

Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. Łukasza Draguna p.t.: „Analiza możliwości zwiększenia produktywności w przedsiębiorstwie o produkcji ciągłej poprzez zmniejszenie przestojów remontowych” opracowana na zlecenie Dziekana Wydziału Zarządzania i Modelowania Komputerowego dra hab. inż. Artura Bartosika prof. PŚk z dnia 18 września 2017 roku.

1. Zakres rozprawy

W wysoko rozwiniętych cywilizacjach procesy przemysłowe obejmujące działania czysto technologiczne, logistyczne, dystrybucyjne, jak również zarządcze ukierunkowane są w głównej mierze na zwiększanie produktywności przedsiębiorstwa. Produktywność, najprościej definiowana jako stosunek uzyskanych efektów do wielkości nakładów poniesionych na ich uzyskanie, może być zwiększana poprzez działania w różnych obszarach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Pośród nich wyróżnić można dwa główne kierunki: zwiększanie ilości sprzedawanych dóbr uzyskanych w procesie wytwórczym lub obniżanie nakładów ponoszonych na wytwarzanie tychże dóbr. Zarówno jeden, jak i drugi kierunek obejmuje szereg różnych działań prowadzących do końcowego efektu. Czynniki, które wpływają na produktywność można podzielić na dwie grupy: zewnętrzne, których przedsiębiorstwo nie może kontrolować oraz wewnętrzne, które podlegają lub powinny podlegać weryfikacji i kontroli wewnątrz przedsiębiorstwa. Do czynników tych można zaliczyć działania związane z: zarządzaniem wpływające na cele organizacji, gospodarowaniem zasobami ludzkimi, gospodarowaniem środkami pracy, materiałami i energią, czy też związane bezpośrednio z procesem produkcyjnym.

Szczególnie w warunkach przedsiębiorstw pracujących w ruchu ciągłym problem awaryjności maszyn i urządzeń może w istotny sposób zaburzać cykl produkcyjny i prowadzić do obniżenia produktywności przedsiębiorstwa. Autor rozprawy doktorskiej podjął się trudnego tematu, obejmującego analizę możliwości poprawy efektywności wykorzystania wybranych maszyn: młynów węglowych pierścieniowo-kulowych typu EM 70 oraz wentylatorów świeżego powietrza WPW, funkcjonujących w pracującej w ruchu ciągłym elektrowni ciepłej ENEA Wytwarzanie Sp. z o.o. Segment Ciepło, Oddział Białystok. Poprawa efektywności wykorzystania tych maszyn w założeniu Autora powinna przynieść wzrost produktywności całego procesu produkcyjnego oraz zmniejszenie ilości przestojów remontowych. Do realizacji zadania Autor wybrał znane i powszechnie stosowane metody badawcze:

- ankietowanie ekspertów działu utrzymania ruchu w celu identyfikacji etapów produkcji potencjalnie powodujących najczęstsze przestoje awaryjno-remontowe, a następnie analizy poziomu wskaźnika ryzyka dla zdefiniowanych w ankiecie awarii lub wad badanych urządzeń;

- metodę FMEA do określenia przyczyn, skutków oraz potencjalnych działań zapobiegawczych wadom lub awariom badanych urządzeń;
- identyfikację przypadków krytycznych uszkodzeń elementów badanych maszyn, powodujących konieczność remontów i wprowadzających nieprzewidziane przestoje w eksploatacji maszyn;
- matematyczne modelowanie rozruchu młyna węglowego pierścieniowo-kulowego z uwzględnieniem etapowego zadawania obciążenia;
- analizę wskaźnika całkowitej efektywności wykorzystania młynów węglowych pierścieniowo-kulowych typu EM 70 w procesie produkcji energii cieplnej i elektrycznej w okresie zwiększonego zapotrzebowania energetycznego.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska wydana została w formie książki i zawiera 219 stron łącznie ze spisem literatury, a ponadto 48 stron zawierających 3 załączniki. W zasadniczej części pracy zamieszczono 60 rysunków, 29 tablic oraz przywołano cytowania 172 źródeł (w tym 15 stron internetowych), pochodzących z lat: 1951-2017, przy czym około 20% spośród cytowanych pozycji powstało w przeciągu ostatnich 5-ciu lat. Pośród materiałów źródłowych znajduje się 6 pozycji współautorskich i jedna autorska Doktoranta. Pomijając spis treści pracę podzielono na 5 numerowanych rozdziałów uzupełnionych wstępem, definicją tezy i celu pracy oraz podsumowaniem z wnioskami. W rozdziale pierwszym Autor przedstawił ogólne, literaturowe wprowadzenie do tematyki gospodarki remontowej w przedsiębiorstwach, a w kolejnych rozdziałach analizy teoretyczno-doświadczalne: aspektów utrzymania ruchu, procesów remontowych, sytuacji krytycznych awarii oraz modelowania numerycznego warunków pracy i wreszcie wskaźnika efektywności wykorzystania dla wybranych urządzeń przedsiębiorstwa produkującego energię elektryczną i ciepłą.

Podjęta tematyka pracy, aspekt naukowy oraz użyteczność dokonanych analiz pozwalają stwierdzić, że rozważana problematyka nadaje się do opracowania w formie rozprawy doktorskiej w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria produkcji.

2. Ocena rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Łukasza Draguna nie została napisana w układzie typowym dla takich prac, który składa się z wprowadzenia literaturowego do przedmiotu lub opisu badań wstępnych, postawionej i wynikającej z przeglądu lub badań wstępnych tezy bądź hipotezy pracy, opisanego celu, metodyki badawczej, wyników badań własnych i ich analizy, aż wreszcie podsumowania pracy i wniosków z niej wypływających. Autor rozpoczyna pracę wstępem, w którym udowadnia, że prowadzone przez niego badania i analizy położone są w odpowiednich obszarach naukowych dyscypliny inżynieria produkcji, co według mnie za założenia jest błędnym podejściem do opracowania pracy doktorskiej. We wstępie dokonuje streszczenia kolejnych rozdziałów pracy, a na jego zakończenie przedstawia tezę i cel pracy. Postawiona teza pracy jest w mojej ocenie dość trywialna, gdyż nie wymaga potwierdzenia badaniami naukowymi twierdzenie, że pośród przyczyn nieprzewidzianych przestojów remontowych znajduje się brak analizy przyczyn i skutków awarii maszyn i urządzeń.

Zdefiniowany dalej cel pracy, którym jest „...poprawa efektywności wykorzystania wybranych maszyn i urządzeń eksploatowanych w zawodowych elektrowniach ciepłych...” jest celem użytecznym, natomiast Autor nie zdefiniował wprost w pracy celu naukowego, co w rozprawie doktorskiej zdecydowanie powinien uczynić.

Rozdział pierwszy pracy obejmujący 43 strony tekstu zawiera definicje pojęć oraz podstawowych procesów dotyczących problematyki gospodarki remontowej z uwzględnieniem elektrowni ciepłych. Ma on charakter podręcznikowy i pomimo tego, że

bezsprzecznie dotyczy tematyki poruszanej w pracy, to jednak nie łączy się z kolejnym rozdziałem, ani z następnymi na zasadzie przyczynowo-skutkowej.

Rozdział drugi pracy poświęcono wykorzystaniu metody FMEA w procesie utrzymania ruchu wybranych maszyn eksploatowanych w elektrowni ciepłej. Rozdział ten uważam za interesujący i logicznie opracowany. Autor rozpoczął analizę od opracowania diagramu Ishikawy dla zestawienia czynników wpływających na potencjalne przerwy w ciągłości pracy maszynowych obiektów technicznych, podzielone na cztery grupy: człowiek, maszyna, zarządzanie i projekt – stanowiące odpowiednie składowe diagramu. Wykorzystując wiedzę ekspertów zatrudnionych w przedsiębiorstwie, za pomocą przeprowadzonej pośród nich ankiety zdefiniował miejsca procesu technologicznego najbardziej podatne na awarie oraz najważniejsze przyczyny występowania awarii maszyn i urządzeń. W oparciu o wiedzę historyczną dotyczącą występujących awarii maszyn lub ich części dokonał zestawienia potencjalnych przyczyn, skutków oraz środków zapobiegawczych dla awarii młyna węglowego pierścieniowo-kulowego typu EM 70 oraz wentylatora powietrza świeżego WPW. Dobór odpowiednich wartości współczynników opisujący: znaczenie awarii, prawdopodobieństwo wystąpienia oraz możliwość jej ujawnienia, umożliwił autorowi określenie potencjalnych przyczyn awarii o najwyższej liczbie priorytetu ryzyka (LPR). Autor arbitralnie przyjął, że wartością graniczną liczby LPR dla wad zdefiniowanych w przypadku młyna EM 70 jest liczba 100 jednostek i wady, które uzyskały w analizie wartość LPR powyżej 100 uznał za najbardziej istotne z punktu widzenia eksploatacji młyna. Podobnie postąpił w przypadku analizy wentylatora WPW, gdzie za graniczną wartość LPR przyjął 140 jednostek.

Pojawia się tu pytanie na jakiej podstawie Autor uznał wskazane liczby za wartości graniczne. Sporządzone w obu przypadkach wykresy Pareto nie wskazują na to, żeby wady o wskazanych wartościach LPR stanowiły np. 80% skumulowanej wartości Liczby Priorytetu Ryzyka?

Rozdział trzeci pracy Doktorant poświęcił zagadnieniom procesów remontowych młynów węglowych typu EM 70 oraz wentylatorów świeżego powietrza eksploatowanych w elektrowniach ciepłych. Podobnie jak w przypadku rozdziału pierwszego w mojej ocenie rozdział ten przedstawia w większości wiedzę podręcznikową i nie stanowi opracowania naukowego. Czytelnikowi trudno zorientować się jaki cel przyświecał Doktorantowi przy zamieszczeniu tego rozdziału w pracy i jaki ma on wpływ na osiągnięcie założonego celu pracy.

W rozdziale 4 Autor przedstawił uzupełnione analizą literaturową wyniki badań własnych dotyczących diagnozowania stanu urządzeń stosowanych w elektrowniach ciepłych, dla których w rozdziale 2 pracy przedstawił wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia awarii.

W podrozdziale 4.1 dokonał analizy sytuacji awaryjnej polegającej na poprzecznym pęknięciu wału młyna węglowego. Podrozdział ten napisany został w sposób chaotyczny i czytając go trudno się jednoznacznie zorientować, którą awarię z dwóch wymienionych w drugim akapicie od dołu na stronie 137 analizuje autor. Na stronie 140 od góry pisze, że analizie zostały poddane powierzchnie pęknięcia wału, które przedstawia na rysunku 25, a jednocześnie pod rysunkiem rozpoczyna akapit dotyczący pomiaru drgań urządzenia przy pomocy wibrometru. Nie tłumaczy kiedy badania były przeprowadzone, a ich rezultaty konkluduje tylko stwierdzeniem, że jeden z uzyskanych wyników klasyfikuje obiekt badań w grupie D – stan niedopuszczalny. Po tym stwierdzeniu przechodzi z powrotem do analizy przełomów pokazanych na rys. 25. Prosiłbym o wyjaśnienie tego wtrącenia i wykazanie wzajemnych powiązań.

Interesującym jest podrozdział 4.2, w którym Doktorant po około 6 stronnicowym wprowadzeniu o charakterze przeglądu literaturowego przedstawił numeryczne modelowanie dynamicznych zjawisk towarzyszących rozruchowi młyna węglowego EM 70 w warunkach

pełnego obciążenia oraz obciążenia zadawanego w sposób narastający. Model uwzględniał oprócz części mechanicznej również analizę zjawisk elektromagnetycznych występujących w silniku asynchronicznym. W podrozdziale tym Autor wykazał, że stosowanie rozruchu młyna węglowego ze stopniowym zwiększaniem obciążenia w istotny sposób ogranicza maksymalne obciążenia jego wału, tym samym prowadząc do zwiększenia bezpieczeństwa bezawaryjnej pracy urządzenia.

W podrozdziale 4.3 Doktorant przedstawił wyniki analizy panewek łożysk ślizgowych wentylatorów powietrza świeżego i generatorów, które uległy awarii na skutek zużycia w trakcie eksploatacji. W tej części pracy Autor opisał metody badań panewki łożysk ślizgowych obejmujące: ocenę wizualną, badania penetracyjne, badania ultradźwiękowe oraz pomiary chropowatości. Wykazał, że istotnie przy braku obowiązujących norm dotyczących badania tego typu elementów istotnym jest stosowanie takiej samej metodyki badawczej przez producentów, użytkowników oraz firmy remontowe. Jest to warunkiem uzyskania porównywalnej oceny stanu technicznego urządzeń i jednocześnie prowadzi do racjonalnej gospodarki remontowej maszyn wirnikowych.

Dodatkowego wyjaśnienia przez Doktoranta wymaga fakt, że wyniki badań przedstawione w rozdziale 4 były wcześniej publikowane w artykułach współautorskich. Wskazaniem byłoby zatem określenie przez mgr inż. Łukasza Draguna, jaki był jego wkład w cytowane publikacje i czy przedstawione wyniki są jego oryginalnymi osiągnięciami.

W rozdziale piątym pracy Autor przedstawił metodykę wyliczania wskaźnika całkowitej efektywności wyposażenia na przykładzie wartości tego wskaźnika obliczanej w sezonie zimowym dla młyna węglowego EM 70. Dążenie do uzyskania jak najwyższej wartości tego wskaźnika oznacza wykorzystanie maksymalnego dostępnego czasu urządzenia do produkcji wyrobu o dobrej jakości. Analizując dane wykorzystane do wyznaczenia wartości współczynnika OEE nasuwa się pytanie: na jakiej podstawie przyjęto współczynnik jakości pyłu węglowego na poziomie 99% oraz jak się ma wartość parametru C w tabeli 29 na str. 199 do danych przedstawionych w 8 wierszu tabeli 23 na stronie 139?

Pracę zamyka obszerny rozdział zatytułowany „Podsumowanie i wnioski końcowe”, w którym Doktorant dokonał po raz kolejny krótkiego streszczenia poszczególnych rozdziałów pracy oraz zawarł ich podsumowania. Nie mam zastrzeżeń co do treści tego rozdziału, chciałbym jednak zapytać na jakiej podstawie Autor twierdzi, że dzięki badaniom naukowym przeprowadzonym w pracy możliwe będzie zwiększenie produktywności procesów produkcyjnych do 10% poprzez zwiększenie wskaźnika OEE maszyn i urządzeń eksploatowanych w elektrowni cieplnej?

Praca została uzupełniona załącznikami, które moim zdaniem powinny znaleźć się w tekście rozprawy i nie jest dla mnie zrozumiałe dlaczego część badań własnych Autora zamieszczono poza rozprawą. Jeżeli problemem była objętość rozprawy można było bez szkody dla jej wartości naukowej zrezygnować z części informacji podręcznikowych.

Pomimo wymienionych powyżej uwag, częściowo polemicznych, uważam pracę za napisaną na dostatecznym poziomie technicznym i naukowym. Uważam, że mgr inż. Łukasz Dragun podjął się rozwiązania zadania istotnego z punktu widzenia analizy produktywności przedsiębiorstwa o produkcji ciągłej, a prowadząc badania naukowe uzupełnił wiedzę w zakresie wykorzystania metody FMEA do analizy sytuacji szczególnie niebezpiecznych w zakresie eksploatacji badanych maszyn oraz opracował numeryczny model elektro-mechaniczny rozruchu młyna węglowego w warunkach narastającego obciążenia, co należy ocenić dobrze. Praca posiada również wymiar praktyczny i część opracowanych wyników powinna być wykorzystana przez przedsiębiorstwo.

3. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę aktualność tematyki rozprawy doktorskiej, mającą znaczenie poznawcze i użytkowe oraz umiejętności Autora, który:

- wykazał dobre opanowanie warsztatu naukowego i technicznego w zakresie analizy procesów utrzymania ruchu i wykorzystania w tym zakresie odpowiednich metod badawczych,
- sformułował i rozwiązał samodzielnie określony problem poznawczy oraz zastosował do jego rozwiązania właściwie dobrane doświadczalne metody badawcze,
- udowodnił, że odpowiednie dozowanie obciążenia technologicznego do młyna węglowego EM 70 wpływa pozytywnie na obciążenie jego wału, a tym samym na ograniczenie potencjalnych awarii urządzenia,
- w przedstawionej rozprawie doktorskiej wykazał ogólną wiedzę w dyscyplinie inżynieria produkcji,

stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska spełnia wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Łukasza Draguna do publicznej obrony tej rozprawy.

Marcin Knapiński

