

# RECENZJA

## pracy doktorskiej

### Pani mgr inż. Alicji Okuniewskiej

pt.

„Metodyka diagnozowania przyczyn powstawania wad wyrobów na podstawie zaawansowanego modelu opartego na dużych zbiorach danych ”  
przedstawionej w dyscyplinie „Inżynieria Mechaniczna”  
wykonanej pod opieką promotora Pana Profesora dra hab. inż. Marcina Perzyka  
w Politechnice Warszawskiej  
opracowana na zlecenie  
Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna  
Politechniki Warszawskiej  
(Uchwała nr 520/II-IM/2023 Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki  
Warszawskiej)

#### 1. Ocena ważności i celowości podjętej tematyki badawczej

Obecnie bardzo ważnym aspektem wprowadzania innowacyjnych zmian w przedsiębiorstwach jest transformacja cyfrowa procesów produkcyjnych. W tym kontekście istotnym elementem jest zastosowanie informatycznych narzędzi analitycznych. Narzędzia te pozwalają na kontrolę procesu produkcyjnego w celu uniknięcia wystąpienia wad w wytwarzanych wyrobach metalowych. Bardziej precyzyjna kontrola procesu wpływa na zmniejszenie ilości defektów oraz obniżenie kosztu wytwarzania. W procesie przemysłowym generowane są wielkie ilości danych. Należy także pamiętać, zwłaszcza w przypadku produkcji elementów metalowych (szczególnie w procesie odlewania), że na wyposażeniu zakładu w procesie produkcyjnym mogą być zastosowane maszyny z których nie ma możliwości bezpośredniego zapisu parametrów w trakcie procesu, co znacznie utrudnia jego kontrolę i analizę. Kontrola procesu produkcyjnego ma duże znaczenie także w kontekście uniknięcia występowania wad spowodowanych nieprawidłowym procesem produkcyjnym. Badania związane z analizą danych i opracowaniem rozwiązań umożliwiających uniknięcia wad prowadzone są w wielu ośrodkach naukowych w Polsce w tym również na Politechnice Warszawskiej. Dlatego bardzo ważne jest podjęcie przez Doktorantkę tematyki analizy danych rzeczywistych, pochodzących z procesu odlewania ciśnieniowego. Wybrany do analizy proces charakteryzuje się wysoką złożonością.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że podjęty przez Doktorantkę temat jest interesujący i ważny zarówno z naukowego jak i utylitarnego punktu widzenia. Realizacja pracy wniosła nową wiedzę i stworzyła podstawy do wdrożenia modeli opartych o sztuczną inteligencję, wcześniej używanych w innych zastosowaniach przemysłowych, w kontekście wytwarzania i identyfikacji przyczyn powstawania wad wyrobów pochodzących z procesu odlewania ciśnieniowego.

**Mogę także z przekonaniem stwierdzić, że opiniowana praca wpisuje się w dyscyplinę naukową Inżynieria Mechaniczna, w której została przedstawiona.**

## 2. Układ pracy i dobór źródeł literaturowych

Praca składa się z 6 numerowanych rozdziałów (plus spis ilustracji, spis tabel, literatura) i napisana jest na 273 numerowanych stronach (uwzględniając przegląd literatury). Układ pracy jest typowy dla rozpraw doktorskich, czyli zawiera wyraźny podział na wprowadzenie teoretyczne i przegląd literatury (rozdziały od drugi do czwarty), opis prac badawczych w rozdziale piątym oraz podsumowanie zawarte w rozdziale szóstym, które odnosi się do sformułowanych wcześniej celów oraz hipotezy rozprawy. Pracę kończy spis wykorzystanych źródeł literaturowych. W rozdziale 1, zatytułowanym jako Wstęp, ostatni podrozdział to „Powiązane publikacje i wystąpienia”, co należy uznać jako dobre rozwiązanie w kontekście prezentacji osoby Autorki rozprawy, gdyż świadczy o jej aktywności naukowej w trakcie realizacji tej pracy. Wprowadzenie teoretyczne wraz z przeglądem literatury zajmuje 39 stron i napisane jest ciekawie i spójnie. Początkowe podrozdziały odnoszą się do historii sztucznej inteligencji oraz historii modelowania z jej użyciem. W kolejnych rozdziałach przedstawiono sieci neuronowe, drzewa decyzyjne oraz maszynę wektorów wspierających (zwaną też maszyną wektorów nośnych). Zastosowano schemat prezentacji w którym najpierw opisywane są same metody oraz istotne informacje związane z ich zastosowaniem, a następnie w odniesieniu do literatury przykłady zastosowania tej metody w procesie wytwarzania. Uważam że, przegląd literatury zaprezentowany w pracy jest dobrze dobranym kompendium wiedzy w badanym obszarze, a podsumowanie odpowiednio wprowadza czytelnika do badawczej części pracy. Brakuje mi w nim jedynie krótkiego akapitu podsumowującego, odnoszącego się do pokrewnych badań prowadzonych w innych ośrodkach w Polsce w ostatnich latach, chociaż zaznaczam, że w treści przeglądu literatury, takie informacje w kilku miejscach się znalazły. Doktorantka wykorzystała 153 pozycje literatury, co w przypadku pracy doktorskiej jest liczbą znacznie powyżej średniej. Ocenie podlega głównie jakość, a nie liczba cytowanych źródeł. Przeprowadzając analizę źródeł należy wskazać, że w pracy wykorzystano zarówno pozycje z lat dość już odległych jak i z ostatnich pięciu lat (ponad 10% wszystkich źródeł) co świadczy o tym, że autorka zapoznała się aktualnym stanem wiedzy bardzo starannie. Mocną stroną doboru źródeł jest ich różnorodność, ponieważ Autorka cytuje zarówno

książki, artykuły naukowe, referaty konferencyjne oraz inne. Doktorantka cytuje również treści zawarte na stronach internetowych, co w tych czasach i przy podjętej tematyce pracy jest nieuniknione. Strony zostały dobrane bardzo starannie, pochodzą z wiarygodnych źródeł. Są to strony internetowe producentów oprogramowania powiązanego tematycznie z zakresem rozprawy jak również strony pracowników znaczących ośrodków akademickich zajmujących się tą tematyką. Spis literatury wykonany jest bardzo starannie, chociaż w kilku pozycjach można zauważyć drobne błędy edytorskie, jak przykładowo brak roku wydania w ostatniej pozycji literaturowej.

**Podsumowując ten aspekt oceny pracy stwierdzam, że dobór źródeł literaturowych oraz ich wykorzystanie dla opracowania przeglądu literatury, są na odpowiednim poziomie.**

### **3. Cel i hipoteza pracy**

Hipotezę badawczą oraz cel pracy doktorantka prezentuje na 15 stronie rozprawy doktorskiej w formie krótkiego podrozdziału. W sformułowaniu hipotezy badawczej zabrakło doprecyzowania rodzaju modelowania planowanego do użycia, zaznaczenia że jest to tzw. modelowanie miękkie. Hipoteza badawcza wynika wprost z analizy stanu wiedzy przeprowadzonego w temacie pracy, a propozycja zastosowania określonych metod modelowania została wcześniej przekonująco uargumentowana. Kwestia wyboru modeli została bardzo dobrze wskazana w poprawnie sformułowanym celu pracy, doprecyzowana poprzez 5 celów cząstkowych.

**Podsumowując stwierdzam, że zarówno hipoteza jak i zakres pracy sformułowane są właściwie. Lektura treści zawartej w części badawczej pracy pozwala stwierdzić, że jej zakres został w pełni wykonany. Cele zostały osiągnięte, a zaproponowana hipoteza wiarygodnie udowodniona.**

### **4. Ocena stosowanej metodologii, opisu badań własnych, dyskusji wyników oraz uwagi krytyczne o charakterze merytorycznym do dyskusji**

Opis wyników badań jest czytelny nawet dla laika, niebędącego specjalistą w tematyce zastosowania metod modelowania opartego na dużych zbiorach danych. Opis wyników badań został podzielony na podrozdziały. Pierwszy podrozdział dotyczy wstępnego przetwarzania danych mającego na celu poprawę jakości danych i przygotowanie ich do dalszych analiz. Etap ten związany jest z czyszczeniem i normalizacją danych. Uzyskane wyniki zostały przedstawione w 56 tabelach jak też na 57 wykresach obrazujących przebieg kolejnych zmiennych niezależnych

w odniesieniu do liczby obserwacji. Każdy z podrozdziałów prezentujących przebieg badań składa się z krótkiego wstępu, podrozdziału odnoszącego się do metodyki oraz wyników badań oraz podrozdziału zawierającego wnioski odnoszące się do omawianego modelu, którego wyniki działania zazwyczaj prezentowane są w postaci tabel lub wykresów. W ostatnim podrozdziale tej części pracy zaprezentowano badanie modelu w celu wielowymiarowej optymalizacji parametrów procesu z zastosowaniem modelu ocenionego w trakcie badań jako najlepszy. Na zakończenie zaprezentowano w osobnym rozdziale podsumowanie i wnioski ogólne.

W tym zakresie rozprawę oceniam pozytywnie i stwierdzam, że Doktorantka wykazała iż posiada wiedzę niezbędną do zastosowania posiadanego na dobrym poziomie warsztatu badawczego. Działanie to pozwoliło doktorantce na uzyskanie oryginalnych wyników.

W pracy można zauważyć nieliczne niejasności, które jednak nie obniżają bardzo dobrej oceny rozprawy, a lepiej pozwoliły by prześledzić proces. Najbardziej istotne przedstawiłam poniżej:

1. Strona 57, podrozdział 5.2.1.1 zamieszczono opis tabel. Jako jedną z kolumn w tabeli wskazano podział wartości zmiennych w którym zastosowano zakresy od 0.1 do 1. Nie wskazano jednak w treści z czego wynika podział na takie zakresy.
2. Strona 58, wskazano że „ Zaproponowane podejście pozwoli zoptymalizować zbiór danych...”, jednak w dalszej części brak jest opisu zastosowanej metody optymalizacji (zapisu matematycznego). W jakim kontekście tutaj (i jeszcze kilkakrotnie w rozprawie użyto słowa optymalizacja).
3. Wykresy zamieszczone w rozdziale 5.2.1.1. Na osi x wskazano liczbę obserwacji. Maksymalna ilość obserwacji to 10 000. Z czego wynika ta liczba, dlaczego nie jest większa?
4. Rysunek 5.2.1.6 przedstawia wykres przebiegu zmiennej niezależnej o nazwie „czas cyklu” ale nie dodano informacji jakiego cyklu.
5. Strona 109. „Na podstawie przeprowadzonej zastąpiono...”, tutaj brakuje części zdania .
6. Strona 111. Na jakiej podstawie wyznaczono teoretyczne wartości minimalne i maksymalne wskazanych zmiennych zależnych.
7. Strona 114. Wskazano w treści rozprawy iż druga cecha stanowi istotny problem badawczy. Jednak w dalszej części rozprawy nie znalazłam rozwinięcia tego zagadnienia. Proszę o wskazanie bardziej dokładnych przesłanek, dlaczego to jest problem badawczy i jak może zostać powiązany z zagadnieniami badawczymi prezentowanymi w tej rozprawie.
8. Strona 165. Wskazano, że wykonano analizę współczynników korelacji liniowej Pearsona oraz nieparametrycznej Spearmana, jednak brak jest podsumowania, wniosków z wykonanej analizy.

9. Strona 169. Wskazano, że kolejnym krokiem był wybór typów sieci, jednak nie wskazano co spowodowało że wybrano właśnie tą konkretną sieć.
10. W treści zamieszczonej na stronie 198 brakuje mi sformułowania ostatecznych wniosków.

**Wartość naukową rozprawy, mimo drobnych niejasności, które wskazałam lub zaznaczyłam w tekście pracy, oceniam jako bardzo dobrą.**

#### **5. Strona edycyjna pracy oraz poprawność językowa i stylistyczna**

Strona edycyjna pracy jest bardzo dobra. Poprawność językowa pracy jest także zadowalająca. W tekście pojawiły się drobne przeoczenia oraz literówki. Pracę czyta się bardzo dobrze, zwłaszcza część dotyczącą wniosków końcowych. Praca stanowi spójną całość. Napisana jest zrozumiałym językiem, bez istotnych błędów stylistycznych i gramatycznych. Nie znalazłam także istotnych błędów edytorskich czy tzw. literówek. Jakość i estetyka grafiki są wykonane na najwyższym poziomie. Drobne uwagi stylistyczne, literówki zaznaczyłam w tekście rozprawy.

#### **6. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Praca napisana jest bardzo dobrze w każdym z poddanych ocenie aspekcie. Doktorantka w rozdziale dotyczącym przeglądu literatury wykazała, że potrafi to zrobić bardzo dobrze i na podstawie wykonanej pracy sformułowała poprawne cele oraz hipotezę. Elementy te zostały udowodnione w bardzo dobrze, jak wykazano w treści rozprawy, zrealizowanym planie badawczym. Zaprezentowane w rozprawie treści wskazują na biegłość w stosowaniu różnorodnych technik badawczych oraz umiejętność analizy wyników i formułowania wniosków.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że praca doktorska Pani mgr inż. Alicji Okuniewskiej pt. „Metodyka diagnozowania przyczyn powstawania wad wyrobów na podstawie zaawansowanego modelowania opartego na dużych zbiorach danych” spełnia wymagania stawiane przez Rozporządzenie Ministra z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z dnia 30 stycznia 2018 r. poz. 261) oraz Ustawę z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw, wobec czego wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie Kandydatki do publicznej obrony.