

RDJMe_512_29.2022

dr hab. inż. Ewa Chodakowska, prof. PB
Instytut Nauk o Zarządzaniu i Jakości
Wydział Inżynierii Zarządzania
Politechnika Białostocka

Białystok, 28.08.2022 r.

Recenzja doktoratu wdrożeniowego mgr. inż. Artura Pollaka pt.
*Wdrożenie polskiej platformy Nazca 4.0 w celu implementacji koncepcji przemysłu 4.0
w procesach produkcyjnych*

1. Podstawa opracowania recenzji

Przedmiotem recenzji jest praca doktorska mgr. inż. Artura Pollaka pt. *Wdrożenie polskiej platformy Nazca 4.0 w celu implementacji koncepcji przemysłu 4.0 w procesach produkcyjnych*. Promotorem pracy jest dr hab. inż. Damian Gąsiorek, prof. PŚ. Podstawą opracowania recenzji jest pismo prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej z dnia 29.06.2022 r. w sprawie powołania mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej. W piśmie określono, iż doktorat został opracowany w trybie eksternistycznym, a podstawą jest praca wdrożeniowa.

Otrzymana dokumentacja wniosku mgr. inż. Artura Pollaka obejmuje autoreferat, w którym wskazano, iż podstawę zgłoszenia stanowi oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, tekst ujednolicony (Dz.U. 2022 poz. 574, art. 187, p. 2). W autoreferacie wyszczególniono, że na opracowaną pracę składa się: (i) monografia pt. *Wdrożenie polskiej platformy Nazca 4.0 w celu implementacji koncepcji przemysłu 4.0 w procesach produkcyjnych*, (ii) cztery publikacje naukowe oraz trzy popularnonaukowe, a także (iii) współautorska monografia, pt. *Przedsiębiorstwo 4.0, 360°. Rekomendacje dobrych praktyk* wydana przez Polsko-Niemiecką Izbę Przemysłowo-Handlową w 2021 r. Oprócz wymienionych pozycji, w przedstawionym do recenzji zbiorze załączników zostały zaprezentowane: życiorys, zestawienie udziału w projektach badawczych, potwierdzenia działań społecznych i gospodarczych, informacje o transferze wyników prac badawczych do sfery gospodarczej i społecznej, udział i referaty konferencyjne oraz informacje o działalności na rzecz rozwoju.

2. Charakterystyka ogólna dysertacji

Jako najważniejsze osiągnięcie naukowe, będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora, mgr inż. Artur Pollak wskazuje *Wdrożenie polskiej platformy Nazca 4.0 w celu implementacji koncepcji przemysłu 4.0 w procesach produkcyjnych*, a głównym dokumentem przedstawiającym to osiągnięcie jest tekst rozprawy o tym samym tytule.

Rozprawa liczy 90 stron i wyróżniono w niej dziesięć rozdziałów, w tym numerowany wstęp oraz cel pracy, osiem rozdziałów zasadniczych, ponadto zawiera spis literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. W załącznikach dysertacji umieszczono oświadczenie o procentowym udziale w opracowaniu platformy Nazca 4.0, karty aplikacyjne trzech wdrożeń oraz oświadczenia o udziale poszczególnych autorów w powstanie czterech publikacji naukowych.

We wstępie pracy przedstawiono zwięźle zmiany, które zachodzą w przemyśle jako uzasadnienie potrzeby, a jednocześnie tło do prezentacji własnego rozwiązania – platformy cyfrowej przemysłowego internetu rzeczy (IIoT). Deklarowanym **celem pracy** jest przedstawienie wdrożeń autorskiej platformy IIoT Nazca 4.0 i jej wpływu na zmiany w procesach produkcyjnych. W tej sekcji rozprawy jej Autor wskazuje, że zakres pracy obejmuje porównanie funkcjonalności dostępnych na rynku platform IIoT, opis platformy Nazca 4.0, a także zastosowanych algorytmów do wyznaczania w czasie rzeczywistym parametrów ilościowych i jakościowych z procesów. Bardzo istotną część pracy stanowią opisy wdrożeń w przemyśle.

W pierwszym właściwym rozdziale pracy, **rozdziale 3** pt. *Zarys historyczny platformy i założenia dla Nazca 4.0* jej Autor przedstawił koncepcję Przemysłu 4.0 oraz warunki transformacji przedsiębiorstw. W **podrozdziale 3.1** natomiast założenia przyjęte do opracowania i budowy platformy Nazca 4.0 dotyczące danych, przetwarzania, analityki, wizualizacji, a także założenia określone mianem technicznych i biznesowych opracowane w latach 2013–2014. Zaprezentowane założenia zostały określone na wysokim poziomie ogólności bez wykorzystania dobrych praktyk inżynierii wymagań, czy szerzej inżynierii oprogramowania, z pominięciem standardów takich jak ISO/IEEE. Niektóre sformułowane wymagania są trudno weryfikowalne i niejednoznaczne. Nie zaplanowano, ale też i w dalszej części rozprawy nie określono, metody (metodyki) wytwarzania oprogramowania. Można spekulować czy wszystkie założenia i w jakim stopniu zostały spełnione, które z nich zostały dodane już w trakcie kilkuletniej pracy nad oprogramowaniem. Niemniej, ponieważ system powstał i tym samym cel został osiągnięty, można przyjąć, że swobodny sposób formułowania założeń okazał się wystarczający, a uszczegółowienie czy późniejsza formalna weryfikacja zbyteczne.

W **rozdziale 4** pt. *Charakterystyka dostępnych platform IIoT* Autor przedstawił zestawienie porównawcze platform obecnych na rynku w formie tabelarycznej cytując opracowanie pt. *Opinia dotycząca oceny innowacyjności platformy NAZCA 4.0 z porównaniem z platformami dostępnymi na rynku*, Politechnika Śląska, 2021 r. stanowiące materiał własny grupy APA sp. z o.o. (której Autor jest założycielem i prezesem zarządu) wykonane przez M. Hetmańczyka i A. Gwiazdę, profesorów Politechniki Śląskiej. Analizowane były m.in. technologia rozwiązania, model licencjonowania, możliwości analityczne platform, obsługiwane protokoły komunikacyjne. Przywołane opracowanie pozycjonuje platformę Nazca jako najbardziej uniwersalną w stosunku do konkurencji tj. MindSphere, ThingWorx, AVEVA, Seebo, ABB Ability Platform, ClariSense, EcoStruxure. Platforma Nazca pozwala na przetwarzanie danych zarówno w chmurze jak i na krawędzi, przy czym nie jest konieczne korzystanie z konkretnych rozwiązań chmurowych. Realizuje monitorowanie i sterowanie wykorzystując dane także z systemów klasy MES (Manufacturing Execution System), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), jak i ERP (Enterprise Resources Planning). Zbiór obsługiwanych protokołów komunikacyjnych obejmuje m.in. S7 Protocol, Modbus TCP, OPC UA. Zgadając się z konkluzją wynikającą z analizy uważam, że uzupełnienie *Opinii* o wskazanie mocnych stron innych platform, nieco większa dociekliwość Autora rozprawy, która pozwoliłaby uzupełnić braki danych, mogłoby konstruktywnie przyczynić się do dalszego rozwoju platformy Nazca. Z punktu widzenia przedsiębiorstw istotne są też koszty poszczególnych rozwiązań, które w zestawieniu zostały potraktowane bardzo zdawkowo. A jako jeden z wyróżników systemu Nazca wskazywany jest bliżej nieokreślony *lepszy stosunek możliwości do ceny* (s. 34).

Rozdział 5 obejmuje opis platformy Nazca 4.0, **podrozdział 5.1** koncepcję procesu wdrożenia, zaś **podrozdział 5.2** dotyczy możliwości współpracy platformy z systemami SCADA. **Podrozdział 5.3** to ponowne zacytowanie *Opinii dotyczącej oceny innowacyjności*

platformy NAZCA 4.0 z porównaniem z platformami dostępnymi na rynku. Podsumowując przedstawiony opis, można powiedzieć, że platforma Nazca 4.0 agreguje, analizuje dane i dostarcza informację w czasie rzeczywistym wspierając realizację koncepcji utrzymania predykcyjnego (Predictive Maintenance) czy szerzej całkowitego produktywnego utrzymania ruchu maszyn (Total Productive Maintenance, TPM) oraz usprawnia proces podejmowania decyzji pozwalając na transformację przedsiębiorstwa w organizację napędzaną danymi (Data Driven Organization). Nie budzi wątpliwości wysoka funkcjonalność platformy, jej użyteczność w rozwiązywaniu problemów i usprawnianiu procesów produkcyjnych. Wdrożenie platformy obejmuje fazy pilotażu, ewaluacji i pełnej implementacji, a poprzedzone jest audytem infrastruktury technicznej i wywiadami z docelowymi użytkownikami oraz projektem i parametryzacją platformy. Uważam, że proces ten jest zasadny i pozwala na dostosowanie platformy i spełnienie oczekiwań końcowych użytkowników przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń. W pracy zabrakło przedstawienia kluczowych czynników sukcesu wdrożenia, formalnej analizy ryzyk. W rozdziale wspomniano o Big Data, uczeniu maszynowym, sztucznej inteligencji – niestety bez podania szczegółów rozwiązań. Przy okazji można zastanawiać się nad zasadnością każdorazowego użycia terminu Big Data i rzeczywistym rozmiarze zbioru analizowanych danych. W zaprezentowanych, np. w rozdziale 6, przykładach w systemie jest przetwarzana informacja z kilkunastu/kilkudziesięciu czujników otrzymywana bezpośrednio i/lub ze sterowników PLC, ustrukturyzowana i próbkowana co najmniej czasem wykonania jednego cyklu programu, a częściej rzadziej. Ponadto, z uwagi na wskazaną w tekście możliwość konfiguracji i programowania funkcji platformy, pojawiają się następujące pytania: Czy istnieje dokumentacja techniczna pozwalająca na samodzielne wdrożenie platformy, a w dłuższym horyzoncie adaptację do zmieniających się warunków i wymagań procesu przemysłowego? Czy współpraca z pracownikami APA sp. z o.o. nie jest tylko możliwością (jak określono w tekście rozprawy, s. 71), ale koniecznością?

W **rozdziale 6** pt. *Prace badawczo rozwojowe w zakresie implementacji algorytmów w platformie Nazca 4.0* podjęto próbę przedstawienia działania platformy poprzez algorytmy, które zostały zaimplementowane. W **rozdziale 6.1** została opisana możliwość wykorzystania platformy do szacowania parametrów statystyki opisowej sygnałów, w **rozdziale 6.2** wybranych kluczowych wskaźników efektywności, zaś w **rozdziale 6.3** do wykrywania odchyłeń w sygnałach z wykorzystaniem rozmytego systemu typu Mamdaniego, jednak bez podania szczegółów rozwiązania. Zamieszczono też przykład wykorzystania sztucznej sieci neuronowej do diagnostyki prewencyjnej (w **rozdziale 6.4**), przy czym pominięta została nawet tak podstawowa jej charakterystyka jak architektura sieci czy metody uczenia.

Informacje z rozdziałów 6.1, 6.3 i 6.4 w postaci bardziej rozbudowanej opublikowano we współautorskich artykułach:

- 1) S. Temich, A. Pollak, J. Kucharczyk, W. Ptasiński, A. Mężyk, D. Gąsiorek (2021), *Prediction of Energy Consumption in the Industry 4.0 Platform-Solutions Overview*, „Journal of Theoretical and Applied Mechanics” 59(3), 455-468, doi:10.15632/jtam-pl/140203;
- 2) A. Pollak, S. Temich, W. Ptasiński, J. Kucharczyk, D. Gąsiorek (2021), *Prediction of Belt Drive Faults in Case of Predictive Maintenance in Industry 4.0 Platform*, „Applied Sciences” 11, 10307, doi:10.3390/app112110307;
- 3) W. Ptasiński, A. Pollak, S. Temich, D. Gąsiorek (2021), *Wpływ kondycji łożysk na utrzymanie procesów produkcyjnych*, „Management and Quality – Zarządzanie i Jakość” 3(1), 60-73, <http://zjz.edu.pl/wp-content/uploads/2021/03/Ostatni-art-Vol-3-No-1.pdf>.

Inne algorytmy, o których jest mowa w rozprawie, wielokrotnie określane mianem autorskich, innowacyjnych, nieopisane ze względu na poufność informacji dotyczących wdrożeń i rozwiązań systemowych w zakładach przemysłowych pozostają poza obszarem mojej oceny jako osiągnięcia naukowego czy wdrożeniowego.

Rozdział 7 to opisy wdrożeń Nazca 4.0 odpowiednio w: (i) fabryce Volkswagena w Poznaniu, (ii) laboratorium European HealthTech Innovation Center (w trakcie) oraz (iii) Kuka College Center w Tychach. Rola Autora została określona bardzo ogólnie jako *wdrożenie platformy wraz z algorytmami*. Dodatkowo wskazano, iż *prace wdrożeniowe zostały przeprowadzone pod kierownictwem Doktoranta*. Biorąc pod uwagę przedstawioną w rozdziale 5.1 koncepcję wdrożenia obejmującą: audyt, projekt, pilotaż, ewaluację, opisy wdrożeń nie wyszczególniają tych faz. Nie przedstawiono też harmonogramów. Uznając wartość systemu, niestety opisy jego wdrożeń są pobieżne, a ocena platformy obejmuje tylko jakościowe wskazania takie jak: *znacząco polepszyła, pozwoliła wyeliminować elementy generujące zakłócenia, wcześniej nie identyfikowane jako krytyczne*. Podobne określenia znajdują się w kartach aplikacyjnych sformułowane w czasie terażniejszym niedokonanym (*umożliwia, dając możliwość polepszenia jakości, zmniejszenia kosztów operacyjnych*). Otwarta pozostaje kwestia czy możliwości zostały wykorzystane. Przedstawienie ilościowych wskaźników (mierników procesów) podsumowujących wyniki ewaluacji/wdrożenia (KPI, ilościowych analiz wydajności, kosztów, itp.), które mogłyby być zanonimizowane, zwiększyłoby czytelność rzeczywistych osiągnięć. Daleko posunięta poufność informacji nieco utrudnia ocenę wartości pracy doktorskiej.

Przede wszystkim, przyjmując zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, że rozprawę doktorską *może stanowić samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej*, niezbędne jest dokładne określenie prac i zadań w tworzeniu, a później we wdrożeniach systemu Nazca 4.0 mgr. inż. Artura Pollaka. Załączone oświadczenie o udziale wynoszącym 60% w opracowaniu platformy oraz wskazanie 20% udziałów Pana Jacka Kucharczyka oraz Pana Macieja Walczaka jest moim zdaniem niewystarczające i nie spełnia sformułowanego w Ustawie warunku wyodrębnienia. Niezbędne jest rozszerzenie przedstawienia wkładu Doktoranta w najważniejszym osiągnięciu, którym są wdrożenia, poza zdawkowe, umieszczone nawet nie w monografii, ale w dołączonym życiorysie: *określanie zaleceń dotyczących struktury systemu oraz implementowanych algorytmów, weryfikacja i akceptacja struktury systemu przy współpracy z Kierownikiem projektu oraz pomysłodawca i konsultant wdrożenia platformy Nazca*. Nadmieniam, że przedstawione trzy karty aplikacyjne produktu powielają tekst i także nie określają (wyodrębniają) pracy mgr. inż. Artura Pollaka.

Rozdział 8 to ponowne zacytowanie *Opinii dotyczącej oceny innowacyjności platformy NAZCA 4.0 z porównaniem z platformami dostępnymi na rynku*. Przedstawione rozwiązanie, zgadzając się z opinią jego Autora mgr. inż. Artura Pollaka oraz z przytoczoną *Opinią* opracowaną przez M. Hetmańczyka i A. Gwiazdę ma duży walor innowacyjny i aplikacyjny. Jego wdrożenie odpowiada na rzeczywiste potrzeby przedsiębiorstw w obszarze m.in. wdrożenia TPM, ograniczenia przestojów produkcyjnych, zwiększenia efektywności energetycznej.

Tekst rozprawy zamykają dwa krótkie rozdziały pt. *Wnioski do pracy*, będące podsumowaniem rozprawy oraz pt. *Dalsze prace rozwojowe platformy Nazca 4.0*. Kierunki przyszłych prac obejmują m.in. dalsze wdrożenia, wirtualizację, *spełnienie postulatu cyberbezpieczeństwa dla platformy*.

Wykorzystana w pracy **literatura** obejmuje 87 pozycji, w tym publikacje ze stron internetowych.

3. Ocena rozprawy pod względem techniczno-redakcyjnym

Mgr inż. Artur Pollak z pewną nonszalancją podszedł do redakcji tekstu rozprawy.

Analizę dysertacji utrudniają nieuporządkowane (ani alfabetycznie, ani w kolejności wystąpień) odnośniki do źródeł oraz fakt, że wykaz literatury zamieszczony na końcu pracy zawiera niedokładnie opisane dane bibliograficzne (brakuje doi, dat wydań – nawet w wypadku własnej publikacji, nazw stron internetowych, do których prowadzą wpisane adresy i autorów tekstów), a także liczne błędy – np. w wypadku referencji 72 łączenie z dodatkową 56.

Niestandardowy jest podział tekstu na rozdziały. Tekst umieszczony jest w rozdziałach głównych, które dzielą się na podrozdziały, a podział tekstu między rozdziały jest bardzo nierównomierny. Dobrą praktyką, z której nie skorzystał Autor, jest tłumaczenie wszystkich skrótów przy pierwszym użyciu, konsekwencja w używaniu dużych i małych liter.

Przykłady pozostałych uchybień:

- brak wcięć pierwszego wiersza w akapicie,
- pojedyncze litery w ostatnim miejscu w wersie,
- różna czcionka (np. s. 11),
- literówki (np. *Industy*, s. 15),
- niezamykanie nawiasów (s. 23),
- wykorzystanie sformułowania *na poniższych przykładach* i ich niezamieszczenie (s. 24),
- pomyłka przy wskazaniu rysunku nr 7,
- niewłaściwa odmiana wyrazów (s. 28),
- powielone wiersze w tabeli (s. 37),
- we wzorze na odchylenie standardowe wykorzystanie małego i dużego n, jako liczby elementów (s. 38),
- nierozróżnianie dywizów od półpauz,
- nieformalne sformułowania (np. *dysk, który się zawija*).

Przyjmując ze zrozumieniem, że wartością doktoratu mgr. inż. Artura Pollaka są wdrożenia, to jednak sposób ich opisu powinien pod względem technicznym i redakcyjnym spełniać w większym stopniu wymagania dysertacji naukowej.

4. Osiągnięcia pracy doktorskiej

Zaprezentowane osiągnięcie – *Wdrożenie polskiej platformy Nazca 4.0 w celu implementacji koncepcji przemysłu 4.0 w procesach produkcyjnych*, spełnia ustawowy warunek wykazania ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata w dyscyplinie i jest oryginalnym rozwiązaniem w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Platforma jest odpowiedzią na istniejące na rynku zapotrzebowanie, a jej użyteczność została udowodniona wdrożeniami. Rozwiązuje techniczny problem integracji i analizy strumieni danych przy wykorzystaniu autorskich algorytmów w celu usprawnienia procesów produkcyjnych. Platforma zbiera dane z czujników jak i z systemów, umożliwia przetwarzanie lokalne i/lub w chmurze, analizę z wykorzystaniem m.in. technik sztucznej inteligencji, wizualizację – usprawnia tym samym proces podejmowania decyzji i sterowanie. Problematyczne jest wydzielenie wkładu mgr. inż. Artura Pollaka we wspomnianym osiągnięciu, gdyż określenie roli Doktoranta jako *pomysłodawcy i konsultanta wdrożeń* (w załączonym życiorysie) jest, moim zdaniem, niewystarczające.

Oprócz omówionej monografii osiągnięcie mgr. inż. Artura Pollaka zostało zaprezentowane w czterech współautorskich publikacjach naukowych:

- 1) A. Pollak, S. Temich, W. Ptasiński, J. Kucharczyk, D. Gąsiorek (2021), *Prediction of Belt Drive Faults in Case of Predictive Maintenance in Industry 4.0 Platform*, „Applied Sciences” 11, 10307, doi:10.3390/app112110307 (wkład Doktoranta 50%);
- 2) A. Pollak, A. Hilarowicz, M. Walczak, D. Gąsiorek (2020), *A Framework of Action for Implementation of Industry 4.0. an Empirically Based Research*, „Sustainability” 12(14), 5789. doi:10.3390/su12145789 (wkład Doktoranta 55%);
- 3) W. Ptasiński, A. Pollak, S. Temich, D. Gąsiorek (2021), *Wpływ kondycji łożysk na utrzymanie procesów produkcyjnych*, „Management and Quality – Zarządzanie i Jakość” 3(1), 60–73, <http://zij.edu.pl/wp-content/uploads/2021/03/Ostatni-art-Vol-3-No-1.pdf> (wkład Doktoranta 30%);
- 4) S. Temich, A. Pollak, J. Kucharczyk, W. Ptasiński, A. Mężyk, D. Gąsiorek (2021), *Prediction of Energy Consumption in the Industry 4.0 Platform–Solutions Overview*, „Journal of Theoretical and Applied Mechanics” 59(3), 455–468, doi:10.15632/jtam-pl/140203 (wkład Doktoranta 30%).

Trzy z nich, opublikowane w „Applied Sciences”, „Sustainability” oraz „Journal of Theoretical and Applied Mechanics”, są indeksowane w bazie SCOPUS. Indeks Hirscha mgr. inż. Artura Pollak wynosi 2, a liczba cytowań 11 (9 bez autocytowań). Treść wymienionych prac została częściowo zawarta w monografii.

Na przedstawioną do recenzji pracę składa się też współautorska monografia, pt. *Przedsiębiorstwo 4.0, 360°. Rekomendacje dobrych praktyk* wydana przez Polsko-Niemiecką Izbę Przemysłowo-Handlową (2021), której Doktorant jest redaktorem merytorycznym i współautorem. Pracę można traktować jako poradnik lub podręcznik przedstawiający szerokiemu gronu odbiorców koncepcję Przemysłu 4.0 i wyzwania związane z jej wdrożeniem. Jest to wartościowa dydaktyczna publikacja o ciekawym, a jednocześnie przejrzystym układzie, która w sposób przystępny, ilustrując licznymi przykładami, przybliży zagadnienia transformacji do Przemysłu 4.0.

Należy zdecydowanie podkreślić duże osiągnięcia mgr. inż. Artura Pollaka w działalności na rzecz promowania i popularyzacji rozwiązań Przemysłu 4.0. Wywiady, prezentacje i wystąpienia na konferencjach naukowych i branżowych, a także wykłady dla studentów uczelni wyższych dowodzą ogromnej chęci dzielenia się posiadaną wiedzą o Przemysle 4.0 i mogą stać się źródłem inspiracji. W zakres przesłanej do recenzji pracy mgr. inż. Artur Pollak włączył tylko trzy prace popularno-naukowe, a inne dokonania Doktoranta na tym polu dokumentuje życiorys.

Również na bardzo duże uznanie zasługuje aktywność mgr. inż. Artura Pollaka w obszarze współpracy nauki z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Doktorant brał udział w wielu projektach i innych przedsięwzięciach badawczych, współpracy przemysłowej, współpracy dydaktycznej np. realizując nadzór merytoryczny nad pracami inżynierskimi.

5. Wnioski i konkluzja końcowa

Praca doktorska mgr. inż. Artura Pollaka pt. *Wdrożenie polskiej platformy Nazca 4.0 w celu implementacji koncepcji przemysłu 4.0 w procesach produkcyjnych* zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Art. 187 wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata, umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz stanowi oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Platforma Nazca jest innowacyjnym, uniwersalnym systemem do zarządzania przepływem informacji, z rozbudowaną analityką i znaczącym wkładem do rozwoju polskich rozwiązań w obszarze

Przemysłu 4.0. Uwagi krytyczne dotyczą przedstawienia rozwiązania i związane są z niedoskonałością tekstu rozprawy, a przede wszystkim brakiem precyzyjnego wyodrębnienia wkładu Doktoranta w przedstawionych wdrożeniach. **Wnoszę o przyjęcie rozprawy mgr. inż. Artura Pollaka i przeprowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego.** Wyrażam przekonanie, że do wskazanych niejasności Doktorant odniesie się podczas publicznej obrony.

F. C. Chodakowski