np. z perspektywy otoczenia organizacji, rynku, jej klientów, a także jej rozwoju,
- sformułowane cele i hipotezy badawcze w wąskim zakresie pokrywają problem, który został uznany przez Autorkę jako główny problem badawczy, tj. „*zbadanie jakie są*

korzyści i ograniczenia efektów wdrażania technologii wirtualizacji w środowisko informatyczne przedsiębiorstw”,

- wartość każdej pracy badawczej ocenia się poprzez uwydatnienie jej wkładu do rozwoju danej dyscypliny, czy dziedziny wiedzy. W moim odczuciu, ten wkład został zbyt słabo wyeksponowany. Nasuwa się pytanie, co nowego i oryginalnego wnosi praca do dyscypliny naukowej nauki o zarządzaniu i jakości?
- Doktorantka z dużą precyzją opisała konstrukcję modelu badawczego i przeprowadzone badania własne. Niestety, nie opisała ograniczeń wynikających z zastosowanej metodyki badawczej. Nie przedstawiła także perspektyw dalszego rozwoju skonstruowanego kalkulatora kosztów. Zatem kieruję kolejne pytanie do Doktorantki: jakie niedoskonałości/ograniczenia widzi w opracowanym przez siebie narzędziu badawczym i czym to może skutkować?

Podsumowując ten punkt recenzji, pragnę zaznaczyć, że wymienione uwagi mają charakter dyskusyjny. Liczę również, że podczas obrony, Doktorantka ustosunkuje się do przedstawionych przeze mnie wątpliwości. Pomimo uczynionych uwag, uważam, że praca spełnia standardy prac doktorskich i zasługuje na poparcie.

Ocena strony formalnej i redakcyjnej pracy

Praca została napisana poprawnie od strony redakcyjnej, z zachowaniem formalnych reguł pisania prac naukowych. Zastosowany język narracji jest w niektórych częściach opracowania wysoce hermetyczny i specjalistyczny.

Wniosek końcowy

Reasumując uważam, że recenzowana praca przygotowana jest na satysfakcjonującym poziomie merytorycznym z punktu widzenia nauk o zarządzaniu i jakości. Świadczy o wiedzy teoretycznej Autorki i Jej dociekliwości naukowej, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i eksperymentów badawczych.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Natalii Michałek pt. *„Analiza porównawcza efektywności zastosowania wirtualizacji technologii informatycznych w organizacjach”* napisana pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Bartłomieja Gawina, prof. UG spełnia wymogi stawiane dysertacjom doktorskim przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o*

szkolnictwie wyższym i nauce. Wnioskuje zatem o dopuszczenie mgr Natalii Michałek do dalszych etapów w sprawie nadania stopnia naukowego doktora w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości.

Helena Olma