

Prof. dr hab. inż. Andrzej Tomporowski
Politechnika Bydgoska im. J. J. Śniadeckich
Wydział Inżynierii Mechanicznej

OPINIA
o pracy doktorskiej mgra inż. Jerzego Jagody
pt. „Opracowanie oraz walidacja algorytmu trasowania sieci sensorycznych,
z zastosowaniem inteligencji roju”

Na podstawie starannie przeprowadzonej analizy pracy doktorskiej mgra inż. Jerzego Jagody,

pt. „Opracowanie oraz walidacja algorytmu trasowania sieci sensorycznych, z zastosowaniem inteligencji roju”,

stwierdzam, że jej zawartość merytoryczna spełnia obowiązujące przepisy i wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Wnoszę zatem do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej o dopuszczenie mgra inż. Jerzego Jagodę do dalszego etapu postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora.

Uzasadnienie opinii

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Mariusz Hetmańczyk, prof. PŚ,

Dziedzina: Nauki inżynieryjno-techniczne,

Dyscyplina: Inżynieria mechaniczna,

Podstawy formalno-prawne oraz merytoryczne opracowania:

- pismo RDIME.512.11.2024, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskie, Pani dr hab. inż., prof. PŚ Alicji Piaseckiej-Belkhat, z dnia 23.10.2024 r.,
- Praca doktorska mgra inż. Jerzego Jagody, pt. „Opracowanie oraz walidacja algorytmu trasowania sieci sensorycznych, z zastosowaniem inteligencji roju”,
- Obowiązująca ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, z dnia 20 lipca 2018 r.

1. PRZEDMIOT OPINII

Przedmiotem opiniowania jest praca doktorska (określana w opinii także mianem rozprawy doktorskiej) autorstwa mgra inż. Jerzego Jagody (nazywanego dalej Autorem a także Doktorantem). Praca zawiera 136 stron maszynopisu. W jej spisie treści, znajdują się następujące główne elementy: wykaz ważniejszych oznaczeń, 8 rozdziałów, literatura, oraz 2 dodatki. Zasadnicze elementy rozprawy – rozdziały – stanowią:

1. Wprowadzenie
2. Analiza stanu wiedzy w zakresie technologii urabiania
3. Algorytmy trasowania sieci sensorycznych
4. Opracowanie algorytmu trasowania
5. Opracowanie środowiska walidacji sieci sensorycznych
6. Badania sieci sensorycznej
7. Analiza wykonalności węzłów sieci sensorycznej zgodnie z wymaganiami dyrektywy ATEX
8. Podsumowanie i dalsze kierunki badań

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 17.12.2024
RDIME/276/511/2024
nr zał.

We wprowadzeniu do pracy doktorskiej, które stanowi rozdział 1, mgr inż. Jerzy Jagoda przedstawił, w pierwszym podrozdziale, tło i genezę podjętej problematyki. W kolejnym podrozdziale Autor umiejscowił sformułowane, bardzo ważne dla dalszego rozwijania treści pracy, elementy metodyczne: cele naukowe wraz z zasadniczymi zagadnieniami, stanowiącymi swego rodzaju zadania do rozwiązania, cel użyteczny i tezę. Tu, Doktorant wskazał też, zasadniczy obszar pracy, którym jest, jak to wynika z tytułu pracy i wstępnych stwierdzeń, zamieszczonych w rozdziale 1, opracowanie algorytmu trasowania sieci sensorycznych, przewidzianego do zarządzania pracą sieci sensorycznych w strefach zagrożonych wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego w kopalniach.

W rozdziale 2, mgr inż. Jerzy Jagoda przeprowadził analizę literaturową mającą na celu wyspecyfikowanie warunków eksploatacyjnych pracy sieci sensorycznej i wskazanie elementów kompleksu ścianowego, jakie poddane będą monitoringowi. W konsekwencji, w rozdziale 3, dokonywana jest analiza algorytmów trasowania sieci sensorycznych pracujących obecnie w zarządzaniu transmisją danych w tych sieciach oraz przegląd i analiza testów symulacyjnych wybranych algorytmów trasowania. W rozdziale 4, przedstawiono opis sposobu implementacji wybranych algorytmów bazowych w modelu sieci sensorycznej oraz opisano niezbędne modyfikacje wprowadzone w celu implementacji algorytmu bazowego do prototypu sieci sensorycznej, składającej się maksymalnie z 30 węzłów.

W dalszej części rozprawy, w jej rozdziale 5, zobrazowano prototypowanie oraz uruchomienie środowiska walidacji, które pozwoliło na weryfikację działania algorytmów oraz walidację zdefiniowanych kryteriów poprawności działania. Przedstawiono również wybór modułu sprzętowego. W rozdziale 6, sprawdzono i oceniono działanie protokołów bazujących na algorytmie mrówkowym, algorytmie optymalizacji rojem cząstek oraz tzw. algorytmie pszczelim. Przeprowadzone badania pozwoliły na wybór do dalszych badań algorytmu optymalizacji rojem cząstek, bazującego na elementach algorytmu mrówkowego. W konsekwencji stwierdzono, że opracowane rozwiązanie pozwala na kompensację ograniczeń funkcjonalnych sieci sensorycznej koniecznych do wprowadzenia w budowie pojedynczego węzła sieci z powodu konieczności spełniania wymagań dyrektywy ATEX, w przypadku urządzeń pracujących w strefach zagrożonych wybuchem.

Następnie, w rozdziale 7, zaprezentowano wykonane prace projektowe polegające na opracowaniu dokumentacji elektrycznej i dokumentacji konstrukcyjnej pojedynczego węzła sieci. Szczegóły zawarto w dodatku A i B. W ostatnim rozdziale pracy (nr 8) dokonano przeglądu treści rozprawy oraz zarysowano propozycje dalszych prac, związanych z podjętym tematem.

Rozprawa, pod względem formalnym i edytorskim, została przygotowana poprawnie. Maszynopis sporządzono zgodnie ze standardami przyjętymi dla dysertacji doktorskich, z tradycyjnym podziałem treści obejmującym część studialną i eksperymentalną. Tekst jest przejrzysty, logiczny, spójny, uporządkowany a podział treści odpowiedni dla tekstów naukowych. Styl i język zastosowany w rozprawie są poprawne, choć zdarzają się pewne niedoskonałości i drobne niedopatrzania, które wskażę w dalszej części opinii. Zgromadzony i zamieszczony materiał graficzny (rysunki, ilustracje, fotografie) oraz tabelaryczny, zostały poprawnie dobrane, można mieć jednak pewne zastrzeżenia co do jakości i czytelności niektórych rysunków - tę kwestię również podejmę w dalszej części opisu. **W ogólności, poprzez przygotowanie dysertacji Doktorant wykazał się opanowaniem techniki pisania tekstów naukowych. Zna, rozumie i poprawnie posługuje się terminologią fachową stosowaną w naukach inżynieryjno-technicznych w odniesieniu do problematyki podjętej w rozprawie.**

2. WYBÓR TEMATU PRACY

Podjęmowane, aktualnie na uczelniach technicznych, tematy rozpraw doktorskich coraz częściej dotyczą problemów, które odnoszą się do żywotnych, dla osób pracujących

w przemyśle, zagadnień. Tak jest też w przypadku niniejszej, opiniowanej rozprawy. Otóż, rozwój przemysłu wydobywczego i rosnący udział eksploatacji głębokich złóż węgla kamiennego stawiają przed inżynierią górniczą nowe wyzwania związane z monitorowaniem maszyn i urządzeń pracujących w trudnych warunkach. Stałe zagrożenie wybuchem metanu oraz nieprzewidywalne warunki górnicze wymagają zastosowania zaawansowanych technologii diagnostycznych i kontrolnych, które winny umożliwić bieżący nadzór nad stanem technicznym, zasadniczych dla realizacji procesów maszyn i urządzeń. Z drugiej strony coraz bardziej wyśrubowane wymogi czwartej rewolucji przemysłowej, która wykorzystuje zaawansowane technologie cyfrowe, wyznaczają nowe trendy i kierunki w zakresie automatyzacji procesów przemysłowych. W odpowiedzi na te potrzeby staje się koniecznym, podejmowanie opracowywania i wdrażania inteligentnych sieci sensorycznych zdolnych do pracy w trudnych warunkach kopalnianych. Takie systemy winny pozwalać na zdalny monitoring maszyn wspierający automatyzację procesu urabiania pozyskiwanego surowca, co w dłuższej perspektywie zwiększa efektywność i bezpieczeństwo pracy.

Biorąc powyższe pod uwagę należy stwierdzić, że problematyka podjęta w przedmiotowej rozprawie odpowiada na bardzo aktualne, bieżące potrzeby sektora wydobywczego przez opracowanie i walidację algorytmu trasowania sieci sensorów opartego na tzw. inteligencji roju. Zakłada się więc, że zastosowane rozwiązania umożliwią efektywną wymianę danych w sieciach monitorujących zmechanizowane sekcje obudowy ścianowej, co winno nie tylko poprawić bezpieczeństwo eksploatacyjne, ale także wspierać predykcję zagrożeń, takich jak zawały i tąpnięcia. Opiniowana praca, jej tematyka i prezentowane zagadnienia, zdecydowanie nawiązują do nurtu usprawniania głównych celów procesu zarządzania w sferze wydobywania węgla kamiennego, jakimi są bezpieczeństwo prowadzonego procesu eksploatacji złóż i maksymalizacja wydajności wydobywania. Poruszana tematyka jest istotna z punktu widzenia rozwoju, unowocześniania i doskonalenia infrastruktury technicznej, inżynieryjnej, także szerokokorozumianego bezpieczeństwa w przestrzeniach działań górniczych, w tym działań poznawczo-rozwojowych z korzyścią nie tylko w obszarze technicznym, ale także społecznym i przemysłowym.

Należy nadmienić, że obowiązujące przepisy prawa geologicznego i górniczego nakładają szereg zobowiązań na przedsiębiorców i obejmują między innymi takie aspekty, jak utrzymanie rejestru obecności w zakładzie górniczym, monitorowanie potencjalnych zagrożeń środowiskowych oraz nadzorowanie przebiegu procesów technologicznych. W kontekście zapewnienia bezpieczeństwa górników pracujących w kopalniach podziemnych, w ich wyrobiskach, istotnym elementem jest nie tylko bieżąca informacja o ich lokalizacji i stanie zdrowia, atmosferze i warunkach technicznych kopalni, ale również monitorowanie pracy kluczowych maszyn i urządzeń górniczych, całej infrastruktury i zaplecza inżynieryjno-technicznego, użytkowanych w wydobywczych zakładach górniczych.

Doskonalenie przedstawionych wyżej kwestii, podjęte w opiniowanej rozprawie, jest współcześnie elementem niezbędnym, koniecznym do zapewnienia prawidłowego, bezpiecznego i wydajnego prowadzenia prac wydobywczych. Mając to na uwadze, **uważam wybór tematu pracy doktorskiej za zdecydowanie trafny.**

W mojej opinii **Autor podjął się ważnego, ambitnego, aczkolwiek pracochłonnego problemu wymagającego gruntownej wiedzy w zakresie opracowania, projektowania i implementacji sieci sensorycznych a także przeprowadzenia obszernych badań eksperymentalnych i analiz statystycznych na potrzeby praktycznego ich wykorzystania.**

Stwierdzam, że problematyka podjęta w rozprawie jest ważna i aktualna z punktu widzenia poznawczego ale również aplikacyjnego/przemysłowego. Mieści się w obszarze rozwiązywania problemów naukowych dyscypliny inżynieria mechaniczna. W mojej ocenie Kandydat słusznie zweryfikował aktualny stan wiedzy,

określił potrzebę badań i analiz, w konsekwencji właściwie i jasno sformułował cele i główne zagadnienia badawcze niezbędne do ich realizacji oraz tezę naukową.

3. OCENA PRACY

Przystępując do dokonania oceny pracy doktorskiej należy mieć na uwadze specyfikę tej kategorii publikacji. Zatem, przy ocenie efektów naukowych rozprawy, odniosłem się do sformułowanych w obowiązującej ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce zapisów warunkujących efekty naukowe przedmiotowego opracowania. Otóż, praca doktorska (rozprawa doktorska), w myśl art. 187, powinna stanowić potwierdzenie: (i) ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata z zakresu właściwej dyscypliny, w tym przypadku z zakresu inżynierii mechanicznej, (ii) umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, (iii) oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

W nawiązaniu powyższych treści, zwracam uwagę na istotny aspekt ocenianej pracy jakim jest forma zdefiniowania jej najważniejszych wyznaczników - celów - w rozdziale 1. Otóż, mgr inż. Jerzy Jagoda, po zarysowaniu tła i genezy podjętej problematyki przedstawia istotne, dla dalszego rozwoju treści rozprawy elementy takie, jak: **cel naukowy** („...wykonanie oraz walidacja algorytmu trasowania sieci sensorycznych z zastosowaniem inteligencji roju pracujących w monitoringu sekcji obudowy zmechanizowanej”), **cel utylitarny** („...automatyzacja procesu prowadzenia przebiegu pracy ściany wydobywczej oraz opracowanie systemu predykcji zagrożeń takich, jak tąpnięcia i obwały skał”), a także mocno wyeksponowana, również edycyjnie, **tezę**, o następującej treści: „Zastosowanie algorytmów trasowania sieci sensorycznych (pracujących w oparciu o inteligencję roju) zaimplementowanych w strefach zagrożonych wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego zapewni odpowiednią organizację przesyłu informacji, zwiększając jednocześnie wymaganą niezawodność działania, elastyczną konfigurację oraz wymagany poziom bezpieczeństwa eksploatacyjnego.

Z racji wyraźnego wyróżnienia przez Doktoranta kategorii tezy, należy przyrzeć się bliżej temu terminowi. Słownik języka polskiego PWN definiuje, znaczenie tego pojęcia, w następujący sposób: „...część twierdzenia, którą trzeba dowieść, opierając się na przyjętym założeniu...”. To wyróżnione, przez mgr inż. Jerzego Jagodę, stwierdzenie powoduje, że czytelnik oczekuje, iż w dalszej części rozprawy, pracy naukowej, dokonania naukowe będą sukcesywnie, konsekwentnie przedstawiane w sekwencji pokazującej dowodzenie postawionej tezy. Jest to przeświadczenie w pełni uzasadnione, bowiem w działalności naukowej stawianie tez nieodłącznie wiąże się z postępującym za tym specyficznym, co do formy, sposobem dowodzenia ich słuszności. Tymczasem, w mojej opinii, zasadnicze treści kolejnych rozdziałów (2 do 7) przybierają formę, raczej pewnego rodzaju prezentacji kolejnych działań o charakterze operacyjnym, odchodząc nieco od formy dyskusyjnej a profilując to opracowanie w kierunku sprawozdania z realizacji wykonanych, przeprowadzonych badań, szerzej ujmując, np. wykonania projektu. Tu pozwalam sobie sformułować kierowaną do Autora rozprawy **kwestię wątpliwą (1)**, z prośbą o wyjaśnienie braku konsekwentnego dowodzenia słuszności postawionej tezy. Jak wspomniałem powyżej, takie działanie jest oczywistą konsekwencją stawiającego tezę w pracach naukowych, w szczególności w takich pracach, jakimi są rozprawy doktorskie. Jest to moim zdaniem zauważalna niedoskonałość metodyczna pracy, zwłaszcza w kontekście traktowania jej i oceniania jako rozprawy doktorskiej.

A zatem, by rozwiązać ewentualne wątpliwości proszę Doktoranta o:

- A. podanie warunków przyjęcia tezy za udowodnioną,
- B. przedstawienie kolejno (tak, jak to jest w tezie), że zastosowanie algorytmów trasowania sieci sensorycznych zapewni:
 - (1) odpowiednią (tu proszę doprecyzować ten nieprecyzyjny i bardzo ogólny termin) organizację przesyłu informacji,

- (2) zwiększenie wymaganej (czyli jakiej?) niezawodności działania,
- (3) elastyczną konfigurację (w jakim zakresie?),
- (4) wymagany (w jakim wymiarze ?) poziom bezpieczeństwa eksploatacyjnego,

Dodać należy, że treści pracy, w p. 8 (Podsumowanie ...) prowadzące do stwierdzenia przez Autora rozprawy, że : „Pozwała to stwierdzić, że teza pracy została spełniona”, nie mają mocy dowodowej, z uwagi na brak bezpośredniego odniesienia się do warunków zawartych powyżej, w punktach (1) - (4) części (b) oraz użycia przez Doktoranta terminu „spełnienie” tezy, gdy tymczasem tezę należało udowodnić.

Jak można dalej zauważyć, mgr inż. Jerzy Jagoda, nie prowadząc w treści pracy doktorskiej konsekwentnego procesu dowodzenia tezy, ale chcąc udokumentować jednak prowadzenie działań naukowych w ramach przewodu doktorskiego, **właściwie i konsekwentnie poprowadził wątek prezentacji tych działań przez pryzmat skutecznego dążenia do osiągnięcia celu naukowego.** Wykonał to, skupiając się na takich kwestiach, jak:

- wybór algorytmu bazowego stanowiącego podstawę opracowywanego autorskiego algorytmu, gdzie w ramach pracy przeanalizował zasadę działania algorytmów trasowania, dzięki czemu wyselekcjonował algorytmy bazowe,
- opracowanie środowiska walidacji, obejmującego etapy: ostatecznej weryfikacji rozwiązań sprzętowych, definicję bazowych węzłów sieci sensorycznej, opracowanie aplikacji nadzorującej pracę czujników, dobór odpowiedniego środowiska programistycznego oraz przeprowadzenie testów funkcjonalnych opracowanego środowiska walidacji,
- przeprowadzenie procesu walidacji algorytmu trasowania w opracowanym środowisku, obejmującego iteracje implementacji algorytmu w sieci sensorycznej, badanie wpływu algorytmu na parametry sieci czujników pomiarowych takich, jak przepustowość, auto konfigurowalność oraz czas dostarczenia danych, jak również wprowadzanie poprawek w algorytmie,
- analiza zastosowanych rozwiązań sprzętowych poszczególnych węzłów pod względem spełnienia wymogów dyrektywy ATEX, w szczególności urządzeń pracujących w strefach zagrożonych wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego,
- analiza możliwości zastosowania opracowanego algorytmu w warunkach panujących w kopalni.

Kolejny aspekt godny zauważenia, to podjęcie i realizowanie zadań prowadzących do osiągnięcia celu użytecznego. Z oczywistych powodów opracowany w pracy algorytm miał na celu wspomaganie działania sieci sensorycznych, monitorujących pracę sekcji obudowy zmechanizowanej. Dane pozyskane z sieci sensorycznych stanowią niezbędny i wartościowy element stosowany w autonomicznym sterowaniu pracą sekcji obudowy zmechanizowanej, co z kolei prowadzi do wsparcia automatyzacji całego procesu wydobywania.

Jak wiadomo, jednym z podstawowych aspektów procesu automatyzacji omawianych kwestii, jest właściwe sterowanie położeniem sekcji obudowy zmechanizowanej, aby zapewnić stosowne podparcie stropu wyrobiska. Dane pozyskane z monitoringu pracy sekcji obudowy zmechanizowanej, poddane analizie przez systemy nadrzędne, mają służyć do predykcji zagrożeń takich jak: tąpnięcia i obwały skał. Informacje te będą pozwalać jednostkom zarządzającym procesem wydobywania na podejmowanie właściwych decyzji dotyczących dalszego sposobu prowadzenia procesu wydobywania i na ewentualne podejmowanie decyzji o wdrożeniu stosowanych procedur bezpieczeństwa. Co do dalszych działań, potrzebnych do wdrożenia opracowanych rozwiązań Autor dysertacji stwierdził: „...kolejnym etapem prac winno być przeprowadzenie badań in-situ, pozwalających na pełną walidację algorytmu w warunkach rzeczywistych”, jednak takich badań nie przewiduje w ramach niniejszej pracy, argumentując to w następujący sposób: „... badania in-situ nie zostały przewidziane w ramach realizacji pracy ze względu na

nieprzewidywalny czas związany z procedurami jakich należy dokonać przed zwiezieniem urządzenia prototypowego w podziemiu kopalń (konieczność certyfikacji urządzenia przez jednostkę zewnętrzną, procedury związane z pozwoleniami na zjazd w podziemiu kopalń)". Tu formułuję kolejną **kwestię wątpliwą (2)** prosząc o wyjaśnienia, ile czasu zdaniem Doktoranta może zająć proces przygotowania do i realizacji badań in-situ?

Reasumując, osiągnięcie celu naukowego i użytecznego zostało we właściwy sposób udokumentowane. Dodać należy, że zaprezentowany w rozprawie materiał badawczo-analityczny, wywodzi się z grupy problemów naukowych z zakresu szeroko rozumianej inżynierii mechanicznej, a podjęta tematyka jest ważna i aktualna, zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i aplikacyjnego, dla poprawy szeroko rozumianej jakości realizacji procesów dotyczących sfery budowy i eksploatacji maszyn i urządzeń w przemyśle wydobywczym. Warto podkreślić jeszcze raz, że **tematyka pracy zawiera się jak najbardziej w aktualnym nurcie problemowym lansowanej nadal czwartej generacji „Przemysł 4,0”,** a ponadto mieści się w koncepcji „Industrial Internet of Things”, wyznaczającej nowe kierunki w zakresie automatyzacji procesów przemysłowych, gdzie konieczne staje się wdrażanie inteligentnych sieci sensorycznych zdolnych do pracy w trudnych warunkach kopalnianych, pozwalających na zdalny monitoring maszyn i wspierających automatyzację procesu urabiania, w dłuższej perspektywie zwiększając efektywność i bezpieczeństwo pracy.

Podsumowując ten zakres oceny, **stwierdzam, że Doktorant osiągnął sformułowane na wstępie cele pracy. Zabrakło jednak, jak już wcześniej wskazałem, weryfikacji postawionej tezy, która w istocie stanowi przecież odpowiedź na problem badawczy - to sedno przemysłu na wybrany przez Doktoranta temat rozprawy. W ogólności zakres problemowy i przedstawione w rozprawie treści odpowiadają tematowi zawartemu w tytule. Zarówno sposób prezentacji, jak i metoda badań zostały dobrane poprawnie i adekwatnie do założonych celów i charakteru przedmiotowego opracowania naukowego. Tym samym, Doktorant potwierdził kompleksową wiedzę w zakresie podjętej problematyki i umiejętności dojrzałego, samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych.**

Opisane w dysertacji wyniki mają istotne znaczenie dla rozwoju dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna. Zaproponowana i zrealizowana metoda badań oraz uzyskane wyniki działań eksperymentalnych wnoszą elementy nowej wiedzy w obszarze podjętej tematyki. To z pewnością przyczyni się do rozwoju nowych i doskonalenia istniejących, efektywnych transmisji danych mających na celu zapewnienie niezawodności działania elastycznej konfiguracji oraz bezpieczeństwa eksploatacyjnego. Zaprezentowane w rozprawie osiągnięcia mają charakter zarówno naukowy, podstawowy, wyjaśniający pewne zjawiska w zakresie skutecznego, twórczego trasowania sieci sensorycznych, oraz aplikacyjny, przemysłowy nakierunkowany na wykorzystanie w przemyśle, czym wzbogacają aktualny stan wiedzy w tym zakresie. **W mojej opinii oceniana rozprawa stanowi wartościowy poznawczo-aplikacyjny materiał naukowy .**

Stwierdzam zatem, że opiniowana rozprawa, tematycznie bardzo dobrze wpisuje się w aktualny trend naukowego poszukiwania nowych, praktycznych rozwiązań technicznych, na bazie dociekań naukowych, prowadzących do opracowywania wysoko efektywnych i wysoko skutecznych,

procesów monitorowania infrastruktury technicznej, obiektów technicznych, użytkowanych w ogólnie rozumianej inżynierii mechanicznej.

4. UWAGI SZCZEGÓŁOWE

W ujęciu ogólnym rozprawę charakteryzuje przejrzysty układ. Napisana jest na ogół poprawnym językiem, z tendencjami do użycia terminów ściśle technicznych. Zdarzają się jednak pewne niedoskonałości, w większości dyskusyjne, takie, jak:

- str. 10-12 - wydzielony fragment rozdziału 2 bez umieszczenia go w strukturze podrozdziałów punktu 2 to tzw. „tekst wiszący” (określany tak przez redaktorów); winien mieć on numer 2.1., zaczynać się na stronie 10, bezpośrednio pod tytułem rozdziału 2 i mieć swój tytuł, np. Ogólna charakterystyka systemu ścianowego; konsekwentnie dotychczasowy podrozdział 2.1 winien mieć więc numer 2.2. itd., ta kwestia dotyczy również tekstów na str. 24, 36-37, 42-46, 50-52 oraz 72,
- str. 17 - zaburzona kolejność przywoływania w treści rys. 10 i rys. 11,
- str. 18 i dalsze - w podpisach pod rysunkiem 11 i kolejnymi rysunkami zbędne słowo „widok”; wystarczy np. Rys. 11. Czujnik ciśnienia firmy DOH [68]
- str. 22, wiersz 1 i 2 - niewłaściwa (zbyt „opisowa”, gdyż znaczenie „X” i „Y” winno być przedstawione w treści pracy) forma tytułu tabeli 1; jest: Tab. 1. Stopień IP wyrażany za pomocą dwóch cyfr IP XY [40], gdzie: X - ochrona przed ciałami stałymi, Y - ochrona przed wilgocią i wodą, a może być np.: Tab. 1 Klasyfikacja stopnia IP,
- str. 31, wiersz 1 - zbędne słowo „rysunku”
- str. 34 i 35 - brak zdefiniowania obszaru analizy stanu wiedzy (uwaga dot. str. 10) nie pozwala stwierdzić, czy to co zaprezentowano w podrozdziale „3.3. Podsumowanie analizy stanu wiedzy” jest materiałem w pełni oczekiwanym; ponadto szkoda, że mgr inż. Jerzy Jagoda nie przedstawił wyników tej analizy syntetycznie w punktach (str. 34), co ułatwiłoby dalszą lekturę rozprawy.
- str. 37 - zaczynają się tu pojawiać ponumerowane wzory, ale w treści pracy brak jest kompletnie powoływania się na nie,
- str. 45 - wiersz 9 - zbędne słowo „rysunku”.
- str. 56, 58, 59, 69, 83 - widniejące zapisy na zamieszczonych tam rysunkach są bardzo słabo widoczne, trudne do odczytania,
- str. 58 - co w tym przypadku oznacza słowo „widoczność” w podpisie rysunku 39 ?, co Autor miał na myśli?
- str. 86-111 - bardzo szczegółowe analizowanie danych dotyczących porównania czasów dotarcia pakietów, przepustowości oraz współczynnika PDR w przypadku dwóch algorytmów (z i bez zastosowania inteligencji roju SI), przy pracy sieci kolejno z 5, 10, 15, 20, 25 oraz 30 węzłami, winno się zakończyć podsumowaniem i przedstawionymi w punktach wnioskami z tych działań (na str. 111),
- str. 112 i 117 - pojawiający się na str. 112 tytuł podrozdziału 7.1. „Analiza spełnienia wymagań dyrektywy ATEX przez obudowę węzłów sieci” daje podstawy do oczekiwania, iż na zakończenie tego podrozdziału, na str. 117 będzie konkretna informacja o spełnianiu lub nie tych wymagań, a tego nie ma,
- str. 117 i 123 - podobnie, pojawiający się na str. 117 tytuł podrozdziału 7.2. „Analiza spełnienia wymagań dyrektywy ATEX przez obwody elektryczne węzłów projektowanej sieci sensorycznej” daje podstawy do oczekiwania, iż na zakończenie tego podrozdziału, na str. 123 będzie konkretna informacja o spełnianiu lub nie tych wymagań.

Istotnym dla każdej rozprawy doktorskiej jest jej ostatni rozdział, a to z racji jego funkcji podsumowującej. W ocenianej pracy jest on zatytułowany „Podsumowanie i dalsze kierunki badań”. Oczekiwać zatem można byłoby konkretnego podsumowania dokonań Doktoranta, wniosków z pracy wypływających i sugerowanych w tytule rozdziału kierunków

dalszych prac. Tymczasem poza ogólnym stwierdzeniem, iż „...*W ramach realizacji pracy doktorskiej opracowany został algorytm trasowania sieci sensorycznych, który może być stosowany do zarządzania pracą sieci sensorycznych zastosowanych w strefach zagrożonych wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego.*”, pokazującym związki dokonań Doktoranta z tytułem pracy, nie ma konkretnych stwierdzeń, że osiągnięto cel naukowy i cel użyteczny - **kwestia wątpliwa (3)**: proszę syntetycznie sformułować warunki osiągnięcia obu tych celów), a zwłaszcza, o czym była mowa wcześniej, że próbowano przeprowadzić proces dowodzenia postawionej tezy, z jednoznacznym stwierdzeniem jej udowodnienia. W tym rozdziale jest natomiast obszernie streszczenie treści pracy. Uogólnienie co do dalszych kierunków badań ujęte jest bardzo ogólnie, w postaci: „*Konieczne jest jednak prowadzenie dalszych badań nad rozbudową algorytmu do celów dostosowania działania w sieciach składających się z tysięcy węzłów.*”

Generalnie, stosowane pojęcia i terminologia nie budzą zastrzeżeń. Uważam, że sformułowanie tytułu pracy mogło być nieco bardziej precyzyjne, na czym zyskałaby jego informacyjność, na przykład: „*Opracowanie oraz walidacja algorytmu trasowania sieci sensorycznych do zastosowań w strefach zagrożonych wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego*”.

Wymienione w tym punkcie opinii uwagi nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy, bowiem mają one w większości charakter dyskusyjny, redakcyjny, edytorski oraz formę pomniejszych usterek.

5. PODSUMOWANIE

W opiniowanej rozprawie zidentyfikowano, opracowano i dokonano walidacji wielu istotnych dla inżynierii mechanicznej, w szczególności dla zagadnień z zakresu podstaw budowy i eksploatacji maszyn i urządzeń, w tym zwłaszcza dotyczących rozbudowanych sieci sensorycznych wyrobisk górniczych. Na podkreślenie osiągnięć pracy zasługuje fakt, iż z przeprowadzonych analiz wynika, że sieć pracująca w oparciu o zaimplementowany przez Autora algorytm pozwala na obniżenie czasu dotarcia pakietu danych do miejsca docelowego, pomimo wzrostu liczby węzłów w sieci sensorycznej, stabilizuje współczynnik pewności dostarczenia danych do miejsca docelowego, a także umożliwia transmisję informacji z wyższą przepustowością w porównaniu ze standardowymi algorytmami stosowanymi w sieci. Sieć sensoryczna pracująca w oparciu o opracowany autorski algorytm adaptuje się do zmian struktury wynikających z uszkodzenia, przemieszczenia lub dodania nowego węzła sieci. Opracowane rozwiązanie pozwala na kompensację ograniczeń funkcjonalnych sieci sensorycznej w przypadku urządzeń pracujących w strefach zagrożonych wybuchem.

Należy podkreślić konsekwencję mgr inż. Jerzego Jagody zmierzającą do rozwiązania istotnego i ważnego z punktu widzenia praktyki inżynierskiej problemu naukowego oraz rolę poznawczą podjętych przez Niego zagadnień badawczych i konstrukcyjnych. W rozprawie zawarto wiele cennych, ważnych dla dyscypliny inżynieria mechaniczna wyników badań i analiz weryfikujących działanie sieci sensorycznych, istotnych dla rozwoju funkcjonalnych systemów monitorowania procesów przemysłowych. Doceniam walory poznawcze zaprezentowanego obszernego materiału analityczno-eksperymentalnego będącego wynikiem badań własnych Doktoranta, ale także wymiar praktyczny, aplikacyjny pozyskanych wyników, które stanowią swego rodzaju wytyczne dla dalszego rozwoju wiedzy.

Doktorant uwierzył i wykazał:

- poprawność przyjętej drogi badawczej, zmierzającej do osiągnięcia sformułowanych na wstępie celów rozprawy,
- znajomość zagadnień z zakresu inżynierii mechanicznej,

- oryginalność podjętego problemu naukowego, a także biegłość w złożonej problematyce opracowywania i walidacji algorytmu trasowania, opartego na inteligencji roju, uwzględniającego teoretyczne i praktyczne aspekty projektowania efektywnych sieci do monitorowania pracy w górnictwie,

co w mojej opinii potwierdza Jego umiejętności planowania i realizowania badań, a w konsekwencji prowadzenia pracy naukowo-badawczej.

6. WNIOSEK KOŃCOWY

Na podstawie przeprowadzonej szczegółowej analizy rozprawy doktorskiej stwierdzam, że mgr inż. Jerzy Jagoda:

- we właściwy sposób podjął i rozwiązał sformułowane w rozprawie zadania szczegółowe, tak więc zaprezentowane w pracy wyniki badań i analiz stanowią podstawę do stwierdzenia, że cele rozprawy zostały osiągnięte; brak jest co prawda w pracy przeprowadzenia konsekwentnego procesu dowodzenia tezy, ale to pozostawiam Doktorantowi do zaprezentowania podczas obrony rozprawy doktorskiej,
- wykazał znajomość i opanowanie wiedzy z zakresu inżynierii mechanicznej, którą wykorzystał we właściwym stopniu podczas prowadzonego postępowania badawczo-analitycznego w przedmiotowym zakresie,
- opracował rozprawę doktorską, która w obszarze przyjętych ogólnych kryteriów, ocen i syntezy badawczego postępowania spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim, a uzyskane wyniki wydatnie rozszerzają wiedzę w założonym obszarze.

Bydgoszcz, 15.12.2024



