

Warszawa, dn.02.02.2019 r.

dr hab. inż. Ilona Jacyna-Golda, prof. PW
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Produkcji
Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Iwony Krzyżewskiej
pt.: „Innowacyjny system monitoringu jako narzędzie do określania ciśnienia
ogumienia i jego wpływ na wybrane parametry eksploatacyjne we flocie
pojazdów ciężarowych”**

1. UWAGI OGÓLNE

Recenzja rozprawy wykonana na zlecenie Pana Dziekana Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej dr hab. inż. Piotra Fołęgi, prof. PŚ – pismo z dnia 18.01.2019 r., do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej.

Recenzowana praca będąca przedmiotem rozprawy dotyczy problematyki wykorzystania nowych technologii monitoringu wspierających proces decyzyjny w zakresie szybkiej korekty wybranych parametrów eksploatacyjnych przez kierowców. Przedstawiona do recenzji praca obejmuje:

- 128 stron wydruku komputerowego formatu A4, w tym 115 stron tekstu zasadniczego i 7 stron bibliografii, spisu rysunków i tabel,
- 56 rysunków, w tekście zasadniczym podpisanych oraz ponumerowanych,
- 26 tabel w tekście zasadniczym, które są ponumerowane i opisane,
- bibliografię liczącą 79 pozycji krajowych i zagranicznych w tym: 1 współautorskiej pozycji Autorki rozprawy.

Promotorem rozprawy doktorskiej jest Pani dr hab. inż. Bożena Szczucka-Lasota, prof. Politechniki Śląskiej.

2. OCENA DOBORU TEMATU ROZPRAWY

Tematyka Rozprawy doktorskiej mgr inż. Iwony Krzyżewskiej koncentruje się na poszukiwaniu i wykorzystaniu nowych technologii dla budowy systemu

umożliwiającego monitoring wybranych parametrów eksploatacyjnych pojazdu w celu podejmowania szybszych decyzji dotyczących korekcji m.in.: wyrównania ciśnienia w ogumieniu, wymiany opony w procesie użytkowania pojazdu ciężarowego, nacięcie bieżnika oraz kontrolowania podjętej decyzji. Doktorantka w swych badaniach postanowiła sprawdzić jakie cechy systemu zdalnego monitorowania ciśnienia w ogumieniu umożliwiają pozyskanie danych dla poprawy efektywności floty pojazdów. Wykazuje, że opracowany w ramach badań, system ciągłego monitoringu parametrów eksploatacji w oponach pozwala na nagłe wykrycie spadków wartości ciśnienia w ogumieniu oraz nagłych wzrostów temperatury. Tym bardziej, że prawidłowy stan opon jest istotny dla zachowania komfortu i bezpieczeństwa jazdy, a prawidłowe utrzymanie ciśnienia w ogumieniu może znacząco podwyższyć trwałość eksploatacyjną opon. Dlatego tak ważnym jest kontrola i utrzymanie odpowiedniego poziomu tego parametru. Poza tym jak wskazują badania w zakresie rozwoju rynku motoryzacyjnego, nowoczesne systemy monitoringu ciśnienia i temperatury mają na celu dokładniejsze i częstsze uzyskiwanie danych z monitoringu oraz przyspieszenie procesu decyzyjnego dotyczącego korygowania monitorowanych parametrów eksploatacyjnych.

Doktorantka zajmując się problematyką budowy systemu ciągłego monitoringu parametrów eksploatacyjnych ciśnienia i temperatury ogumienia bardzo dobrze wpisuje się w potrzeby poszukiwania właściwej aplikacji, w tym obszarze, w szczególności we flotach samochodowych pojazdów ciężarowych. Stąd też podjęta tematyka rozprawy ma duże znaczenie zarówno pod względem naukowym jak i utylitarnym. Aspekt naukowy to przede wszystkim opracowanie innowacyjnego systemu zdalnego monitoringu ciśnienia w ogumieniu dla floty pojazdów w transporcie ponadnormatywnym. Natomiast aspekt utylitarny to implementacja i weryfikacja opracowanego systemu na danych rzeczywistych.

Tym samym uważam, że podjęty przez mgr inż. Iwonę Krzyżewską problem badawczy w rozprawie jest jak najbardziej uzasadniony, a samo sformułowanie tematu rozprawy za właściwe.

3. KRYTERIA OCENY ROZPRAWY

Mając na uwadze wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami), przy ocenie rozprawy doktorskiej mgr

inż. Iwony Krzyżewskiej przyjęłam następujące kryteria: znaczenie i oryginalność podjętej tematyki, stopień rozeznania Doktorantki w badanej tematyce, poprawność sformułowania celów i hipotez badawczych, zasadność zastosowania metodyki badań, spójność struktury rozprawy oraz jej stronę warsztatową.

4. ANALIZA ZAKRESU, CELU I TREŚCI ROZPRAWY

Na podstawie analizy rozprawy doktorskiej mgr inż. Iwony Krzyżewskiej uważam, że postawiony przez Autorkę rozprawy problem badawczy ma charakter dysertabilny i w pełni nawiązuje do współczesnych osiągnięć oraz potrzeb nauki i praktyki gospodarczej w obszarze nowoczesnych systemów monitoringu wybranych parametrów eksploatacyjnych pojazdu w celu podejmowania szybszych decyzji dotyczących m.in.: wyrównania ciśnienia w ogumieniu, wymiany opony w procesie użytkowania pojazdu ciężarowego, nacięcie bieżnika oraz kontrolowania podjętej decyzji.

Ogółem rozprawa zawiera 11 rozdziałów, przy czym treść kolejnych rozdziałów powiązana jest z tytułem rozprawy oraz odpowiada przedstawionemu, w Rozdziale 4, celowi rozprawy, który Autorka zapisała jako cyt. „(...) *zaprojektowanie, walidowanie i zweryfikowanie a następnie wdrożenie innowacyjnego systemu zdalnego monitoringu ciśnienia w ogumieniu dla floty pojazdów w transporcie ponadnormatywnym*”, a także postawionej, w Rozdziale 7, tezie badawczej, która brzmi cyt. „*Instalacja zdalnego systemu monitoringu parametrów eksploatacyjnych w oponach wpływając na szybsze podejmowanie decyzji dotyczących działań korygujących proces eksploatacji opon przyczyni się pośrednio do podniesienia bezpieczeństwa biernego pojazdów samochodów ciężarowych. Natychmiastowe podejmowanie korekcji parametrów przełoży się na mniejsze zużycie paliwa oraz ograniczenie odpadów w postaci przedwcześnie zużytych opon, a także mniejsze zużycie bieżnika zapewniając dłuższą bezpieczną eksploatację ogumienia*”

Rozdział 1, Wprowadzenie (4 str.) stanowi wstęp do problemu badawczego rozprawy. Przy pomocy krótkiej analizy literatury Autorka pracy przybliżyła wagę podejmowanego problemu jakim jest wpływ wartości ciśnienia oraz temperatury w oponach na różne aspekty techniczne pojazdów. Doktorantka opisała również, w jakim celu podjęła się tematu opisanego w rozprawie.

Rozdział 2 (36 str.) zatytułowany „Stan zagadnienia” obejmuje swym zakresem definicje oraz wyjaśnienia dotyczące budowy opony. Doktorantka opisuje główne elementy oraz wzory rzeźby bieżnika, który uważa za najważniejszy element opony. Mgr inż. Iwona Krzyżewska omawia trwałość eksploatacyjną opon, na podstawie analizy literatury wymienia, jakie czynniki wpływają na opór toczenia, a także opisuje jakie skutki można zaobserwować przy zmianie ciśnienia w oponach. Najobszerniejszą część tego rozdziału (16 stron) stanowi analiza porównawcza czujników i systemów pomiaru ciśnienia w ogumieniu dostępnych na rynku, na podstawie której stwierdza, że, cyt. *„obecne na rynku systemy posiadają ograniczenia, które nie pozwalają na: równoczesny: pomiar ciśnienia i temperatury w oponach, monitorowanie w czasie rzeczywistym parametrów, kontrolowanie decyzji podejmowanych przez kierowcę, ciągłego transferu danych oraz możliwości współpracy z arkuszami kalkulacyjnymi. Opracowanie takiego systemu po stosunkowo niskich kosztach w porównaniu z systemami typu IVTM wydaje się być perspektywiczne dla wspomagania zarządzania procedurami eksploatacji floty pojazdów małych i średnich przedsiębiorstw europejskich”*. Doktorantka opisuje również zalety korzystania z systemów monitoringu w zarządzaniu flotą samochodową oraz definiuje, czym jest transport ponadgabarytowy, ładunek ponadnormatywny oraz opisuje metody i techniki mocowania takich ładunków podczas transportu.

Rozdział 3 (2,5 str.) obejmuje podsumowanie zasadniczo przeglądu literatury. Mgr inż. Iwona Krzyżewska na podstawie analizy literatury wyciąga cztery główne wnioski, tj.:

1. ciśnienie ma istotny wpływ na bezpieczeństwo pojazdów,
2. na ciśnienie w ogumieniu pojazdów mają wpływ czynniki zewnętrzne takie jak: temperatura powietrza czy siła nacisku na oś, w której pracuje opona,
3. w pracach badawczych odnotowano, że wraz ze wzrostem temperatury wzrasta ciśnienie w ogumieniu (związane jest to z rozszerzalnością termiczną gazów),
4. zwiększenie masy (ładunku) powoduje wzrost siły nacisku na oponę, a tym samym determinuje ciśnienie w ogumieniu.

Rozdział 4 (zaledwie 1 str. tekstu), poświęcony jest, jak wcześniej wspomniałam, identyfikacji celu rozprawy (wcześniej cytowany) oraz prezentacji planu działań, jaki Autorka rozprawy przyjęła dla jego osiągnięcia. Należy stwierdzić, iż sformułowanie celu jest poprawne i ujmuje przedmiot badań.

W **Rozdziale 5** (2 str.) zatytułowanym „Założenia”, Autorka rozprawy definiuje 3 problemy badawcze, tj.:

1. Jakie cechy systemu zdalnego monitorowania ciśnienia ogumieniu umożliwiają pozyskanie danych dla poprawy efektywności floty pojazdów?
2. Czy opracowany system wpływa na proces decyzyjny w zakresie korekcji parametrów eksploatacyjnych ciśnienia w ogumieniu ?
3. Czy stosowanie natychmiastowej korekcji determinuje istotnie zużycie bieżnika w ogumieniu i ilość zużywanego paliwa w procesie eksploatacji pojazdów samochodów ciężarowych?

Doktorantka postawiła także 2 hipotezy badawcze, tj.:

- 1) Pomiar ciśnienia w ogumieniu z dokładnością co najmniej 0,01 MPa pozwala zainicjować procedury poprawy trakcji pojazdów.
- 2) Pomiar ciśnienia w ogumieniu z częstością dostosowaną do przebiegu jazdy umożliwia redukcję strumienia danych dla zarządzania procedurami eksploatacji pojazdów.

Autorka rozprawy na podstawie przeprowadzonej analizy literaturowej a także dostępnych systemów monitoringu przyjęła szereg założeń, niezbędnych do spełnienia przy opracowywaniu systemu pomiaru ciśnienia w ogumieniu.

Z naukowego punktu widzenia najbardziej wartościową częścią pracy, moim zdaniem, są rozdziały od 6÷10, w których Autorka rozprawy proponuje konkretne rozwiązania.

W **Rozdziale** 6 (14 str.) zatytułowanym „Badania wstępne”, mgr inż. Iwona Krzyżewska przedstawia zaprojektowany system monitoringu ciśnienia i temperatury w ogumieniu. W rozdziale tym opisano precyzyjnie budowę i działanie systemu. Doktorantka przedstawiła również sposób instalacji systemu oraz zaprezentowała jego działanie pod kątem procesu decyzyjnego. Badania wstępne pozwoliły na wstępną weryfikację i walidację systemu przy pomocy monitoringu parametrów eksploatacyjnych w oponach. Mgr inż. Iwona Krzyżewska dokonała jego weryfikacji w oparciu o listę kontrolną, natomiast walidacji przy pomocy pomiaru ciśnienia w monitorowanych oponach pojazdów samochodowych, zarówno poprzez system monitoringu jak i za pomocą ręcznego manometru.

Rozdział 7 (2 str. tekstu) poświęcony został, jak wcześniej wspomniałam, identyfikacji tezy badawczej. Doktorantka opisała przeprowadzone badania zasadnicze, niezbędne dla uzasadnienia postawionej tezy, a dotyczące:

- pomiaru zdalnego temperatury w ogumieniu wszystkich monitorowanych pojazdów,
- pomiaru zdalnego ciśnienia w ogumieniu wszystkich monitorowanych pojazdów,

- pomiaru stacjonarnego ciśnienia w ogumieniu pojazdów bez zainstalowanego systemu,
- pomiaru stacjonarnego wysokości bieżnika w ogumieniu wszystkich pojazdów,
- wpływu ciśnienia w ogumieniu na zużycie paliwa w pojazdach z zainstalowanym systemem monitoringu,
- testów istotności różnic wysokości bieżnika w oponach pojazdów z zainstalowanym systemem oraz pojazdów bez systemu monitoringu.

W **Rozdziale** 8 (2,5 str.) zatytułowanym „Badania zasadnicze” opisano naczepy, stosowane w przedsiębiorstwie będącym obiektem badań a także przedstawiono zestawy, które zostały wybrane z dostępnej floty samochodowej.

Rozdział 9 (5 str.) zatytułowany „Metodyka badań” zawiera opis wykonanych badań obejmujących pomiary zdalne (wykonywane przez system monitoringu) oraz pomiary stacjonarne (wykonywane po zjeździe pojazdów na bazę). Pomiary stacjonarne obejmowały ciśnienie w ogumieniu pojazdów bez zainstalowanego systemu oraz wysokości bieżnika w ogumieniu wszystkich pojazdów, natomiast pomiary zdalne obejmowały temperaturę w ogumieniu wszystkich monitorowanych pojazdów, ciśnienie w ogumieniu wszystkich monitorowanych pojazdów oraz dodatkowo całkowite zużycie paliwa i średnie zużycie paliwa.

Rozdział 10 (40 str.) zatytułowany „Wyniki badań i ich analiza” obejmuje analizę wyników dla mierzonych parametrów. Doktorantka dokonała analizy uzyskanych wyników dla mierzonego ciśnienia w oponach w pojazdach bez zainstalowanego systemu monitoringu. Następnie Autorka rozprawy dokonała badania wpływu temperatury na ciśnienie w ogumieniu w pojazdach z zainstalowanym systemem monitoringu. Mgr inż. Iwona Krzyżewska analizowała wyniki pomiarów zużycia ściernego bieżnika ogumienia dla pojazdów bez zainstalowanego systemu monitoringu oraz pojazdów z zainstalowanym systemem monitoringu parametrów eksploatacyjnych w ogumieniu. Przeprowadziła również testy istotności różnic wysokości bieżnika w oponach pojazdów z zainstalowanym systemem oraz pojazdów bez systemu monitoringu, badania wpływu ciśnienia na zużycie paliwa a także badanie wpływu innych czynników, jak użycie hamulca, tempomatu, czynniki SDS czy masę zestawu na zużycie paliwa. W ostatniej części rozdziału Doktorantka przedstawiła model regresji wielorakiej opisujący zależność zużycia paliwa od pozostałych zmiennych charakteryzujących sposób eksploatacji pojazdu.

Rozdział 11 stanowi podsumowanie rozprawy oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych rozważań. Brak jest jednak przedstawienia kierunków dalszych badań.

5. OCENA ROZPRAWY

Ogółem rozprawa zawiera 11 rozdziałów, przy czym zasadnicza treść rozprawy zawarta jest w rozdziałach 4+10. Wprowadzenie do rozprawy, zanumerowane jako rozdział 1, zawiera przesłanki podjęcia tematyki badań, natomiast ostatni rozdział, zanumerowany jako 11, jest podsumowaniem dysertacji, które zawiera ogólne wnioski z przeprowadzonych w pracy badań. Pracę kończy Spis Literatury, Spis: rysunków (56) i tabel (26) oraz Streszczenie w języku angielskim.

Analiza układu pracy z punktu widzenia proporcji między wielkością (obszernością) poszczególnych rozdziałów, wskazuje na znaczne dysproporcje, występują rozdziały obejmujące 1 str. oraz rozdziały o objętości nawet do 40 stron. Na przykład łącząc rozdziały 4, 5 i 7 oraz rozdziały 6 i 8 układ rozprawy byłby bardziej przejrzysty a zawartość treści nie straciłby na wartości. Mimo tej uwagi uważam, że kolejność poszczególnych rozdziałów należy uznać za nie budzącą większych zastrzeżeń. Nie budzi zastrzeżeń również struktura poszczególnych rozdziałów. Dostrzegalna jest w nich logika badań oraz logika wkładu osiągniętych efektów badań. Generalnie oceniając, z metodologicznego punktu widzenia, rozważania podjętej przeprowadzone w dysertacji należy ocenić pozytywnie.

Ponadto pozytywnie należy ocenić pisarskie ujęcie wyników badań. Praca napisana jest ogólnie dobrym językiem. Należy uznać, że Autorka wykazała, że nie tylko potrafi zebrać materiał, uporządkować go, ale również zaprezentować w formie pożądanej dla prac naukowych. Za wystarczający należy uznać zbiór ilustracji rozważań w postaci rysunków i tabel - pozwalający zarówno na pełniejszy opis podejmowanych kwestii, jak i na zrozumienie opisywanego problemu.

Zastrzeżenie może budzić stosowanie przez Autorkę rozprawy tzw. tekstów wiszących stanowiących wprowadzenie do danego rozdziału. Na ogół, w tego typu pracach, część wprowadzająca do rozdziału też jest numerowana, np. Uwagi ogólne, Założenia ogólne itp..

Pomimo zgłoszenia mojej sugestii, co do usprawnienia układu pracy uważam, że ogólny układ pracy jest właściwy, treść rozdziałów zgodna z nadanymi im tytułami, a kolejne rozdziały stanowią logiczne rozwinięcie głównego wątku dysertacji.

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozprawy uważam, iż mgr inż. Iwona Krzyżewska porusza się swobodnie w badanej tematyce, wykazuje umiejętność samodzielnego zdefiniowania problemu naukowego i prowadzenia badań, interpretacji i uzasadnienia wyników oraz weryfikowania hipotez na podstawie przyjętych założeń. Zaprezentowane w części empirycznej rozprawy rozważania potwierdziły wysoką dojrzałość naukową Doktorantki.

Za główne osiągnięcie Pani mgr inż. Iwony Krzyżewskiej uważam:

- 1) Przeprowadzenie szczegółowej analizy szerokiego spektrum literatury w zakresie dostępnych systemów monitoringu ciśnienia i temperatury w ogumieniu, wykazując ich wady i zalety.
- 2) Wykonanie badań zasadniczych obejmujących liczne pomiary w ogumieniu wszystkich monitorowanych pojazdów, testów istotności różnic wysokości bieżnika w oponach pojazdów z zainstalowanym systemem oraz pojazdów bez systemu monitoringu.
- 3) Opracowanie i wdrożenie systemu zdalnego monitoringu ciśnienia w ogumieniu dla floty pojazdów w transporcie ponadnormatywnym.

Problemy, do których prosiłabym o ustosunkowanie się Pani mgr inż. Iwony Krzyżewskiej podczas publicznej obrony, są następujące:

1. Na podstawie przeprowadzonych badań i sformułowanych na ich podstawie wniosków proszę o odpowiedź, w którym kierunku powinna rozwijać się zaproponowana przez Panią metoda a dokładniej zaproponowany przez Panią system?
2. Pani zdaniem czy parametry, które Pani zaproponowała do monitoringu są wystarczające. Jeśli nie to co warto rozwijać w dalszych badaniach?
3. W jakich obszarach badania eksploatacji pojazdów widzi Pani zastosowanie zaproponowanego przez Panią podejścia?

Autorka rozprawy, podejmując złożoną problematykę wykorzystania nowych technologii monitoringu, wspierających proces decyzyjny, dotyczący szybkiej korekty wybranych parametrów eksploatacyjnych przez kierowców rozwiązuje ją w sposób świadczący o dobrej znajomości tematu. Dostrzec można, że Autorka ma własne zdanie w odniesieniu do podejmowanych problemów.

Podsumowując ocenę dysertacji Pani mgr inż. Iwony Krzyżewskiej, stwierdzam, że konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także

forma przeprowadzonej analizy i przyjęta metodyka badań są co najmniej dobre i właściwe dla tego rodzaju prac. Doktorantka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie *Transport*.

6. UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Pomimo wszystkich zalet i dobrej oceny rozprawy pod względem zawartości merytorycznej, dysertacja ma pewne niedostatki. Nie umniejszają one jednak wartości merytorycznej pracy, a utrudniają jedynie zrozumienie jej fragmentów. Niektóre z nich przytaczam poniżej.

1. Teksty wiszące w wielu rozdziałach – nie jest jasne czy stanowią one wstęp do danego rozdziału bądź podrozdziału;
2. Brak streszczenia w języku polskim;
3. Rysunki oraz tabele powinny być numerowane odpowiednio do rozdziału, w którym są zamieszczone, ułatwiłoby to ich odnalezienie;
4. Błędy edytorskie – pojedyncze litery na końcu wierszy (np. na str. 14, 39, 45, 80), puste miejsca (np. na str. 9, 21, 36, 47, 53, 58, 73), brak interpunkcji (np. na str. 8, 17, 22, 51) oraz błędy literowe np. dziesięciu (str. 27), podjęte (str. 27), zwiększenie (str. 27)

7. WNIOSEK KOŃCOWY OCENY ROZPRAWY


Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa, mimo przedstawionych powyżej uwag krytycznych, które nie podważają zasadniczego dorobku Doktorantki, została wykonana na dobrym poziomie merytorycznym. Wyznaczony przez mgr inż. Iwonę Krzyżewską cel rozprawy został osiągnięty.

Dokonując oceny całości rozprawy wyrażam opinię, iż stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wskazując na odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej jej Autorki w reprezentowanej dyscyplinie nauki, dobrą znajomość przedmiotu badań, zdolność do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Reasumując, stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Iwony Krzyżewskiej pt. „Innowacyjny system monitoringu jako narzędzie do określania ciśnienia ogumienia i jego wpływ na wybrane parametry eksploatacyjne we flocie pojazdów ciężarowych”, spełnia warunki przewidziane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych

i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. Nr 65, poz. 595 (z późniejszymi zmianami).

Stawiam więc wniosek o przyjęcie opracowania przedstawionego do recenzji – jako rozprawy doktorskiej mgr inż. Iwony Krzyżewskiej na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Transport* i dopuszczenie jej do publicznej obrony.



dr hab. inż. Ilona Jacyna-Gołda