

Gliwice, 12.08.2021 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej
mgra inż. Konrada Oleksińskiego
pt. *Reprezentacje, składowanie i zarządzanie wiedzą w projektowaniu
szczegółowym*
Promotor: prof. dr hab. inż. Jerzy POKOJSKI
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Politechnika Warszawska

Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest:

- pismo Pana Dziekana Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych prof. dr hab. inż. Piotra Przybyłowicza z dn. 11 maja 2021 roku przekazujące pracę do recenzji oraz
- uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej z dn. 7 kwietnia 2021 roku o powierzeniu mi obowiązków recenzenta rozprawy doktorskiej mgra inż. Konrada Oleksińskiego

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Konrada Oleksińskiego pt.: *Reprezentacje, składowanie i zarządzanie wiedzą w projektowaniu szczegółowym* według warunków określonych w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789). Przewód został wszczęty w dniu 23.02.2011 r. w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn przez Radę Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej i był realizowany pod opieką promotora prof. dr hab. inż. Jerzego Pokojkiego

1. Wstęp

Autor podejmuje w pracy tematykę wspomagania komputerowego fazy projektowania szczegółowego dla nowych produktów. Dotychczas główny nurt automatyzacji prac projektowych obejmował etapy projektowania szczegółowego i skupiał się na modelowaniu geometrycznym z zastosowaniem systemów CAD oraz obliczeń inżynierskich z zastosowaniem różnego stopnia zaawansowania metody i narzędzi. Natomiast doktorant podejmuje tematykę reprezentacji, składowania i zarządzania wiedzą stosowaną w projektowaniu szczegółowym. Niezależnie od fazy projektowania zadania związane z zapisem, składowaniem i zarządzaniem wiedzą są w przedsiębiorstwach projektowych postrzegane jako obszary niezwykle wrażliwe. Rosnące potrzeby zapisu i przetwarzania wiedzy w tych procesach wynikają m.in. z intensyfikacji działań projektowych, rosnącej złożoności projektowanych produktów, potrzeby rozwiązywania wielodyscyplinarnych problemów, postępującej globalizacji a także dostosowania do indywidualnych potrzeb zamawiającego.

Celem naukowym rozprawy jest opracowanie metod reprezentacji, składowania i zarządzania wiedzą, które usprawnią proces projektowania szczegółowego a także opracowanie technik eksploracji i wykorzystania zgromadzonych zasobów wiedzy dla usprawnienia procesów projektowania w szczególności w fazie projektowania szczegółowego.

2. Analiza treści rozprawy

Rozprawa licząca 139 stron została napisana w języku polskim, składa się z jedenastu rozdziałów, przedmowy, streszczenia w języku polskim i angielskim, spisu literatury, ilustracji i tabel.

Rozdział 1

Rozdział zatytułowany *Wprowadzenie* zawiera ogólne informacje dotyczące pracy i jej genezy w szczególności opisuje motywację autora do zajęcia się tematem wynikającą z konkretnej potrzeby przedsiębiorstw z którymi autor współpracował oraz historii ich rozwoju. Szczególną uwagę zwrócono na wkład autora w rozwiązywaniu problemów badawczych a w szczególności tych, które były rozwiązywane zespołowo. Autor przytacza także spis publikacji autorskich prezentujących wyniki badań cząstkowych i rozwiązań proponowanych w przedsiębiorstwach w których wdrażane były wyniki. W rozdziale tym sformułowano tezę pracy.

Rozdział 2

W rozdziale *Definicje* uporządkowano terminologię stosowaną w pracy a w szczególności odniesiono się do wyodrębnienia projektowania szczegółowego w całości procesu projektowania, zdefiniowania pojęcia wiedzy w zastosowaniach projektowych oraz dokonano klasyfikacji wiedzy, dokonano także klasyfikacji metod reprezentacji wiedzy oraz opisano pokrótce znaczenie zarządzania wiedzą.

Rozdział 3

W rozdziale przedstawiono wybrane zagadnienia komputerowo wspomaganych systemów projektowania inżynierskiego. Szczególną uwagę zwrócono na historyczne aspekty rozwoju metod i narzędzi komputerowo wspomaganych systemów projektowania inżynierskiego w oparciu o wiedzę. Rozdział ten po krótkim historycznym nawiązaniu przyjmuje specyficzną formę opisu poszczególnych systemów /artykułów. W kolejnej części rozdziału przedstawiany jest stan techniki w kontekście inżynierii opartej na wiedzy (KBE-Knowledge-Based Engineering), przesłanek projektowych (design rationale), adnotacji projektowych, przetwarzania wymagań w projektowaniu inżynierskim, wzorców projektowych, modelowo zorientowanej inżynierii systemów (MBSE- Model-Based System Engineering), platform produktowych.

Rozdział 4

W rozdziale dokonano syntetycznego przeglądu metod badań projektowych. Przedstawiono w kontekście historycznym etapy rozwoju tych metod oraz zidentyfikowano występujące w tym obszarze braki. W tym kontekście opisano zaproponowaną metodę prowadzenia badań z zakresu projektowania podzieloną na kilka etapów oraz opisano podstawowe scenariusze zastosowania metody badań. W pierwszej części rozdział ten ma charakter przeglądu stanu techniki natomiast w drugiej przedstawione są autorskie propozycje metody prowadzenia badań i scenariusze zastosowania.

Rozdział 5

W kolejnym rozdziale skupiono się na praktycznych aspektach modelowania wiedzy inżynierskiej z perspektywy przemysłowej analizując najważniejsze procesy poczynając od procesu identyfikacji wymagań projektowych, przez wstępne kosztorysowanie, aż do projektu szczegółowego. Rozdział ten podobnie jak poprzedni jest tylko skrótowym opisem.

Rozdział 6

W rozdziale autor przedstawia wybrane potrzeby związane z wykorzystaniem narzędzi wspomagających procesy projektowania szczegółowego w badanych przedsiębiorstwach poprzez analizę kolejnych obszarów. W pierwszej kolejności analizowany jest obszar zarządzania wiedzą. W ramach analizy dokonano przeglądu narzędzi do zarządzania wiedzą oraz krytycznej oceny przydatności tych narzędzi. Następnie analizowano wybór systemu zarządzania wiedzą w przedmiotowym przedsiębiorstwie oraz opisano wdrożenie wybranego systemu. Następnie dokonano analizy obszaru związanego z wytwarzaniem i montażem skupiając się na problemach zaobserwowanych w analizowanym przedsiębiorstwie. W tym obszarze skupiono się przede wszystkim na nazewnictwie i trwałym znakowaniu produkowanych elementów oraz dostępie do modeli komputerowych produktu podczas montażu a także na automatyzacji uzupełniania dokumentacji technicznej o formalne informacje. Kolejny opisywany obszar to przetwarzanie wiedzy w postaci algorytmicznej w którym zestawiono zarówno aplikacje KBE jak i prostsze formy aplikacji zastosowane w przedmiotowym przedsiębiorstwie. W obszarze tym opisano kilka przykładów takich aplikacji autorskich.

W kolejnym analizowanym obszarze dokonano oceny wykorzystania elementów znormalizowanych i katalogów producentów, zauważono problemy nie podając własnych rozwiązań. Dla kolejnego obszaru związanego z utrwalaniem kontekstu podejmowanych decyzji podano autorskie rozwiązania w formie aplikacji pozwalające na utrwalanie tego kontekstu i zarządzanie zapisaną wiedzą. W kolejnym analizowanym obszarze związanym z zarządzaniem wymaganiami autor opisuje doświadczenia z dwóch proponowanych rozwiązań obejmujących zastosowanie ogólnego języka modelowania systemów SysML oraz własnej aplikacji dostosowanej do wymagań przedsiębiorstwa i wykorzystujących doświadczenia tego pierwszego rozwiązania. Kolejne opisywane obszary obejmują podzlecenie zadań projektowych poza przedsiębiorstwo, wykorzystanie wzorców projektowych, przygotowanie dokumentacji technicznej oraz brakiem sprawdzonych źródeł projektowych. Dla zidentyfikowanych obszarów przedstawiane są własne rozwiązania, w niektórych dokonywana jest głębsza analiza np. oparta na cyklu życia wzorca projektowego uzasadniając proponowane rozwiązania natomiast w innych proponowane jest uniwersalne narzędzie zarządzania wiedzą proponowane we wcześniej analizowanych obszarach.

Rozdział 6 jest istotny dla całości pracy, ponieważ opisywane są rozwiązania proponowane przez autora. Ze względu na niejednorodną formę i stopień szczegółowości opisu jest on trudny do przyswojenia. Jedne obszary są tylko sygnalizowane i podawane jest proste rozwiązanie a w innych dokonywany jest szczegółowy przegląd bibliograficzny, analizowana jest historia rozwoju rozwiązań wspomagających i proponowane są własne alternatywne rozwiązania.

Rozdział 7

W rozdziale tym przedstawiany jest przykładowy przebieg realnego procesu projektowego. Autor skupia się na samym procesie odnosząc się także do konkretnych rozwiązań konstrukcyjnych. Nie przedstawia natomiast opisu samego produktu jego ogólnej koncepcji lub zawiera opisy tekstowe odnoszące się do konfiguracji postaci geometrycznej. Bez ogólnych schematycznych rysunków analiza treści tego rozdziału stanowi wyzwanie w tym kontekście rysunki dotyczące konkretnych szczegółów technicznych bez oznaczeń i odwoływania się autora do tych oznaczeń są trudne w interpretacji.

Rozdział 8

W rozdziale przedstawiono wybrane aspekty prototypowej aplikacji wspomagającej proces projektowania. Do zapisu danych i wiedzy w aplikacji zastosowano dwie alternatywne struktury. Pierwszą oparto na uogólnionej strukturze produktu, druga koncepcja uporządkowania wiedzy opiera się na koncepcji źródeł projektowych zorientowanych na problem, przy czym predefiniowane zostały kategorie obszarów (15) do których można przyporządkować wiedzę. Zdefiniowano także formy jakie może przybierać zapisywana wiedza. Jako kluczowe, autor uznał zapewnienie możliwości wprowadzenia dowolnej klasyfikacji wiedzy. Innym rodzajem rozwiązania zaproponowanym przez autora jest forma dowolnie skalowanej tablicy, która jest pomysłem na zastosowanie aplikacji. W opisie nie zawarto zwyczajowych ogólnych opisów aplikacji, bliższych opisów interfejsu, podstawowych scenariuszy zastosowania a sam rozdział jest raczej skrótowym opisem kluczowych pomysłów i rozwiązań stosowanych w aplikacji niż systematycznym opisem samej aplikacji.

Rozdział 9

Rozdział dotyczy wpływu opracowanych narzędzi przetwarzania wiedzy na przedsiębiorstwo w kontekście historycznym. Opis jest niezwykle ciekawy, ponieważ dotyczy bardzo długiego okresu ok. 30 lat oraz zmieniającej się sytuacji rozwoju technologii, otoczenia gospodarczego, rozwijającego się przedsiębiorstwa, zmian organizacyjnych i ekonomicznych. Zazwyczaj okresy badawcze są krótsze co ogranicza możliwości analiz. Obserwacje prowadzone w tak długim okresie potwierdzają dużą znajomość sytuacji przedsiębiorstwa i pozwalają na uchwycenie nie tylko rewolucyjnych zmian, ale także długofalowych aspektów działań, które nie zawsze są zgodne z efektami krótkookresowymi. W swojej ocenie autorzy ze względu na trudność w ocenie zdecydowali się na zastosowanie mierników finansowych i organizacyjnych. Trudno ocenić na ile zmiana wartości tych mierników w zadanym okresie wynika z wprowadzenia proponowanych rozwiązań a na ile z innych zmian. Dodatkowo autor przedstawia konkretne rozwiązania techniczne i ich rozwój wynikający z zastosowania metod opartych na wiedzy na przykładzie ewolucji cięcia blach na przestrzeni 30 lat. Wyniki zmian i przemysłów zintegrowano i podsumowano w rysunkach 27 i 28. Z opisów nie wynika jednak jasno związek między ewolucją rozwiązań technicznych a stosowanymi metodami przetwarzania wiedzy, dyskusyjny też jest związek empirycznej wiedzy inżynierskiej i reprezentacji wiedzy podawany przez autora.

Rozdział 10

W rozdziale przedstawiono wyniki badań oceny zaproponowanych rozwiązań przez projektantów. Autor podał wyniki oceny dla poszczególnych rozwiązań. Nie opisano samej metodyki badawczej ocena jest prowadzona jakościowo i trudno jest określić szczegółowe zalety i wady poszczególnych metod i co było decydujące o pozytywnej i negatywnej ocenie. Niejasny i nie rozwinięty jest także skrót MDR stosowany przez autora.

Rozdział 11

W rozdziale przedstawiono podsumowanie z wnioskami, dokonano krytycznej oceny proponowanych metod. Podjęto także próbę uzasadnienia słabej oceny dwóch z proponowanych rozwiązań.

3. Analiza redakcji rozprawy i uwagi ogólne

Ogólna koncepcja rozprawy jest poprawna. Staranna edycja rozprawy sprawia, że liczba usterek jest niewielka. W rozprawie zastosowano prawidłową numerację rysunków i tabel, dołączono na początku spis treści oraz na końcu bibliografię i spis ilustracji i tabel.

W formatowaniu rozprawy zauważono pewne niedociągnięcia. Często rysunki umieszczone w treści zakłócają ciągłość tekstu powodując, że nawet większa część strony pozostaje nie wypełniona treścią (np. str. 61, 66, 74, 93, 104). Rozdziały główne nie są wyróżnione właściwie, bywa tak, że rozdział z zupełnie nowym wątkiem rozpoczyna się na końcu strony (np. rozdział 3) w ciągu tekstu.

Struktura rozdziałów może też budzić pewne wątpliwości. Autor prawidłowo wprowadza w temat przedstawia wstępnie swój wkład w nawiązaniu do prac zespołowych i stawia tezę. Następnie przedstawia kilka rozdziałów, w których zapoznaje z najważniejszymi definicjami oraz wybranymi zagadnieniami komputerowo wspomaganymi systemów projektowania inżynierskiego. Przegląd literatury zazwyczaj związany z kwestiami merytorycznymi jest przedstawiany przez autora w kontekście kolejnych artykułów dotyczących tematyki, jest to nietypowe rozwiązanie powodujące, że przegląd jest niepełny i w kolejnych podrozdziałach konieczne staje się przedstawianie kolejnych przeglądów dotyczących już konkretnie omawianych treści. Powoduje to rozproszenie opisu stanu techniki na kolejne rozdziały i trudności w identyfikacji autorskich osiągnięć. Kolejne rozdziały *metody badań projektowych* i *modelowanie wiedzy inżynierskiej z perspektywy przemysłowej* aczkolwiek zawierają przydatne informacje wstępne to niepotrzebnie zaburzają proporcje między wstępnymi informacjami a opisem badań i rozwiązań proponowanych przez autora. Dopiero szósty rozdział odnosi się do badań autora a zgodnie z tytułem rozdziału przedstawia wybrane potrzeby związane z wykorzystaniem narzędzi wspomagających procesy projektowania szczegółowego w badanych przedsiębiorstwach. Następnie autor przechodzi do rozdziału *Przykładowy przebieg realnego procesu projektowania* oraz do rozdziału *Wybranych aspektów prototypowej aplikacji wspomagającej proces projektowania* a żaden z tych rozdziałów nie jest formalnym i pełnym opisem reprezentacji, składowania i zarządzania wiedzą w projektowaniu szczegółowym. Opisy tych zagadnień będących tytułową, główną treścią całości pracy są rozrzucone w tych rozdziałach i utrudnione w interpretacji. Badania dotyczące tematyki rozprawy kończy rozdział przeglądu wykorzystywanych narzędzi i ocena ich wpływu na rozwój przedsiębiorstwa w kontekście historycznym, który jest zbiorem bardzo cennych informacji rozwoju metod i narzędzi w okresie około 30 lat, których autor był współautorem. Dopiero ten rozdział daje obraz cierpliwego i systematycznego rozwoju metod i narzędzi prowadzących aż do obecnego stanu rozwoju metod reprezentacji i składowania i zarządzania wiedzą w projektowaniu szczegółowym adekwatnych do stanu rozwoju techniki i stanu rozwoju przedsiębiorstwa.

W rozdziale 2 wprowadzono klasyfikację wiedzy, przedstawiane są formy reprezentacji wiedzy i pojęcia związane z tą dziedziną nie rozróżniono jednak niektórych pojęć z dziedziny wiedzy takich jak ontologie, modele, metamodele, taksonomie, słowniki, tezaury. Jest to istotne, ponieważ w całości pracy niektóre z tych pojęć są stosowane są stosowane.

W rozdziale 3.2 analizowane są najważniejsze publikacje związane z tematyką brak jest natomiast formalnych odwołań do bibliografii.

W rozdziale 3.4 i kolejnych rozdziałach i podrozdziałach częściowo powtarzane są kwestie przeglądu literaturowego ze względu na dwie formy opisu stanu techniki stosowane przez autora. Najpierw opisywane są najważniejsze rozwiązania i artykuły z przedmiotowej dziedziny i drugi raz przy konkretnych kwestiach merytorycznych ponownie poruszane są te same kwestie.

Rozdział 3.8 dotyczący modelowo zorientowanej inżynierii systemów MBSE (Model-Based System Engineering) a także wynikające z niego działania związane z wdrażaniem tej metody w przedmiotowym przedsiębiorstwie są zbyt teoretyczne i nie obejmują praktycznych aspektów tych metod i narzędzi stosowanych w praktyce takich jak MATLAB/Simulink czy Simcenter Amesim. Jest to przyczyna (obok wskazanych przez autora) negatywnej oceny tej metody.

Rysunki 4, 5, 6 jak i inne rysunki przedstawiające diagramy są opracowane bez zastosowania formalizmu budowy diagramów. Własny formalizm budowy diagramów utrudnia interpretację zamysłów autora.

W rozdziale 6.9 nie wprowadzono pojęcia Dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR) myląc tą dokumentację opisywaną formalnie w tym rozdziale z dokumentacją techniczną.

W rozdziale 7 autor błędnie zakłada, że czytający zna dokładnie opisywane rozwiązania. Z opisów rozwiązań stosowanych przez autora a także rysunków w tym rozdziale (np. rysunek 21 i 22) bez dodatkowych oznaczeń i wstępnych opisów struktury systemów i ich schematów trudno zinterpretować przedstawiane treści.

Rozdział 8 stanowiący opis aplikacji będących największym osiągnięciem autora jest zbyt skrótowy (tylko 6 stron).

4. Uwagi szczegółowe

- Na stronie 46 stosowana jest lista bez formalnego oznaczenia, wypunktowania lub numeracji.
- Na stronie 27 język PIML – Product Information Markup Language opisywany jest jako modyfikacja języka XML – eXtensible Markup Language podczas gdy jest on rozszerzeniem języka XML wykorzystującym główne funkcje i możliwości języka XML budowania rozszerzeń i specjalizacji tego języka.
- Na stronie 41 stosowana jest referencja (Halbleib, 2004) – opis bibliograficzny tej pozycji jest niepełny.
- W punkcie 4.2 autor wskazuje na gwałtowny wzrost liczby publikacji związanych z badaniami nad projektowaniem odwołując się wyłącznie do jednej publikacji w ciągu całego podrozdziału.
- Występujący na stronie 59 skrót DRM nie jest formalnie opisany.

- Strona 64 referencja do publikacji [Court...] nieprawidłowa.
- Przedstawiana na rysunku 10 aplikacja jest deklarowana jako aplikacja klasy KBE. Z opisu nie wynika jasno czy aplikacja rzeczywiście spełnia wymagania tej klasy aplikacji.
- Rysunek 17 nie jest zbyt czytelny a różne rozwiązania kolumn są widoczne wyłącznie dla specjalisty znających te rozwiązania.

5. Ocena ogólna i uwagi końcowe

W pracy przedstawiono metody i rozwiązania stosowane do reprezentowania, składowania i zarządzania wiedzą w procesie projektowania szczegółowego. Prezentowane rozwiązania powstały na skutek wnikliwych i długotrwałych obserwacji realnych procesów projektowych w dwóch przedsiębiorstwach. Autor włożył dużo wysiłku i cierpliwości w opracowanie oraz wdrożenie dużej liczby pomysłów własnych a także zaczerpniętych zarówno z literatury jak i codziennej praktyki usprawniających reprezentację, składowanie i zarządzanie wiedzą. Długotrwała obserwacja wyników tych działań doprowadziła do ewolucyjnego dostosowania tych pomysłów do potrzeb przedsiębiorstw. W przedstawionej pracy zgodnie z deklaracją i oceną autora trudno dopatrywać się zastosowania odkrywczych i rewolucyjnych idei. Jest to raczej zestaw mniejszych i ciekawych rozwiązań wdrażanych z dużą cierpliwością do wrażliwych procesów projektowania. Niewątpliwym osiągnięciem jest także prototypowa aplikacja wdrożona w przedsiębiorstwie pozwalająca na realizację wielu procesów przetwarzania wiedzy w projektowaniu szczegółowym. Zastosowane podejście pozwala na elastyczne połączenie obszarów wykorzystywanych przez projektantów w codziennej pracy i zapewnienie logicznego połączenia na wielu warstwach jednocześnie nie narzucając jednego formalizmu. Podejście takie umożliwia integrację wielu metod i narzędzi stosowanych dotychczas powszechnie przez projektantów, ale utrudnia możliwości automatycznego przetwarzania wiedzy. Jest to odpowiednie rozwiązanie w przypadku doskonalenia realnych procesów projektowych w działającym przedsiębiorstwie zmniejszającym ryzyko wystąpienia nieoczekiwanych problemów. Na szczególną uwagę zasługuje długotrwałe, wnikliwe, cierpliwe i konsekwentne prowadzenie prac badawczych w zakresie reprezentacji, składowania i zarządzania wiedzą w procesach projektowych umożliwiających ewolucyjne dostosowanie rozwiązań własnych i znanych ze stanu techniki do specyfiki przedsiębiorstwa.

6. Wniosek

Podsumowując uważam, że w opiniowanej rozprawie doktorskiej pt.: Reprezentacje, składowanie i zarządzanie wiedzą w projektowaniu szczegółowym, mgr inż. Konrad Oleksiński samodzielnie rozwiązał postawione zadanie naukowe i wykazał się wiedzą oraz umiejętnościami wymaganymi dla uzyskania stopnia doktora nauk technicznych.

Podjęcie tematu badań przedstawionych przez Doktoranta, uważam za uzasadnione, zarówno z punktu widzenia poznawczego jak i użytecznego.

Zawartość rozprawy przedstawia zarówno oryginalne osiągnięcia własne Doktoranta o charakterze teoretycznym i praktycznym jak i znane ze stanu techniki metody i narzędzia dostosowane do aktualnych potrzeb w obszarze zagadnień metod reprezentacji, składowania i zarządzania wiedzą w kontekście procesu projektowo-konstrukcyjnego.

Stwierdzam, że rozprawa mgra inż. Konrada Oleksińskiego spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony. Sformułowane przeze mnie uwagi krytyczne i dyskusyjne nie wpływają zasadniczo na ogólną pozytywną ocenę rozprawy.

