

Wydział Zarządzania

dr hab. inż. Alina Kozarkiewicz, prof. AGH

Katedra Zarządzania Organizacjami i Kapitałem Społecznym

Kraków 29.05.2023

RECENZJA

rozprawy doktorskiej magistra Pawła Zakrzewskiego pt. *An Agile Framework Application for Safety Critical Software Development in Avionics*

Recenzja została sporządzona w odpowiedzi na pismo dr hab. inż. Katarzyny Rostek, prof. uczelni, Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Politechniki Warszawskiej z dnia 20.04.2023. Zasadnicze części wykonanej recenzji pracy doktorskiej obejmują moją ocenę oryginalności doboru oraz rozwiązania problemu naukowego i rozwiązania w zakresie zastosowania wyników własnych badań w sferze gospodarczej, ocenę ogólnej wiedzy teoretycznej, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Pana magistra Pawła Zakrzewskiego.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA RECENZOWANEJ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Recenzowana rozprawa pt. *An Agile Framework Application for Safety Critical Software Development in Avionics* została przygotowana przez magistra Pawła Zakrzewskiego pod opieką naukową dr hab. Renaty Walczak, prof. PW oraz prof. Janusza Narkiewicza, promotorów rozprawy.

Praca doktorska składa się z 10 rozdziałów obejmujących wprowadzenie i wnioski, ponadto zawiera bibliografię, spis tabel (8 pozycji) i rysunków (24 pozycje), a także załącznik obejmujący tabelaryczne zestawienie pozycji bibliograficznych uwzględnionych w badaniach literaturowych (142 prace). Dodatkowo, recenzowana praca doktorska zawiera także streszczenie w języku angielskim i języku polskim, spis stosowanych skrótów oraz dwa słowniki wykorzystanych w pracy terminów (ogólny i dotyczący ram metodycznych). Ogółem recenzowane opracowanie liczy 148 stron. Bibliografia tej

dysertacji obejmuje 139 pozycji, obok prac naukowych również standardów i dostępnych stron internetowych.

OCENA ORYGINALNOŚCI DOBORU I ROZWIĄZANIA PROBLEMU NAUKOWEGO I ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE ZASTOSOWANIA WYNIKÓW BADAŃ W SFERZE GOSPODARCZEJ

Ocena doboru problematyki badawczej

W ostatnich latach zwinne zarządzanie projektami (*agile project management*) stało się przedmiotem licznych badań naukowych, książek, blogów i innych opracowań popularyzujących tę ideę, a co równie ważne, obiektem zainteresowań praktyki gospodarczej, w tym tych przedsiębiorstw, które - realizując projekty - zmagają się z dynamiką, niepewnością, złożonością i nieprzewidywalnością otoczenia. Pod pojęciem zwinnego zarządzania projektami rozumie się bowiem najczęściej taki sposób prowadzenia projektów, który koncentruje się na elastyczności realizowanych działań, adaptacyjności i szybkiej reakcji na zachodzące zmiany. Zgodnie z licznymi wynikami badań literaturowych, podstawowymi cechami zwinnego zarządzania projektami, obok wspomnianej już elastyczności, są iteracyjność postępowania, dostarczanie wartości dla klienta, współpraca i komunikacja oraz ciągłe doskonalenie.

Tradycyjne podejście do zarządzania projektami, znane jako podejście kaskadowe, zakłada, że wszystkie istotne wymagania projektowe są ustalone na początku projektu, a następnie realizowane w liniowym procesie realizacji poszczególnych etapów. Ponieważ jednak w dzisiejszym środowisku biznesowym spotykamy się z projektami, które wymagają szybkiej reakcji na dynamiczne zmiany, zwinne podejście okazuje się być tym, które ma przewagę w zapewnianiu sukcesu organizacjom projektowym. Zwinne zarządzanie projektami jest często utożsamiane z implementacją różnych metodyk zwinnych, takich jak Scrum, Kanban, Extreme Programming (XP) i innych, w zależności od kontekstu i wymagań projektu. Wdrażanie zasad i praktyk zwinnego zarządzania projektami niesie jednak wiele wyzwań dla zarządzających. Transformacja zwinna wymaga stworzenia otoczenia, w którym możliwa jest szybka komunikacja, współpraca i wymiana informacji, a co równie istotne wprowadzenie ciągłego doskonalenia poprzez regularne retrospekcje i analizę wyników projektu. Ponadto, rozwój zwinnego zarządzania projektami skupia się również na promowaniu kultury zwinności w organizacjach, co obejmuje zmianę sposobu myślenia i podejścia do zarządzania projektami. Wymaga to świadomości, elastycznego podejścia do zmiany i gotowości do uczenia się na błędach.

Jak wspominałam, obserwowany rozwój praktycznych implementacji zwinnego zarządzania projektami oraz rosnące zainteresowanie tą tematyką przez badaczy

współczesnego zarządzania związane są z dynamiką i nieprzewidywalnością otoczenia przedsiębiorstw. Problem ten dotyczy wielu różnych sektorów i branż. Nie tylko sektor IT, ale i inne, tradycyjne sektory (w tym np. budowlany), w coraz większym stopniu próbują adaptować podejście zwinne, przechodzą proces transformacji zwinnej lub wprowadzają hybrydyzację podejść tradycyjnych. Jak pokazują badania, skala adaptacji rośnie, chociaż sam proces hybrydyzacji niesie wiele wyzwań, np. zmiany sposobu myślenia, kultury organizacyjnej, umiejętności radzenia sobie z szybkim podejmowaniem decyzji. Równie istotny jest problem skalowalności, zastosowanie odpowiednich struktur, procesów i narzędzi, aby zapewnić skuteczne zarządzanie projektami na większą skalę.

Jak wskazuje Autor recenzowanej rozprawy, podejście zwinne miało ograniczone zastosowanie w awionice i tworzeniu oprogramowania lotniczego o krytycznym znaczeniu dla bezpieczeństwa, a główną barierą dla implementacji zwinności w tym obszarze były wymagania procesu certyfikacji. Podejście zwinne, mimo wskazanych powyżej licznych zalet, nie zapewnia spełnienia wymogów, przede wszystkim w zakresie identyfikacji i śledzenia zmian (*traceability*). W przypadku zwinnego zarządzania projektem, produkty podlegają zmianom, a ich architektura jest nieustannie modyfikowana w procesach iteracyjnych i przyrostowych. W takiej sytuacji istotnym wyzwaniem staje się zapewnienie identyfikowalności zmian i adaptacji. Doktorant identyfikuje i prezentuje to wyzwanie. Co więcej, zwinne zarządzanie projektami, zgodnie z ideą Manifestu zwinnego, stawia działające oprogramowanie powyżej pełnej dokumentacji, a akurat dokumentacja jest niezbędną częścią certyfikacji produktów w awionice. W tym przypadku Doktorant dostrzega i podkreśla szczególną rolę zaangażowania urzędów certyfikacji jako ważnych interesariuszy projektu, wskazując, że bez stałego zaangażowania urzędów certyfikacji potencjalne korzyści zastosowania zwinnych metodyk stają się trudne do realizacji.

Co bardzo ważne i do czego wrócę w dalszej części mojej recenzji, praca doktorska opiera się na badaniach aplikacyjnych. Recenzowana praca doktorska jest bowiem efektem realizacji doktoratu wdrożeniowego. Zgodnie z ideą doktoratu wdrożeniowego i badań aplikacyjnych, Doktorant prezentuje zatem nie tylko ideę, ale także wyniki realnej praktycznej realizacji wybranych (trzech) projektów w firmie GE Aviation zgodnie z zaproponowanymi zasadami i metodami zwinnego zarządzania.

Recenzowana praca stanowi ważny wkład w rozwój wiedzy i zastosowań praktycznych podejścia zwinnego w zarządzaniu projektami w sferach do tej pory nie postrzeganych jako odpowiednie dla zwinnych metod i praktyk. Dobór tematyki badań teoretycznych i aplikacyjnych oceniam zatem pozytywnie, doceniam oryginalność tematyki i potencjalny wkład, w tym w sferze aplikacji wyników badań własnych Doktoranta.

Ocena celów i pytań badawczych

Kluczowe dla oceny oryginalności, zakresu i poprawności badań podjętych w dysertacji doktorskiej jest przeanalizowanie jej celów głównych i szczegółowych, pytań badawczych lub sformułowanych hipotez.

Jak wynika z tekstu rozprawy, jej głównym celem było opracowanie i walidacja metodyki zwinnej zarządzania małym i średnimi projektami wytwarzania oprogramowania krytycznego dla bezpieczeństwa w awionice (strona 25). Założeniem pracy jest aby metodyka miała wszystkie cechy metodyk zwinnych, a jednocześnie umożliwiała proces certyfikacji systemu w awionice oraz zapewniała, że stworzone przy jej pomocy oprogramowanie będzie spełniało wymagania standardu DO-178C. Zgodnie z zaprezentowanymi intencjami Autora tej dysertacji, w opracowanej metodyce – zgodnej z głównymi zasadami podejścia zwinnego - realizacja projektu zostanie podzielona na trzy fazy: wstępnego planowania i określenia wymagań, kolejnych iteracji oraz przygotowania do certyfikacji. Co należy podkreślić, opracowana i zaprezentowana w pracy doktorskiej metodyka została wdrożona do realizacji projektów w ramach działalności gospodarczej firmy GE Aviation.

Doktorant sformułował główne pytanie badawcze: Jak skutecznie zastosować metodyki Agile w projekcie tworzenia oprogramowania o krytycznym znaczeniu dla bezpieczeństwa? (strona 25 pracy, tłumaczenie). Obok tego pytania głównego zaproponował cztery pytania szczegółowe (poniżej brzmienie w języku polskim):

1. Jakie procesy tworzenia oprogramowania krytycznego dla bezpieczeństwa są obecnie stosowane w branży lotniczej?
2. Jakie wyzwania stoją przed zastosowaniem metodyki Agile w tworzeniu oprogramowania o krytycznym znaczeniu dla bezpieczeństwa?
3. Jakie ramy Agile można wykorzystać do tworzenia i certyfikacji oprogramowania krytycznego dla bezpieczeństwa w obecnej niezmodyfikowanej formie?
4. Jak zdefiniować i wdrożyć ramy Agile do tworzenia oprogramowania krytycznego dla bezpieczeństwa w awionice?

Sformułowanie pytań pozwoliło na wyznaczenie czterech szczegółowych celów i potencjalnych wyników przeprowadzonych badań, zdefiniowanych z perspektywy eksploracyjnej i aplikacyjnej. Zostały one zaprezentowane bardzo konkretnie i czytelnie w sposób tabelaryczny (Tabela 2, str. 26). Nie będę ich przytaczać w tym miejscu mojej recenzji, doceniam jednak dostępność i klarowność ich prezentacji.

Chciałabym tu podkreślić, że sposób sformułowania i prezentacji celów i pytań badawczych jest poprawny i wskazuje jednoznacznie na celowość badań podjętych w recenzowanej rozprawie doktorskiej.

OCENA WIEDZY TEORETYCZNEJ ZAPREZENTOWANEJ PRZEZ AUTORA

Na wstępie tej części mojej recenzji muszę podkreślić, że recenzowana praca doktorska jest efektem realizacji doktoratu wdrożeniowego. Specyfika tej pracy, z założenia, polega zatem na prezentowaniu umiejętności i wiedzy Doktoranta niezbędnych do rozwiązywania skomplikowanych problemów w konkretnych dziedzinach praktycznych. Od Doktoranta można zatem wymagać m.in. połączenia teorii z praktyką, integracji wiedzy z doświadczeniem zawodowym, potwierdzenia zaawansowanych umiejętności praktycznych, które można zastosować w rzeczywistych sytuacjach praktyki przedsiębiorstwa. Recenzowana rozprawa potwierdza spełnienie tych wymagań.

Praca zawiera aż 10 rozdziałów. Pierwszy rozdział ma charakter wprowadzający do tematyki rozprawy i badań stanowiących podstawę dysertacji. W następnych rozdziałach, zgodnie z oczekiwaniami, Doktorant prezentuje stan wiedzy na temat systemów awioniki i rozwoju oprogramowania. Rozdziały 2 i 3 zawierają syntetyczne wyniki tradycyjnego przeglądu literatury dotyczącego zwinnego podejścia do wytwarzania oprogramowania, w tym m.in. procesów tworzenia oprogramowania i charakterystyki wybranych metodyk zwinnych. Bardzo wysoko oceniam natomiast rozdział 4 prezentujący wyniki systematycznego przeglądu literatury i wnioski z tej części badań literaturowych dotyczące możliwości aplikacji zarządzania zwinnego w tworzeniu systemów krytycznych dla bezpieczeństwa.

W kolejnych rozdziałach dysertacji Doktorant prezentuje ramy metodyczne (framework), które stanowią autorską koncepcję opracowaną w ramach realizowanych prac badawczych, a także sposób tworzenia i doskonalenia tych ram w wyniku nabywanych doświadczeń w realizacji kolejnych projektów.

Projekty, dla których zastosowano proponowaną metodykę zwinną to: pokładowy wyświetlacz wielofunkcyjny do śmigłowca, pokładowy wyświetlacz awaryjny do samolotu wielozadaniowego, pokładowy wyświetlacz komunikacyjny. Wszystkie projekty zakończono udaną certyfikacją, testami w locie oraz wejściem produktu do użytkowania. Kolejne wymienione powyżej projekty są przedmiotem opisu w następnych rozdziałach tej pracy. Rozdział 6 opisuje pierwszą próbę aplikacji zaproponowanego podejścia zwinnego w projekcie pokładowego wyświetlacza wielofunkcyjnego do śmigłowca (Multifunction Helicopter Display). Projekt ten pozwolił zweryfikować założenie o jego przydatności do tworzenia oprogramowania o krytycznym znaczeniu dla bezpieczeństwa. Rozdział 7 koncentruje się na opisie projektu pokładowego wyświetlacza awaryjnego do samolotu wielozadaniowego (Standby Flight Display), w którym stworzona rama metodyczna jest zastosowana w ostatecznej formie. Rozdział 8 opisuje projekt pokładowy wyświetlacz komunikacyjny (Data Communication Display), który jest kolejnym zastosowaniem opracowanej idei i dokumentuje wykonalność i wykorzystanie dla tworzenia różnych produktów w środowisku krytycznym dla bezpieczeństwa. W rozdziale 9 podsumowano wyniki eksperymentów i walidację ram

metodycznych. W tym rozdziale zaprezentowano sposób wdrożenia wyników prac Doktoranta w praktyce przedsiębiorstwa GE Aviation. Rozdział 10 zawiera wnioski końcowe, w tym zawiera dyskusję wyników pracy prezentując je w kontekście przyjętych celów. Zawiera również opis ograniczeń zaprezentowanych badań i proponowane kierunki ich dalszego rozwoju

Jak łatwo dostrzec, struktura pracy jest logiczna i spójna. Zakres wiedzy zaprezentowanej w poszczególnych rozdziałach jest wprawdzie bardzo syntetyczny, ale pozwala śledzić przebieg badań literaturowych i aplikacyjnych oraz dostrzec sposób osiągnięcia postawionych celów badawczych. Autor dość syntetycznie, ale poprawnie, przedstawia istniejące modele i metody zarządzania zwinnego, które stanowią podstawę dla badań aplikacyjnych. Jest to ważne, ponieważ umożliwia czytelnikowi zrozumienie kontekstu i zapewnia solidne fundamenty dla dalszych analiz.

Dodatkowo, Doktorant pokazuje dogłębną znajomość dziedziny badawczej, w której doktorat wdrożeniowy jest realizowany. Badania aplikacyjne są oparte na solidnych podstawach wiedzy i doświadczenia, dostarczają nowych rozwiązań dla rzeczywistych problemów awioniki.

Odnosząc się do wdrożeniowego charakteru rozprawy można podkreślić, że recenzowana praca potwierdza wysoki poziom integracji wiedzy oraz umiejętności praktycznych, umożliwiających aplikację wiedzy w konkretnych sytuacjach i konkretnych wyzwaniach praktycznych.

OCENA UMIEJĘTNOŚCI PROWADZENIA PRACY NAUKOWEJ

Badania zaprezentowane w tej pracy doktorskiej mają charakter badań aplikacyjnych. Z definicji badania aplikacyjne mają na celu generowanie wiedzy w celu rozwiązania konkretnych problemów praktycznych lub przyczynienia się do rozwoju praktyki w określonym obszarze. O ile zatem tradycyjne badania podstawowe skupiają się na poznaniu, rozwijaniu wiedzy lub pogłębieniu zrozumienia określonych koncepcji, o tyle badania aplikacyjne mają zastosowanie praktyczne i są ukierunkowane na rozwiązywanie problemów w rzeczywistych sytuacjach. W tej pracy doktorskiej te rzeczywiste sytuacje dotyczą bardzo istotnego i aktualnego problemu transformacji zwinnej, zwinnych metodyk oraz hybrydyzacji metodyk zarządzania projektami w specyficznych uwarunkowaniach, wymagających spełnienia dodatkowych warunków związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa.

Recenzowana praca doktorska spełnia oczekiwania co do istoty badań aplikacyjnych. Jej celem jest rozwiązanie konkretnych problemów praktycznych lub przyczynienie się do rozwoju praktyki zawodowej w zakresie doskonalenia metodyk zwinnych, które mogą być stosowane w realizacji projektów wytwarzania oprogramowania o krytycznym znaczeniu dla bezpieczeństwa. Badania te koncentrują się na rozwiązywaniu problemów

w określonym kontekście, jakim jest tu specyfika projektów w awionice. Doktorant starał się zaprezentować specyficzne wyzwania, potrzeby i warunki panujące w tym kontekście. Co chciałabym również podkreślić w mojej recenzji, zaprezentowane w pracy badania wymagały podejścia interdyscyplinarnego, łączącego różne dziedziny w celu skutecznego rozwiązania problemów. W tym przydatku istotne okazało się szerokie doświadczenie praktyczne połączone z wiedzą techniczną i oraz wiedzą z obszaru zarządzania projektami.

Badania aplikacyjne, podobnie jak badania podstawowe, wykorzystują różne metody badawcze, oczywiście, metody te muszą być dostosowane do konkretnego problemu badawczego oraz specyficznego kontekstu. W recenzowanej pracy doktorskiej, aby osiągnąć założone cele zastosowano połączenie 3 podejść: badanie źródeł wtórnych, w tym przede wszystkim badania literaturowe dotyczące zwinnego zarządzania projektami ze szczególnym naciskiem na sferę awioniki, badania oparte na doświadczeniu Autora wynikającym z pracy zawodowej, a także prototypowanie iteracyjne i eksperymenty. Ta ostatnia część badań własnych, iteracyjne prototypowanie i eksperymentowanie, dotyczyła tej fazy postępowania badawczego, kiedy hipotezy są testowane w praktyce, a wnioski są wdrażane w kolejnych prototypach tworzonych produktów.

Na potrzeby badań w niniejszej pracy autor zebrał dane z trzech różnych projektów, w których wdrażano kolejne wersje proponowanych ram metodycznych. Pozwoliło to na analizę wyników i zdefiniowanie ram jako konkluzji wykonanych eksperymentów. Takie podejście pozwoliło zweryfikować ideę w realnym środowisku przedsiębiorstwa i potwierdziło umiejętność realizacji zaawansowanych badań aplikacyjnych.

OCENA STRONY FORMALNEJ I JĘZYKOWEJ OPRACOWANIA

Praca została przygotowana w sposób, który umożliwia czytelnikowi łatwe śledzenie i zrozumienie zarówno kontekstu teoretycznego, jak i wyników zaprezentowanych badań aplikacyjnych. Doktorant jasno, klarownie i komunikatywnie zaprezentował zarówno kontekst i wyniki badań literaturowych, jak i wyniki eksperymentów i prototypowania.

Strona formalna pracy nie budzi większych zastrzeżeń, a recenzowana praca została napisana w sposób poprawny. Należy jednak wskazać na możliwości skorygowania strony formalnej dysertacji doktorskiej, w tym korektę językową. Z drugiej strony należy podkreślić fakt, że Doktorant włożył dodatkowy wysiłek przygotowując swoją rozprawę doktorską w języku angielskim.

Trudno nie dostrzec zalet pracy w perspektywie formalnej – przejrzystość, jakość grafik, tabel, załączone zdjęcia dokumentujące badania aplikacyjne. Na podkreślenie zasługuje liczba publikacji (w języku angielskim) stanowiących element systematycznego przeglądu literatury oraz bibliografii tej dysertacji.

WNIOSKI KOŃCOWE

Biorąc pod uwagę aktualność i znaczenie tematyki rozprawy, sformułowane cele i pytania badawcze, logikę i spójność wyводу, wykorzystane narzędzia badawcze, walory poznawcze, a przede wszystkim walory aplikacyjne wyników przeprowadzonych badań stwierdzam, że rozprawa doktorska magistra Pawła Zakrzewskiego stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego z dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości. Rozprawa doktorska potwierdza wysoki poziom wiedzy teoretycznej i umiejętność samodzielnego prowadzenia prac badawczych. Praca doktorska spełnia zatem wymagania art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) i może stanowić podstawę do nadania stopnia naukowego doktora nauk społecznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości.

Na podstawie powyższego uzasadnienia wnoszę o dopuszczenie recenzowanej pracy doktorskiej do jej obrony.



dr hab. inż. Alina Kozarkiewicz, prof. AGH