

prof. dr hab. inż. Józef Matuszek, dr h.c.
Katedra Inżynierii Produkcji
Wydział Budowy Maszyn i Informatyki
Akademia Techniczno – Humanistyczna w Bielsku-Białej
ul. Willowa 2
43-309 Bielsko-Biała
tel. [048] (033) 8279253
e-mail: kip@ath.bielsko.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej
mgr inż. Andrzeja Meleckiego
p.t.

**Przewymiarowanie systemu sterowania w aspekcie implementacji
funkcjonalnych środków bezpieczeństwa**

Promotor pracy: prof. dr hab. inż. Jerzy Świder
Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Michalski

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak, L. Dz. RD_(IMe): 72/006/2020/2021 z dnia 28.04.2021r.

1. Formalna prezentacja rozprawy, uwagi ogólne

Przedstawiona do recenzji praca składa się z 8 rozdziałów zawartych na 210 stronach tekstu wraz z wykazem literatury liczącym 240 pozycji oraz dwóch załączników (zawartych na 83 stronach) i streszczeniami pracy.

Układ pracy, sposób ujęcia tematu w poszczególnych rozdziałach można uznać za poprawny. Tematyka pracy jest poświęcona zagadnieniom oceny systemów sterowania, z punktu widzenia implementacji funkcjonalnych środków bezpieczeństwa stanowisk pracy. Zakres pracy ukierunkowano na badanie możliwych zastosowań implementacji systemów bezpieczeństwa wykorzystania mechatronicznego systemu transportowego, zainstalowanego w laboratorium Katedry APTiZSW. Zakres możliwych zastosowań systemów związane z rozwiązaniami zastosowanymi w podobnego typu maszynach przez jednego z renomowanych producentów komponentów i systemów automatyzacji.

Przedstawiony problem jest jednym z najbardziej istotnych elementów procesów zarządzania bezpieczeństwem higieny i ergonomii pracy na stanowiskach roboczych.

W pracy można wyróżnić sześć części. Część pierwsza - (rozdział pierwszy, drugi i trzeci) - to wstęp, określenie celu i zakresu pracy, sformułowanie problemu badawczego. W części drugiej - (rozdział czwarty) - przedstawiono metody oceny bezpieczeństwa technicznego maszyn. Podano analizę formalnoprawną wymagań dotyczących bezpieczeństwa, omówiono dobór modelu oceny ryzyka wystąpienia zagrożenia, wybór typu analizy zagrożeń w zależności od fazy cyklu życia systemu. W części trzeciej - (rozdział piąty) - przedstawiono przykład zastosowania metody do oceny bezpieczeństwa „Movimaszyny”, w którym podano analizę formalnoprawną wymagań maszyny, oceniono

Biuro Dziekana
14 CZE 2021
wpłynęło dnia
nr 89/PP/Me/006/.....
Zał.
2020/2021

ryzyko wystąpienia zagrożeń, określono korelację odpowiednich technik i typów analizy zagrożeń w odniesieniu do maszyny, zaproponowano akceptowalne wartości ryzyk wystąpienia sytuacji zagrażających bezpieczeństwu pracy oraz przedstawiono model zmniejszania ryzyka ich wystąpienia w czasie jej eksploatacji. Część czwarta - (rozdział szósty) - obejmuje wyniki badań własnych związanych z zastosowaniem na maszynie funkcjonalnych środków bezpieczeństwa z punktu widzenia systemów sterowania. Badania przeprowadzono w postaci określenia ryzyk przed i po 2004r., w którym to roku nastąpiły zmiany prawne funkcjonowania maszyn. W części piątej - (rozdział siódmy) - przedstawiono wyniki badań probabilistycznych systemów bezpieczeństwa w zakresie zabezpieczenia zatrzymania awaryjnego. Ostatnia część – część szósta - (rozdział ósmy) - to podsumowanie pracy.

2. Ocena zamierzenia badawczego

Głównym celem rozprawy jest poznanie wpływu przewymiarowania funkcji bezpieczeństwa zatrzymania awaryjnego maszyn z punktu widzenia wymogów legislacyjnych, analizy i oceny ryzyka wystąpienia zagrożenia. Problem przedstawiono na przykładzie analizy przykładowej maszyny - mechatronicznego systemu transportowego posadowionego w laboratorium uczelni.

Przedstawiona w pracy tematyka nawiązuje do ważnych występujących w praktyce produkcyjnej zagadnień zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy w przedsiębiorstwach.

W ostatnich latach w przemyśle znacząco wzrósł nacisk na obniżenie liczby zdarzeń związanych z bezpieczeństwem pracy oraz liczbą awaryjnych zatrzymań pracy stanowisk roboczych z przyczyn technologicznych. Zaostrzone zostały kryteria oceny BHP, wymogi jakościowe, czasowe i kosztowe pracy. W procesach zarządzania eksploatacją parku maszyn coraz większe znaczenie ma skuteczne i efektywne wykorzystanie systemów zabezpieczających niezawodność ich pracy.

Opracowane w ramach pracy analizy i zaproponowany tok postępowania może przyczynić się do podniesienia skuteczności funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych. Stąd próbę podjęcia opracowania uważam za trafną, wychodzącą naprzeciw zapotrzebowaniu gospodarki.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Merytorycznie pracę oceniam pozytywnie. Uzyskane wyniki badań, opracowane procedury postępowania wychodzą naprzeciw tendencjom humanizacji pracy i zapobiegania wypadkom i mogą przynieść wymierne korzyści w praktyce produkcyjnej w postaci poprawy BHP w przedsiębiorstwach.

Przedstawione w ramach pracy analizy mogą znaleźć zastosowanie przy przygotowaniu produkcji i zarządzaniu projektami wdrażania do produkcji nowych stanowisk roboczych. Na uwagę zasługują zastosowane w pracy narzędzia analizy stanów systemów sterowania w postaci wspomagania procesów ich projektowania, modelowania probabilistycznego. Pozytywnie oceniam sposób analizy i wykorzystania baz rzeczywistych, wybranych implementacji systemów, związanych z bezpieczeństwem, znajdujących się w zasobach jednego z renomowanych producentów komponentów i automatyzacji systemów sterowania. Pozytywnie również oceniam analizę architektury budowy oraz kosztów implementacji funkcjonalnych środków bezpieczeństwa.

Uzyskane w ramach pracy wyniki badań, wysunięte wnioski mogą stać się przyczynkiem do rozwoju metod zarządzania złożonych procesów produkcji.

Na uwagę zasługuje kompleksowość przeprowadzonych w pracy badań od analizy stanu zagadnienia w praktyce, przez analizę problemu badawczego, do opracowania modelu oceny ryzyka w procesach sterowania maszyn na drodze implementacji środków bezpieczeństwa.

Niemniej w pewnych fragmentach tekstu chciałbym przedstawić pewne nieścisłości, których część ma charakter dyskusyjny, są nimi uwagi, które zestawiono w grupy odnoszące się do poszczególnych części dysertacji.

Rozdziały związane z wstępem, celem i zakresem pracy, sformulowaniem problemu badawczego (rozdział pierwszy, drugi i trzeci)

Tą część pracy uważam za poprawną. Określone cele szczegółowe pracy uważam za trafne i wychodzące naprzeciw zapotrzebowaniu praktyki produkcyjnej. Za cenne należy uznać wyjaśnienie znaczenia pojęć zastosowanych w pracy.

Doktorant trafnie zdiagnozował stan uwarunkowań prawnych i interpretacyjnych dotyczących zagadnień rzeczywistego, przemysłowego środowiska pracy, w którym zdarzają się wypadki i związaną z tym odpowiedzialność. Zdiagnozował brak kryteriów oceny i dostosowania maszyn na poziomie spełnienia minimalnych wymogów bezpieczeństwa ich użytkowania. Stąd problem oceny dokonywanych ingerencji w budowę i systemy sterowania maszyn od prostych wymian zużytych elementów, poprzez modyfikacje, przebudowy, aż do głębokich modernizacji, istotnych przekształceń, radykalnie zmieniających konstrukcje i zakres zastosowań maszyn.

Określenie problemu naukowego tego zagadnienia polegającego na poszukiwaniu i ustaleniu prawidłowego podejścia do selekcji w obszarze legislacyjnym odpowiednich aktów prawnych w celu poprawnej oceny bezpieczeństwa technicznego systemu mechatronicznego maszyn w aspekcie uniknięcia jego przewymiarowania uważam za interesujący.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak:

- Ukierunkowanie treści pracy na zagadnienia bezpieczeństwa pracy z punktu widzenia zagrożeń wypadkowych. Oczywiście zagadnienie to jest problemem nadrzędnym, obejmującym założony zakres pracy. Nie mniej jednak postępująca automatyzacja powoduje ukierunkowanie takiego zagadnienia na problemy związane z aspektami technologicznymi takimi jak niezawodność pracy, uniknięcie przestojów, awarii (w tym również takich, które mogą być związane z bezpieczeństwem pracy np. złamanie narzędzi), itd. Znaczenie tak rozumianego zabezpieczenia systemu sterowania maszyn jest możliwe z punktu widzenia zdalnego monitorowania stanu maszyny, uniknięcia dłuższego przeciążenia, sygnalizacji stanu jakości wykonywanych wyrobów, itd.
- Określenie pojęcia przewymiarowania w ujęciu pracy związane z czasem terażniejszym. Podczas gdy możliwe jest celowe zastosowanie przewymiarowania systemów bezpieczeństwa mając na uwadze przyszłościowe konieczne rozwiązania w tym zakresie np. w wyniku pojawienia się ostrzejszych ograniczeń prawnych, dokonujących się zmian w procesie produkcyjnym itd.

Rozdziały związane z analizą literatury związaną z zakresem pracy (rozdział czwarty)

Przedstawiony tok postępowania, przytoczona analiza literatury bezpośrednio związana z badaniami własnymi obrazują uwarunkowania formalne oceny bezpieczeństwa maszyn.

Opisane typy analizy zagrożeń w całym cyklu życia systemu, przyjęcie siedmiu modeli czynników przyczynowo skutkowych w systemach uważam za trafne, umożliwiające podejmowanie decyzji co, gdzie i kiedy należy analizować w danej fazie cyklu życia systemu. Za poprawny uważam również z punktu widzenia praktyki produkcyjnej wybrany model określenia akceptowalnej wartości ryzyka. Podsumowaniem tej części pracy jest dokonanie przeglądu stosowanych metod oceny bezpieczeństwa maszyny zaproponowanie i w tym celu odpowiedniego toku postępowania w dalszej części pracy. Schemat toku postępowania przedstawiono na rys. 4.7 na str. 34.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak:

- Brak dokładniejszego podkreślenia oryginalności postępowania w analizie bezpieczeństwa przedstawionym na rys. 4.7 na str. 34 (np. przez podkreślenie różnic w stosunku do rys.4.1.)
- Brak, przy omawianiu koncepcji procedury oceny bezpieczeństwa technicznego maszyny ustosunkowania się do dotychczasowych procedur postępowania np. podawanej w literaturze lub/albo w praktyce produkcyjnej, nawiązania do podanych treści rozprawy w poprzednich rozdziałach.
- Str. 27, wydaje się że autor powinien rozdzielić pojęcie metody i techniki, w tekście pojęcia te występują zamiennie np. na wyrażenie „PHA”, na str. 27, w.3 od góry autor używa pojęcia „techniki”, a na str. 28, w. 1 od góry używa pojęcia „metody”.

Część badawcza (trzecia) zawarta w rozdziale piątym

W tej części pracy przedstawiono przykład zastosowania zaproponowanej metody do oceny bezpieczeństwa maszyny - „Movimaszyny 10”. Opisano budowę maszyny, scharakteryzowano jej działanie, zasady wykorzystania i obsługi.

Określone dla rozpatrywanej maszyny zagrożenia w funkcji PHR, sporządzony procentowy rozkład grup zagrożeń uważam za poprawny. Na uwagę zasługuje przeprowadzona kompleksowość oceny. Również określenie akceptowalnej wartości ryzyk występujących sytuacji niebezpiecznych można uznać za poprawne. Uzasadniono tym samym zaproponowany w części drugiej sposób prowadzenia badań.

W pozostałych treściach tego rozdziału pracy na uwagę zasługują:

- podany przykład karty identyfikacji zagrożenia,
- przedstawiony model zmniejszania ryzyka.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak:

- brak uzasadnienia wyboru maszyny - „Movimaszyny 10” jako obiektu badań,
- str. 36, rys. 5.1, - ze względu na przedmiot badań uważam, że rysunek przedstawiający samą maszynę winien być dokładniejszy np. uzupełniony o drugi rzut obrazujący wygląd maszyny w rzucie pionowym, wymiary, sposób usytuowania względem ścian i innych maszyn, drzwi, dróg transportowych, powierzchni składowania przedmiotów, sposobu załadowania i wyładowania obiektów transportowanych, itd.,
- str.37, w. 7 od dołu – stwierdzono, że cytuję „Czas zatrzymania awaryjnego: pomiar niemożliwy” – taki stan rzeczy wymaga wyjaśnienia – z jakiego powodu?, wydaje się że pomiar taki jest możliwy np. w funkcji obciążenia maszyny (masą transportowanego obiektu),
- str. 37. w. 1 od dołu – podano „częstotliwość konserwacji: brak danych” wydaje się że takie dane odnośnie przeglądów, sposobu eksploatacji w tym przeglądu powinny być w DTR i stanowiskowej instrukcji obsługi stanowiska,

- str. 40 w. 1 od góry - stwierdzono że dokumentacja jest niekompletna i nie jest możliwe sprawdzenie kategorii bezpieczeństwa niektórych elementów, związanych z bezpieczeństwem (np. czujnik monitorujący konstrukcję podtrzymującą windę 1002 i 1006, listwy bezpieczeństwa wózka 1004). Najistotniejsze niezgodności z przepisami to: brak instrukcji użytkowania, nieaktualna dokumentacja elektryczna, brak deklaracji zgodności maszyny, brak tabliczki znamionowej maszyny, a zatem maszyna nie powinna być dopuszczona do użytkowania.
- str. 41. - brak podania w opisie tabeli 5.1. źródła - literatury lub zaznaczenia „opracowanie własne”.

Część czwarta obejmująca wyniki badań własnych związanych z funkcjonalnymi środkami bezpieczeństwa z punktu widzenia systemów sterowania (rozdział szósty)

Zdolność funkcjonalnych środków bezpieczeństwa do realizacji funkcji bezpieczeństwa przydzielono do jednego z pięciu poziomów zapewnienia bezpieczeństwa. W celu określenia wymagań dotyczących bezpieczeństwa funkcjonalnego zastosowano dwie metodyki postępowania, które zostały przedstawione w normach PN-EN ISO 13849-1 lub PN-EN 62061.

Również tą część pracy uważam za poprawną. Niezawodność poszczególnych elementów, z których zbudowany jest system sterowania, ma decydujący wpływ na ogólną niezawodność pracy maszyny i stan bezpiecznego jej użytkowania, taki stan rzeczy doktorant wywnioskował z analizy literatury (w grupie wypadków spowodowanych funkcjonowaniem systemu sterowania maszyny znacznie częściej występowały wypadki ciężkie (41%), niż wśród wypadków niezwiązanych z systemem sterowania (7%)).

W pozostałych treściach tego rozdziału pracy na uwagę zasługują:

- przeprowadzone obliczenia ryzyka oszacowane przez konsultantów w całej grupie badawczej w układach sterowania spełniających wymagania i układach w których wystąpiło niedowymiarowanie,
- określenie procentowego rozkładu poziomów ryzyka w niedowymiarowanych układach sterowania i układach sterowania spełniających wymagania wyprodukowanych do 2004 i po 2004 roku.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak:

- str. 59, rys.6.3 – brak bliższego uzasadnienia dlaczego wybrano do obliczeń statystycznych oprogramowanie „IBM SPSS Statistics”,
- str. 70 - doktorant stwierdza że cytuję „W ostatnich latach można odnotować stosunkowo trwały spadek liczby wypadków. Trend liniowy wskaźnika wypadków został przedstawiony na rys. 6.14”. W dokumentacji analizy przyczyn wypadków podaje się przyczynę wypadku, powyższy wykres na rys. 6.14 podaje liczbę wypadków ogółem. Na zmniejszenie wypadkowości mogą mieć wpływ różne czynniki np. uwzględnić wpływ jakości szkoleń pracowników, wzrost poziomu kultury technicznej itd.

Część piąta badania probabilistyczne systemów bezpieczeństwa w zakresie zatrzymania awaryjnego - (rozdział siódmy)

Również tą część pracy uważam za poprawną. W rozdziale tym doktorant podjął próbę uogólnienia zaproponowanego toku postępowania, podając potrzebę uwzględnienia różnych

czynników eksploatacyjnych maszyn np. przez zastosowanie w przemyśle spożywczym czyszczenie wodą pod ciśnieniem lub innymi środkami chemicznymi, wpływu środowiska (czynniki atmosferyczne, wilgotność oraz zapylenie) w jakim maszyna jest zainstalowana.

Przedstawiony tok projektowania elementów lub funkcji sterowania, łącznie z funkcją zatrzymania awaryjnego, związanych z bezpieczeństwem również należy uznać za poprawny.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak:

- brak dyskusji w zakresie tendencji rozwoju sposobów eksploatacji maszyn, współcześnie coraz częściej (zgodnie z filozofią „Przemysłu 4,0”) maszyny pracują w cyklu automatycznym, obok wszelkich podanych w pracy zasad następuje rozbudowa systemów zabezpieczenia na drodze monitoringu i zdalnym zatrzymaniu pracy maszyny, łączenia systemów sterowania z uwagi na bezpieczeństwo obsługi z bezpieczeństwem pracy maszyny w ujęciu możliwości wystąpienia awarii, pojawienia się braków, nienormatywnej pracy.
- str. 87, i dalszych – skrótowe, bez dostatecznego wyjaśnienia, podawanie danych podanych w tablicy 7.4 i dalszych- np. co się kryje pod numerami części takim jak „777100”
- str. 91, i dalszych - skrótowe, bez dostatecznego wyjaśnienia, podawanie modeli funkcji bezpieczeństwa tu w tym przypadku na rys. 7.8, zatrzymania awaryjnego.

Część szósta (rozdział ósmy) związany z podsumowaniem, wnioskami i uwagami do pracy

Uważam, że przedstawienie toku postępowania byłoby jednak pełniejsze gdyby na końcu pracy w podsumowaniu podano w jasny sposób cechy określające nowość i oryginalność opisywanej metody w stosunku do wcześniej opisywanych sposobów postępowania np. w procedurach związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa eksploatacji systemów sterowania maszyny.

Przeprowadzone analizy, wnioski końcowe z punktu widzenia założonego zakresu pracy uważam za poprawne. Uważam jednak, że dla poprawy czytelności pracy w podsumowaniu powinno się wyróżnić wnioski o charakterze:

- poznawczym (wykazujące wykonanie postawionych celów pracy, podkreślające oryginalność zaproponowanych rozwiązań),
- utylitarnym (wykazujące praktyczną przydatność opracowania, obszary potencjalnych zastosowań),
- wniosków do dalszych badań (podające perspektywy rozwoju zaproponowanych rozwiązań).

Mimo poprawnie sformułowanych wniosków, uważam, że zbyt mało uwagi poświęcono w nich tendencjom rozwoju systemów sterowania maszyn, tendencjom zdalnego monitorowania ich pracy, możliwościom zastosowania opisywanego sposobu postępowania przy tak rozumianym rozwoju systemów sterowania maszyn. Można by było również w podsumowaniu do pracy wspomnieć o uniwersalnym charakterze przedstawionego sposobu postępowania np. możliwości jego dostosowania do oceny bezpieczeństwa urządzeń.

Uważam, że rozwiązywany problem może znaleźć zastosowanie w praktyce gospodarczej.

4. Literatura

Zestaw źródeł literaturowych uważam za poprawny. Wydaje mi się jednak, że dla usprawnienia zapoznania się ze źródłami literaturowymi należałoby:

- wydzielić w osobnym zestawieniu akty prawne dotyczące bezpieczeństwa dopuszczenia do ruchu i eksploatacji maszyn, działań Państwowej Inspekcji Pracy np. dekret – poz.[27], dyrektywy i rozporządzenia Parlamentu Europejskiego, rządowe akty prawne i decyzje wykonawcze, normy - uwagi dotyczą dla przykładu takich pozycji w zestawieniu literatury jak poz. [28, 88, 91 itd.],
- wydzielić w osobnym zestawieniu źródła Internetowe, ponadto przy takich źródłach ze względu na zmienność podawanych informacji powinna być podana data i pełna nazwa instytucji firmującej stronę, uwaga dotyczy dla przykładu takich pozycji w zestawieniu literatury jak poz. [213, itd.].

5. Załączniki

Załączniki do pracy stanowią ważną część pracy, uzupełniają i dokładniej wyjaśniają opisywane w części głównej zagadnienia.

Na uwagę z praktycznego punktu widzenia zasługuje załącznik A, przedstawiający karty zagrożeń systemu transportowego „Movimaszyna 10”. Załącznik ten udokumentowany zdjęciami daje obraz możliwych zagrożeń w czasie pracy systemu. Drugi z załączników – załącznik B przedstawia określone na podstawie pracy założenia koncepcyjne redukcji ryzyka systemu.

6. Uwagi redakcyjne

Ponadto w treści rozdziałów można znaleźć drobne nieścisłości czy błędy redakcyjne nie mające istotnego wpływu na merytoryczną ocenę pracy np.:

- str. 10, w. 4 od góry – podano że „Ostatecznym, nadrzędnym efektem pracy będzie poznanie wpływu” Czy nie lepiej byłoby napisać - :Celem głównym pracy było poznanie wpływu”, Oraz że: „Zakres pracy ograniczono do obiektu badań, którym był....”,
- str. 11, - i dalsze – zwykle w pracach naukowych przyjmuje się, że podane wyjaśnienia związane ze znaczeniem indeksów powinny być zestawione na początku pracy, po spisie treści a nie wewnątrz rozdziału,
- str. 11, – podane w tabeli 2.1 pod nazwą „Indeks skrótów” wielkości nie są skrótami ale oznaczeniami i akronimami, ponadto zwykle najpierw podaje się wielkości określone małymi literami i kolejno dużymi literami, a zatem nazwa tabeli powinna być sformułowana następująco „Oznaczenia, akronimy i skróty zastosowane w pracy”,
- str. 19, - rys. 4.1, str.21, – rys.4.2, str. 29, - rys. 4.5 i dalsze - zbyt małe litery, rysunki mało czytelne,
- str. 23, - brak powołania się na pozycje literatury przy wymienieniu w obszarze bezpieczeństwa systemu podstawowych typów analizy zagrożeń, dokonano tego przy opisie rys. 4.3 na str.24,
- str.26 - brak powołania się na literaturę przy opisie metod analizy zagrożeń – podrozdział 4.4, dokonano tego przy opisie rys. 4.4 na str.27,
- str.58, tablica 6.2, - mała czytelność zawartych w tablicy danych,

- str. 64, tabl. 6.4 – brak jednostek podanych w tabl. Parametrów, rys. 6.1, - brak jednostek w opisie parametrów osi wykresu,
- str. 79, - rys. 7.4, - podano nazwę rysunku „Architektura dedykowana kategorii 1” oraz legendę do rysunku, dla lepszej czytelności tekstu lepiej by było podać również jakie wyrażenie kryje się pod liczbą „1”, podobnie na rys. 7.5 na str. 80 odnośnie podanej kategorii 3,
- str. 80, - rys. 7.6, - i dalsze, - nieczytelny rysunek ze względu na treść pracy mógłby być przedstawiony w postaci fragmentu,
- str. 111, w. 5 od dołu – podano, że cena produktów wiązała się „z dodatkowym kosztem”, nie podano szczegółów w stosunku do czego np. zakupu, montażu, eksploatacji itd.,
- str. 209, - brak słów kluczowych,
- str.210, - brak tytułu i słów kluczowych.

7. Wnioski końcowe

Oceniając przedstawioną pracę doktorską pragnę, mimo podanych wyżej uwag, podkreślić następujące jej walory, do których można zaliczyć:

- zasadność podjętej tematyki badawczej,
- znajomość i umiejętność przedstawienia aktualnego stanu zagadnienia,
- praktyczne podejście do rozwiązywania problemu.

W pracy autor wykazał się znajomością współczesnych narzędzi oceny stanu bezpieczeństwa maszyn ze szczególnym uwzględnieniem ich systemów sterowania.

Pragnę podkreślić dużą złożoność tematu, który ze względu na zakres pracy musiał być ograniczony, pracowitość wykonania pracy oraz znajomość problematyki badawczej przez doktoranta, która była podstawą wykonania dysertacji.

Powyższe czynniki skłaniają do stwierdzenia, że praca pomimo przedstawionych uwag spełnia wymagania stawiane pracy doktorskiej oraz że doktorant na podstawie przeprowadzonych badań wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w zakresie systemów zarządzania produkcją w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz umiejętnościami samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Biorąc pod uwagę sformułowane wyżej opinie, stawiam wniosek o uznanie pracy jako spełniającej ustawowe wymagania stawiane rozprawie doktorskiej w zakresie nauk technicznych. Zgodnie z obecnie obowiązującym ustawodawstwem stawiam wniosek aby pracę doktorską zakwalifikować do dyscypliny „Inżynieria mechaniczna” oraz wnioskuje o dopuszczenie doktoranta do publicznej obrony pracy.

Bielsko-Biała, 04.06.2021.

.....
