

17 maja 2021 r.

dr hab. inż. Janusz Zawila-Niedźwiecki  
Politechnika Warszawska  
Wydział Zarządzania  
Katedra Systemów Zarządzania  
[janusz.zawila-niedzwiecki@pw.edu.pl](mailto:janusz.zawila-niedzwiecki@pw.edu.pl)

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra Dariusza Nowaka-Nova  
pt. „Kognitywny system wspomaganie decyzji w zarządzaniu wartością nieruchomości”  
napisanej pod opieką promotora prof. dr hab. Małgorzaty Pańkowskiej

### **Podstawa opracowania recenzji**

Podstawą formalną recenzji jest pismo z 30 marca 2021 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej *Nauki o zarządzaniu i jakości* w Akademii WSB prof. dra hab. Marka Lisińskiego, w związku z powołaniem mnie na recenzenta w przewodzie doktorskim mgra Dariusza Nowaka-Nova.

Przedmiotem merytorycznej oceny jest przekazana mi z w/w pismem rozprawa doktorska pod tytułem „Kognitywny system wspomaganie decyzji w zarządzaniu wartością nieruchomości” napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Małgorzaty Pańkowskiej.

Recenzja została sporządzona zgodnie z przepisami:

- Ustawy z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, stanowiącej załącznik do obwieszczenia Marszałka Sejmu RP z 15 września 2017 r. (Dz.U. z 2017 r., poz. 1789) w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu w/w ustawy.
- Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. z 2018 r., poz. 261).

### **Ocena redakcyjnej strony pracy**

Recenzowana rozprawa ma 298 stron. Składa się z: oświadczenia autora o samodzielnym opracowaniu pracy; oświadczenia promotora, że praca spełnia warunki, aby zostać

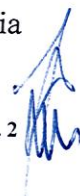
przedstawiona w postępowaniu awansowym; spisu treści; wprowadzenia; sześciu rozdziałów; zakończenia; bibliografii; spisu źródeł internetowych; spisu tabel i spisu rysunków. Bibliografia obejmuje 306 pozycji (w tym 159 angielskojęzycznych), spis pozycji internetowych liczy ich 27, spis tabel to 31 pozycji, a spis rysunków 71 pozycji. Wykaz literatury jest reprezentatywny dla podjętej problematyki, ale należy zauważyć, że przeszło 200 publikacji jest starszych niż 5 lat, podczas gdy podjęta problematyka jest bardzo intensywnie rozwijana.

Edytorsko praca została przygotowana starannie, nieliczne i nieznaczące są drobne uchybienia typu literówki i interpunkcja (choć niektóre z nich zostały popełnione w kluczowych fragmentach rozprawy, np. w sformułowaniu celu głównego). Dziwi tylko jednostronny wydruk pracy, co utrudnia jej studiowanie.

### **Ocena wyboru tematu rozprawy, wskazanych celów, przyjętych hipotez oraz dobranych metod badawczych**

Przedmiotem rozprawy jest, interdyscyplinarnie postrzegane, wspomaganie decyzji przez wykorzystywanie narzędzi informatycznych bazujących na współczesnych możliwościach informatyki kognitywnej, a więc uwzględniające koncepcje sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego. Interdyscyplinarność pracy nie narusza obowiązku ulokowania rozprawy w określonej dyscyplinie naukowej, gdyż z perspektywy podjętego problemu badawczego kwestie przynależne do dyscypliny *Informatyka* dotyczą aspektów narzędziowych, a wiodącą jest kwestia podejmowania decyzji pojmowana na gruncie dyscypliny *Nauki o zarządzaniu i jakości*. Charakter pracy jest związany z nieformalną subdyscypliną *Informatyka ekonomiczna* promowaną przez Naukowe Towarzystwo Informatyki Ekonomicznej, której czołową postacią jest Pani Promotor doktoranta.

Podjęcie tej tematyki jest ważne. Wpisać je można w kluczowy współcześnie nurt badań nad wpływem nowych technologii na zarządzanie. Wpływ ten jest przeważnie badany na zasadzie obserwacji zjawisk dokonujących się w sferze zarządzania praktycznego. Dużo rzadsze jest, a taki jest charakter ocenianej rozprawy, twórcze proponowanie jak możliwości nowych technologii mogą być wykorzystywane do podnoszenia skuteczności, efektywności, jakości, a nawet wygody w rozwiązywaniu problemów zarządczych (menedżerskich) czy wykonywaniu zadań. Uwzględnianie dorobku kognitywistyki w jej wydaniu technologicznym oznacza zbliżanie sfery badań nad myśleniem ludzkim ze sferą poszukiwań technicznego odwzorowania zasad/mechanizmów tego myślenia. Jest to ogromne wyzwanie. Mówimy bowiem z jednej strony o analizie działania zmysłów, mózgu i umysłu człowieka oraz reguł poznawania/uczenia



się, a więc o kwestiach z zakresu psychologii poznawczej, neurobiologii, inteligencji, filozofii umysłu, logiki, lingwistyki. Z drugiej zaś strony o modelowaniu logiczno-technicznym takich kwestii jak percepcja, myślenie, świadomość, uczenie się, inteligencja, podejmowanie decyzji. Osiągany już poziom odwzorowania dowodzi, że kognitywistyka techniczna nie tylko wyrafinowanie przetwarza określone sygnały, ale także sięga po interpretowanie kontekstualne, a więc niejako ucłowiecza maszynę (tu bardziej system informatyczny).

Doktorant podjął wyzwanie zbadania problemu tej klasy oraz opracowania rozwiązania łączącego podejście o charakterze obliczeniowym, dobrze nadające się do komputerowego wspomaganie, z podejściem o charakterze niealgorytmicznym, wymagającym podejmowania decyzji bez oparcia o logiczne, zaprogramowane wcześniej reguły, lecz o uczenie się i nabywanie doświadczenia przez system wspomaganie decyzji.

Powyższe przesłanki dają podstawy do bardzo pozytywnej oceny wyboru problematyki dysertacji.

Punktem wyjścia do rozważań Doktoranta jest cel rozprawy, który został określony jako (C) Opracowanie modelu wspomaganie decyzji dotyczących zarządzania wartością nieruchomości z wykorzystaniem narzędzi informatycznych i metod kognitywistyki.

Dla osiągnięcia celu głównego wyznaczono cele cząstkowe o charakterze teoretyczno-poznawczym, metodycznym oraz empirycznym:

- (C1) Wykazanie zalet stosowania podejścia Design Science Research dla badań precyzujących możliwe do zastosowania, dla opracowania modelu wspomaganie decyzji, technologie kognitywne oraz techniki i narzędzia wykorzystujące badania w obszarze kognitywistyki.
- (C2) Systematyzacja i formalny opis obszarów kognitywnego wspomaganie decyzji istotnych dla zarządzania wartością nieruchomości.
- (C3) Przedstawienie aktualnych badań związanych z tematem pracy w zakresie metod, technik i narzędzi kognitywnego wspomaganie decyzji zarządczych.
- (C4) Opracowanie funkcjonalnego prototypu ontologii tworzącej środowisko badawcze, dla analizy możliwości wykorzystania ontologii dla kognitywnego wspierania procesów zarządzania wartością nieruchomości oraz sterowania logiką kognitywnych algorytmów odpowiedzialnych za zarządzanie.

(C5) Wskazanie komplementarnych technik biznesowych i informatycznych, opartych o narzędzia i notacje modelowania, niezbędnych dla opracowania wymagań dla demonstratora zautomatyzowanego podejmowania decyzji w obszarze zarządzania wartością nieruchomości.

(C6) Opracowanie modelu prototypu narzędzia informatycznego dla kognitywnego wspomaganie decyzji w zarządzaniu wartością nieruchomości jako demonstratora dla empirycznych eksperymentów związanych z zastosowaniem automatów decyzyjnych sterowanych przez algorytmy.

Cele odbieram jako trafne, a tok rozumowani w rozprawie jest nastawiony na ich zrealizowanie.

Ponadto Doktorant sformułował hipotezy badawcze. Hipoteza główna zakładała, że (H) W obszarze zarządzania wartością nieruchomości istnieją uzasadnione przesłanki dla opracowania, opartego o algorytmy technologii kognitywnych, modelu hybrydowego systemu wspomaganie decyzji obejmującego zasoby informacyjne, procesy, polityki i praktyki biznesowe, decydentów, funkcje i narzędzia informatyczne.

Hipotezę tę weryfikowano formułując hipotezy cząstkowe, tj.:

(H1) Podejście Design Science Research może ułatwić organizację badań naukowych dotyczących budowy systemów decyzyjnych wykorzystujących technologie kognitywne.

(H2) Precyzyjne nazwanie poszczególnych komponentów tworzących domenę badawczą dla zakresu pracy ułatwia realizację badań.

(H3) Istnieją przesłanki dla praktycznego wykorzystania algorytmów technologii kognitywnych, przydatnych do budowy systemu zarządzania wartością nieruchomości, które można zweryfikować za pomocą krytycznego przeglądu literatury.

(H4) Opracowanie ontologii, umożliwiającej szybką identyfikację wzorców aktywności w procesach zarządzania nieruchomościami, zapewni niezbędne i wymagane reguły do automatycznych wnioskowań uruchamianych w systemie informatycznym opartym o algorytmy technologii kognitywnych.

(H5) Ugruntowane techniki oraz notacje dla modelowania procesów, które poprzez swoją komplementarność, ułatwią opracowanie wymagań dla demonstratora zautomatyzowanego podejmowania decyzji w obszarze zarządzania wartością nieruchomości.



(H6) Zautomatyzowanie podejmowania decyzji, poprzez wykorzystanie sieci neuronowych i uczenie maszynowe prowadzące do zalgorytmizowanego kognitywnego wnioskowania, przynosi zwiększenie wartości nieruchomości.

Co do hipotez, to mam niechętny stosunek. Nie jest to uwaga adresowana do Doktoranta, lecz związana z trwającym w środowisku naukowym podziałem poglądów. Szkoła naukowa, do której należę, stoi na stanowisku, że formułowanie hipotez ma faktyczny sens tylko wtedy, gdy badania służące ich weryfikacji mają charakter ilościowy, a więc badana jest próbka statystycznie wiarygodna lub populacja pełna. Tak nie jest w przypadku ocenianej rozprawy. Konsekwencją stawiania hipotez w przypadku ograniczonych badań jest to, że - aby dało się je zweryfikować - są formułowane jako dość oczywiste, a to obniża wymowę naukową rozprawy. Uważam, że w tym przypadku wystarczyło wskazanie celów oraz pytań badawczych, które zostały sformułowane i ukierunkowały badania. W tym aspekcie doceniam wysiłek Doktoranta i uważam, że postawił trafne pytania.

Odnosnie do badań, to szczególnie podkreślić warto zastosowanie podejścia metodycznego Design Science Research (dalej DSR), rekomendowanego do zagadnień związanych z zastosowaniem technologii w zarządzaniu przez szereg ważnych dla nauk o zarządzaniu ośrodków akademickich (MIT, Uniwersytet Stanforda, Uniwersytet Carnegie-Mellon) czy biznesowych ośrodków B+R. Realizacja przyjętego celu przez udzielenie odpowiedzi na pytania badawcze została przeprowadzona z użyciem licznych, bardzo specjalistycznych metod badawczych. Charakter badań był nietypowy dla dyscypliny, Doktorant skorzystał także z metod właściwych dla dyscypliny *Informatyka* i uważam, że to interesująca nowinka metodyczna. Warto podkreślić wiedzę, wręcz biegłość Doktoranta w tym względzie, dokonywanie przeglądu potencjalnie możliwych do wykorzystania metod, udokumentowanie wyboru konkretnych, przygotowanie materiału badawczego do ich użycia, precyzyjne ich zastosowanie i wyciągnięcie wniosków.

Przyjęty tok badań uważam za adekwatny dla postawionego problemu badawczego, służący realizacji postawionego celu oraz weryfikacji hipotez (z zastrzeżeniem ich dotyczącym, przedstawionym wyżej).

### **Ocena merytoryczna kompozycji rozprawy**

Rozprawa składa się z Wprowadzenia, w którym sformułowano problem badawczy, sześciu Rozdziałów oraz Zakończenia, w którym sformułowano końcowe wnioski odnosząc się do



celów, hipotez i pytań badawczych. Dla trzech pierwszych rozdziałów przyjęto perspektywę teoretyczno-poznawczą, dwa kolejne opisują zastosowanie metod badawczych, a ostatni przedstawia weryfikację rozwiązania.

Rozdział pierwszy dopasowuje podejście DSR do organizacji badań, Doktorant dokonał porównania metodyk badawczych dotyczących systemów informatycznych. W rezultacie przypisał do poszczególnych elementów składowych DSR działania przewidziane w planie badań, opisał społeczno-techniczne środowisko badawcze i opracował założenia realizacji demonstratora.

W rozdziale drugim Doktorant przedstawił interpretację pojęć opisując znaczenie sformułowania tytułu rozprawy. Dla każdego z pojęć wskazano kontekst funkcjonalny, podlegający dalszym badaniom.

W rozdziale trzecim Doktorant przeprowadził obszerną analizę literaturową, której celem było zidentyfikowanie innych badań związanych z taką problematyką. Badanie przeprowadzono stosując dwie metody: Systematic Mapping Study (mapowania domen wiedzy) oraz Systematic Literature Review. Chodziło o ustalenie jakie metody, techniki i narzędzia kognitywnego wspomagania decyzji zarządczych są stosowane lub rozważane. Badanie sterowane było serią pytań szczegółowych:

(RQ1) Czy istnieją opisane przykłady zastosowania technologii kognitywnych w obszarach systemów zarządzania?

(RQ2) Czy algorytmy technologii kognitywnych znajdują zastosowanie w zarządzaniu?

(RQ3) Jakie rodzaje algorytmów technologii kognitywnych stosuje się w zarządzaniu?

(RQ4) Które dziedziny zarządzania są wspierane przez algorytmy technologii kognitywnych?

(RQ5) Czy istnieją dowody na to, że korzystanie z algorytmów technologii kognitywnych jest korzystne dla zarządzania?

Badania Doktoranta wykazały, że informatyka kognitywna wykorzystywana jest w systemach wspomagania decyzji, ale że występuje luka badawcza co do jej praktycznych zastosowań oraz że koncepcja zarządzania wartością przedsiębiorstwa jest obecna w zarządzaniu nieruchomościami. Ustalono też algorytmy sieci neuronowych stosowane w procesach zarządzania, z których za możliwe do zastosowania w badaniach Doktorant uznał Deep Neural Networks i Convolutional Neural Networks, wyodrębniając zastosowania w zarządzaniu



wiedzą, wnioskowaniu oraz podejmowaniu decyzji w warunkach niepełnej informacji, oraz ustalili, że ich decyzyjność dotyczy optymalizacji procesów biznesowych, wydajności operacyjnej organizacji, czyli spełnia oczekiwania rozprawy.

W rozdziale czwartym Doktorant zaprezentował prototyp ontologii środowiska badawczego (należy podkreślić, że określenie „ontologia” jest w rozprawie używane w znaczeniu specyficznym, a więc węższym niż w ogólnej metodologii nauk, dla dyscypliny *Informatyka*). Dokonał jego weryfikacji posługując się dwoma pytaniami badawczymi:

(RQ6) Czy jest możliwe zaprojektowanie i wdrożenie, w oparciu o istniejące normy, standardy i ontologie dziedzinowe, schematu ontologii dla wykorzystania w kognitywnym wspieraniu procesów zarządzania wartością nieruchomości?

(RQ7) Czy zaproponowany schemat materializacji ontologii mógłby pomóc w projektowaniu i implementacji wysoce skalowalnych algorytmów wnioskowania?

Dla uzyskania odpowiedzi Doktorant zaprojektował: strategię materializacji oraz schemat materializacji ontologii, odwołujący się do przepisów prawa, norm i specyfikacji technicznych. Badał poprawność działania reguł wnioskowania, uzyskując potwierdzenie tego, co prowadziło do potwierdzenia też możliwości zapewnienia takich usług jak: wyszukiwanie semantyczne, wspieranie kognitywnych agentów oprogramowania w procesach zarządzania wartością nieruchomości, nadzorowanie mechanizmów usług decyzyjnych, materializację schematów wnioskowań o bazie algorytmicznej.

W rozdziale piątym Doktorant wybrał techniki biznesowe i informatyczne dla opracowania wymagań dla demonstratora zautomatyzowanego podejmowania decyzji. Dobrał techniki biznesowe i informatyczne do zbadania możliwości stosowania algorytmów technologii kognitywnych w zarządzaniu wartością nieruchomości. Opisał metodę budowy modelu prototypu, wykorzystując architekturę sterowaną modelami oraz proces współbieżnej realizacji zadań badawczych, uwzględniając zróżnicowane perspektywy, tj.: perspektywę przypadków użycia, odpowiedzialną za specyfikację biznesową; (ii) perspektywę warstwy analitycznej, umożliwiającą specyfikację wymagań; (iii) perspektywę procesową, opisującą zachowania modelu; (iv) perspektywę implementacyjną, prezentującą konfigurację komponentów.

W rozdziale szóstym Doktorant przedstawił weryfikację demonstratora Kognitywnego Systemu Wspomagania Decyzji, pod kątem wykorzystania go do wnioskowań z wiedzą niepełną. Prowadziły do tego pytania badawcze:



(RQ8) Czy transformacja przepływów pracy dla konserwacji naprawczej, w proces konserwacji predykcyjnej, znajduje zastosowanie do zarządzania wartością nieruchomości?

(RQ9) Czy przekształcenie procesu planowania wydatków obszarze kosztów związanych z eksploatacją i konserwacją nieruchomości z procesu opartego na pracy ludzkiej, w proces wykorzystujący algorytmy i zautomatyzowane usługi decyzyjne, przynosi wartość, skracając czas przebiegu takiego procesu?

(RQ10) Czy generalizacja i metody analiz porównawczych, korzystające z sieci neuronowych i uczenia maszynowego, nadają się jako silniki wnioskujące w Automatycznych Modelach Wyceny?

(RQ11) Uznając, że Automatyczne Modele Wyceny używane są do oszacowania wartości rynkowej nieruchomości na podstawie analizy jej lokalizacji, właściwości i warunków rynkowych, to czy zastosowanie ich do automatycznej wyceny samych właściwości nieruchomości, przynosi korzyść zarządzającemu taką nieruchomością?

Doktorant przeprowadził zaplanowane eksperymenty badające zachowania algorytmów sieci neuronowych oraz walidujące efektywność uruchomionych w sposób zautomatyzowany procesów decyzyjnych w wydaniu technologii kognitywnych, które na wyjściu miały proponować rozwiązania. W eksperymentach, odnoszących się do poszczególnych pytań badawczych, Doktorant uzyskał potwierdzenie, że:

- korzystając z demonstratora można oprzeć proces identyfikowania i raportowania potrzeb remontowych w zarządzaniu nieruchomością;
- istnieje bezpośrednią zależność pomiędzy koniecznością dysponowania kompletem informacji niezbędnych do dalszych wyliczeń na początku zadania a efektywnością procesu;
- w wypadku zastosowania zautomatyzowanych usług decyzyjnych w procesach planowania, stan wejściowy nie ma znaczenia lub ma znaczenie minimalne dla efektu całego procesu;
- najlepszą dokładność walidacji wraz z wysoką spójność osiągnął algorytm DNN;
- algorytm CNN najlepiej nadaje się do zastosowań przemysłowych w obszarach zarządzania nieruchomościami;





- uruchamiane niezależnie od siebie kognitywne usługi decyzyjne działają poprawnie i dokonują ze sprawnością 100% obliczeń nie zaburzając sekwencyjnego procesu złożonego z wszystkich, połączonych z sobą usług;
- dla usługi dotyczącej najmu zarejestrowano najwięcej ponownych przebiegów, co jest uzasadnione naturalną dynamiką umów najmu;
- technologie automatycznych modeli mogą zostać wykorzystane do zautomatyzowanej wyceny właściwości charakteryzujących nieruchomości, przynosząc decydentowi korzyść ograniczenia kosztu oraz czasu na realizację zadań.

W Zakończeniu Doktorant zrekapitulował przebieg badań i ustalone wnioski.

Dużą wartością przedstawiania treści rozprawy jest kończenie każdego rozdziału podsumowaniem, które jest także pomostem logicznym pomiędzy rozdziałami.

Wobec omówionej treści rozprawy nasuwa się właściwie jedna zasadnicza refleksja, do której chciałbym, aby Doktorant ustosunkował się w trakcie obrony doktoratu. Podjęty problem, dotyczący wspierania podejmowania decyzji, przez rozwiązanie wykorzystujące informatykę kognitywną, został przedstawiony bardzo wnikliwie. Z tego też powodu, oceniając rozprawę, nie stawiam dodatkowych pytań, bo nie mam ani zastrzeżeń, ani istotnych wątpliwości, które wypadałoby zasygnalizować. Równocześnie zauważam, że przez dużą część pracy podjęty problem został przeanalizowany w szerokim w gruncie rzeczy kontekście zastosowań, tzn. bez ograniczania do zastosowań w zarządzaniu nieruchomościami. Interpretuję to tak, że - z uwagi na oczywiste ograniczenia przedsięwzięcia badawczego doktorskiego – Doktorant wybrał obszar zastosowań (zarządzanie nieruchomościami) jako pilotażowy w stosunku do potencjalnej wartości przygotowanego rozwiązania. Za takie rozwiązanie, w większym nawet stopniu niż sam demonstrator, uznaję proces przygotowania demonstratora jako modelowanie pod kątem konkretnego obszaru podejmowania decyzji. Niestety w pracy takiej konstatacji nie spotkałem, a liczyłem na nią zwłaszcza w Zakończeniu. Jest to ważne nie tylko, aby podkreślić wartość rozprawy, ale też, aby wskazać pola dalszych badań i opracowań.

### **Wnioski końcowe**

Głównym osiągnięciem Doktoranta jest pokazanie jak praktycznie wspomagać podejmowanie decyzji menedżerskich z wykorzystaniem narzędzi i metod informatyki kognitywnej, przy czym jest dla mnie oczywiste, że osiągnięcie to ma znacznie szersze zastosowanie niż przedstawione w rozprawie, co z kolei wynika z ograniczeń specyfiki przewodu doktorskiego.

Doktorant wykazał się przy tym dobrą wiedzą z zakresu nauk o zarządzaniu i jakości, a recenzowana rozprawa spełnia w wysokim stopniu wymóg aktualności. Z kolei przeprowadzając badania Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz trafnego wnioskowania. Analizując kwestie teoretyczne Doktorant posłużył się umiejętnie dobraną treściowo literaturą naukową, choć razi przewaga pozycji wydanych przed 2016 rokiem. Zgłoszone przez mnie uwagi mają charakter dyskusji z Doktorantem oraz zmierzają do tego, aby pomóc mu doskonalić warsztat pod kątem dalszej kariery naukowej.

Reasumując, uważam, że Doktorant osiągnął cele rozprawy oraz uzyskał oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Tym samym rozprawa jest wartościowa i wnosi wkład do nauki w zakresie problematyki podejmowania decyzji z wykorzystaniem najnowszych technologii informatyki kognitywnej. Na tej podstawie uważam, że rozprawa mgra Dariusza Nowaka-Nova pt. „Kognitywny system wspomaganie decyzji w zarządzaniu wartością nieruchomości” spełnia wszystkie wymagania merytoryczne i formalne, a wobec tego wnioskuję do Rady Naukowej dyscypliny *Nauki o Zarządzaniu i Jakości* w Akademii WSB o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

