

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Urszuli Kmiecik - Sołtysiak pt. „Analiza metody porównywania parami w szacowaniu podobieństwa zarysów okrągłości części maszyn”

Promotor: prof. dr hab. inż. Stanisław Adamczak, dr h.c.

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Krzysztof Stępień, prof. PŚK

### Podstawa recenzji

Pismo Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej dra hab. inż. Sławomira Błasiaka, profa. PŚK z dnia 14.07.2023r nr MAA-510/101/2023 sporządzone na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej podjętej na posiedzeniu w dniu 13 lipca 2023.

### Ogólna charakterystyka i ocena rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest pracą analityczną – doświadczalną z obszaru metrologii wielkości geometrycznych, obejmującej pomiary precyzyjnych elementów maszyn jakimi są elementy łożysk tocznych. Uwzględniając rosnące potrzeby technik pomiarowych, które dostosowane byłyby do narzuconych dokładności wymiarowo - kształtowych stawianym produkowanym wyrobom, przyjętą tematykę należy uznać za bardzo istotną, zwłaszcza z punktu widzenia elementów łożysk tocznych, dla których narzucone tolerancje nie przekraczają kilkunastu a niekiedy nawet kilku nanometrów.

Praca składa się z 6 rozdziałów zasadniczych oraz rozdziałów uzupełniających, takich jak: Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń, Wnioski, Podsumowanie, Literatura, Normy, Dokumenty JCGM, Strony internetowe, Spis rysunków, Spis tabel, Streszczenie i Summary czyli streszczenie w angielskiej wersji. Praca została zaprezentowana w formie manuskryptu na 151 stronach formatu B5, zawiera 71 rysunków i 26 tabel. Literatura cytowana w pracy obejmuje 90 pozycji zaczerpniętych ze źródeł krajowych i zagranicznych. Podana literatura jest zgodna z tematem pracy lub do niego nawiązuje. Wśród zamieszczonych pozycji literaturowych znajdują się trzy artykuły opublikowane w czasopiśmie *Mechanik*, w których doktorantka występuje jako współautorka (przy czym dwa z nich mają identyczny tytuł poz. [9] i poz. [47] ale inny skład autorów) oraz jeden artykuł autorski opublikowany w czasopiśmie *Pomiary Automatyka Kontrola*.

Rozdział pierwszy to wprowadzenie, w którym podkreślono istotną rolę metrologii wielkości geometrycznych w procesie wytwarzania wyrobów, i że jest ona nieodłącznym elementem postępu w zakresie dążenia do doskonalenia struktury geometrycznej powierzchni produkowanych elementów maszyn. Wskazano, że wśród produkowanych części liczną grupę stanowią elementy posiadające powierzchnie walcowe o przekrojach kołowych, których odchyłki kształtu w sposób bezpośredni wpływają na właściwości eksploatacyjne wyrobu. W rozdziale tym omówiono zagadnienia dotyczące struktury geometrycznej oraz tolerancji geometrycznych powierzchni. Scharakteryzowano w nim również funkcjonalne role odchyłek kształtu w połączeniach spoczynkowych i ruchowych w tym elementów składowych łożysk tocznych. W końcowej części rozdziału pierwszego podkreślono rolę metody porównania parami w hierarchizacji wielokryterialnej oceny wykonania wyrobu.

W rozdziale drugim, zaprezentowano aktualny stan wiedzy dotyczący pomiarów okrągłości oraz metod porównywania ich profili. Przedstawiono terminy i definicje związane z oceną profili okrągłości, stosowane parametry ich oceny, zasady filtrowania sygnału pomiarowego i zastosowania analizy harmonicznego przy opracowywaniu wyników pomiarów. W rozdziale tym scharakteryzowano również stosowane metody pomiarów odchyłek i profili kształtu z rozgraniczeniem na

bezodniesieniowe, odniesieniowe oraz realizowane przy zastosowaniu metod alternatywnych w tym współrzędnościowej technik pomiarowej, tomografii komputerowej, optycznych systemów wizyjnych, interferometrii laserowej oraz pneumatycznych przetworników powietrza. Końcowe podrozdziały rozdziału 2 zawierają przykładowe procedury pomiarów elementów łożysk tocznych oraz opis metod porównywania profili okrągłości. Rozdział ten zakończony jest *podsumowaniem*, w którym zawarto uzasadnienie pojęcia badań objętych tematyką pracy. Stąd też myślę, że bardziej właściwe i zgodne z zasadami pisania prac naukowych byłoby przyjęcie tytułu tego podrozdziału jako: *Uzasadnienie podjęcia tematu pracy*. Taki układ rozdziałów pozwala czytelnikowi na płynne przejście z wprowadzenia do zasadniczej części pracy. Jest to tym bardziej wskazane, że, w spisie treści występują dwukrotnie rozdziały zatytułowane: *Podsumowanie*. O ile na zakończenie pracy wskazane jest zamieszczenie podsumowania, to w części wprowadzającej raczej nie powinno mieć miejsca, chyba, że przyjętą formową pisania publikacji jest zamieszczanie podsumowania w każdym z prezentowanych rozdziałów. W mojej opinii również dokonywanie drobniejszych podziałów podrozdziałów nie ma sensu, zwłaszcza gdy, zawarte w nich treści są zbliżone tematycznie i ujęte w postaci krótkich sformułowań. Uwaga ta dotyczy treści zawartych w podrozdziałach: 2.1.1. *Terminy dotyczące profili okrągłości*, 2.1.2. *Terminy dotyczące okręgu odniesienia* oraz 2.1.3. *Terminy dotyczące parametrów*, które można było ująć w jednym podrozdziale 2.1. zatytułowanym: *Podstawowe terminy i definicje w ujęciu obowiązujących norm*. Rozdział ten zawiera bardzo istotne z punktu widzenia przyjętych obiektów badań jakimi są łożyska toczne, stosowane obecnie procedury dotyczące pomiarów ich elementów składowych. Forma prezentacji tych procedur jest jednak bardzo ogólna, mająca charakter karty pomiarowej, w której dodatkowo użyto wielokrotnie słowa „*pomiar*”. Z całą pewnością można było na początku przyjąć następujące sformułowanie: *Przykładowy zakres badań elementów tocznego jednorzędowego łożyska baryłkowego typu 29336, przedstawionego na rys 17, obejmuje pomiary:*, a następnie wymienić procedury pomiarowe w odniesieniu do poszczególnych elementów składowych łożyska bez powtarzania słowa pomiar. Myślę że, uzupełnienie pracy w tym zakresie byłoby wskazane, ciekawe i podkreślającej jej indywidualny charakter.

Rozdział trzeci zawiera cel pracy jakim jest: **przeprowadzenie analizy możliwości zastosowania metody porównywania parami do szacowania podobieństwa profili okrągłości części maszyn**. W kontekście przyjętego celu pracy sformułowana została teza pracy mówiąca: **Metoda porównywania parami, przy wskazaniu odpowiednich kategorii oceny oraz zastosowaniem funkcji interkorelacji, może zostać wykorzystana do szacowania podobieństwa zarysów okrągłości elementów tocznych łożysk i posłużyć ostatecznie do kompleksowej oceny profili okrągłości wybranych części maszyn**. Rozdział ten zawierać miał również cele szczegółowe, podstawowego celu pracy oraz sposób ich realizacji, które to zagadnienia wg. doktorantki zamieszczone zostały w podrozdziale 3.3. zatytułowanym: *Sposób realizacji pracy*. Czytając pracę zauważyć można jednak, że w podrozdziale 3.3 opisano w rzeczywistości poszczególne rozdziały manuskryptu powtórzone w jego streszczeniu końcowym.

Kolejne dwa rozdziały, czyli rozdziały czwarty i piąty tworzą zasadniczą część pracy.

W rozdziale czwartym przedstawiona została analiza obiektów badań pod kątem narzuconych dokładności wykonania geometrycznego, w oparciu, o którą dokonano wyboru przyrządu umożliwiającego realizację pomiarów parametrów przyjętych do oceny stanu geometrycznego elementów łożysk tocznych. Opisano procedury przygotowania przyrządu pomiarowego i przedmiotu mierzzonego, niezbędne dla umożliwienia uzyskania wiarygodnych i rzetelnych wyników pomiarów wielkości geometrycznych. Przedstawiono analizę potencjalnych źródeł błędów oraz oszacowano niepewność pomiarową odchyłki okrągłości mierzonej metodą bezodniesieniową za pomocą przyrządu z obrotowym wrzecionem firmy Talyrond 73. O ile przedstawione w tym rozdziale zagadnienia należy uznać za wartościowe i istotne z punktu widzenia realizowanych badań, to sposób ich prezentacji jest bardzo chaotyczny co utrudnia percepcję. Przyczyna tego stanu tkwi moim zdaniem w niezbyt trafnym doborze tytułów podrozdziałów oraz tworzeniu dodatkowych drobniejszych podrozdziałów na co wskazywałem już wcześniej omawiając rozdział drugi. Dla przykładu podrozdział 4.2 zatytułowany został jako: *Przygotowanie przyrządu pomiarowego do pomiarów*. Pomijając sformułowanie tego tytułu autorka pracy przedstawiła w nim, co zdecydowało o wyborze przyrządu pomiarowego Talyrond 73 do realizacji przyjętego zadania pomiarowego. Nie za bardzo trafne w mojej opinii jest również przyjęcie tytułu podrozdziału 4.3, jako: *Przeprowadzenie pomiarów*. Sugeruje on, że mogą tam być zamieszczone wyniki badań, podczas gdy w rzeczywistości

zawiera on opis kolejnych czynności przygotowawczych, takich jak: zapewnienie warunków środowiskowych, eliminacja źródeł drgań, przygotowanie powierzchni mierzonego przedmiotu, dobór geometrii końcówki pomiarowej, sprawdzenie siły nacisku pomiarowego, centrowanie przedmiotu mierzonego w stosunku do osi obrotu wrzeczona przyrządu, czy też dobór zakresu pomiarowego i liczby punktów pomiarowych na obrót. Czy nie lepsze byłoby przyjęcie dla tego podrozdziału tytułu: *Czynności przygotowawcze przed pomiarem*. Podobna uwaga dotyczy podrozdziału 4. 4 zatytułowanego: *Analiza linii obwodowej zaobserwowanej w celu wyznaczenia parametrów profilu okrągłości*, w którym podano jakimi przesłankami kierowano się przyjmując element odniesienia i sposób filtracji sygnału podczas opracowywania wyników pomiarów mierzonych odchyłek geometrycznych. Zgodnie z prezentowanymi treściami tytuł tego podrozdziału powinien w mojej opinii brzmieć np: *Dobór elementu odniesienia i sposobu filtracji mierzonego profilu*. Myślę też, że zrezygnowanie z drobniejszego tworzenia podrozdziałów i połączenie niektórych z nich przyczyniłoby się do poprawy prezentowanych treści jak i formy samej pracy.

Rozdział piąty należy uznać za najważniejszy z punktu widzenia przyjętych: celu i tezy pracy. Uwidacznia on jednocześnie autorski wkład i potencjał aplikacyjny doktorantki włożony w jej realizację. Zawiera wyniki eksperymentalnej weryfikacji zastosowania metody porównywania parami do szacowania podobieństwa profili. Weryfikacja ta poprzedzona została analizą i wytypowaniem parametrów decyzyjnych przyjętych do oceny porównawczej stanu geometrycznego baryłek łożysk tocznych oraz testami rozkładów prawdopodobieństw ich wyników. Przyjęto, że parametrami decyzyjnymi będą: odchyłka okrągłości  $RONt$ , (analizowana w zakresie  $2\div 15$  UPR), odchyłka falistości  $Wt$  (analizowana w zakresie  $15\div 50$  UPR), odchyłka falistości  $Wt$  (analizowana w zakresie  $15\div 500$  UPR), współczynniki nieregularności  $k_1, k_2, k_3$  oraz mikrofalistość  $Z_3$ . Zakresem weryfikacji objęto również: sprawdzenie korelacji pomiędzy przyjętymi parametrami, ustalenie ważności kryteriów, wzajemną ocenę podobieństwa zmierzonych profili z uwzględnieniem kluczowych parametrów oraz wzajemną ocenę porównawczą geometrycznego podobieństwa badanych profili okrągłości. Porównawczej oceny ilościowej i jakościowej geometrycznego podobieństwa profili dokonano z wykorzystaniem rachunku korelacyjnego. Przyjęta metodyka badań umożliwiła wyselekcjonowanie z badanej grupy, elementów o zbliżonych parametrach i profilach kształtu geometrycznego, a co za tym idzie doborze elementów tocznych sprzyjających zwiększeniu właściwości funkcjonalnych łożysk tocznych. Otrzymane wyniki badań posłużyły w dalszej kolejności do wyznaczenia eksperymentalnego względnego błędu metody wyznaczania współczynnika zgodności oraz dokładności metody wyznaczenia współczynnika zgodności pomiędzy porównywanymi profilami. W ostatnim z podrozdziałów rozdziału piątego przedstawiono wyniki zastosowania korelacyjnej oceny porównawczej zmierzonych profili elementów łożysk tocznych w odniesieniu do „profilu idealnego”, którym był przyjęty profil wzorca półkuli szklanej. Realizacja tego etapu badań umożliwiła dokonanie kolejnej selekcji mierzonych elementów pod kątem doboru elementów o najdoskonalszym kształcie profili zbliżonych do profilu wzorca. Podsumowując niniejszy rozdział, można jak już wspominałem wcześniej, przyjętą metodykę badań uznać za logiczną, poprawną a jej wyniki potwierdzające uzyskanie założonego celu pracy. Szkoda jednak, że brak jest chociażby krótkiego sformułowania tego typu, na zakończenie tak istotnego rozdziału. W poszczególnych podrozdziałach doktorantka dokonała co prawda krótkich podsumowań, natomiast brak jest całościowego podsumowania wyników badań, świadczących o uzyskaniu zakładanego celu pracy. Elementy takiego podsumowania można znaleźć natomiast w kolejnym, szóstym rozdziale.

Ostatni szósty rozdział to: *Wnioski*, który w rzeczywistości, jak wspominałem wcześniej zawiera elementy podsumowania poparte wnioskami, natomiast część podsumowania umieszczona została w krótkim opisie o tym tytule bez numeracji. W mojej opinii rozdział *Wnioski* i *Podsumowanie* powinny być połączone. Tym samym rozdział szósty mógłby mieć tytuł: *Podsumowanie i wnioski końcowe*, świadcząc o spójności prezentowanych treści.

### **Ocena układu treści i poziomu redakcyjnego**

Układ treści i przyjęty podział na rozdziały jest logiczny i poprawny. Zawiera wprowadzenie, literaturowy przegląd stanu wiedzy dotyczący pomiarów odchyłek i zarysów kształtu, sformułowanie celu i tezy pracy, przyjęty plan badań, część badawczą z omówieniem jej wyników oraz wnioski i podsumowanie.

Można mieć nieznaczne zastrzeżenia co do poziomu redakcyjnego, ale ogólnie praca napisana jest poprawnym językiem naukowym. Cechą charakterystyczną przedstawionej do recenzowania dysertacji jest podział podrozdziałów na kolejne podrozdziały oraz wprowadzanie do nich dodatkowo podtytułów bez numeracji. Rezygnacja z takiej formy pisania pracy i zastąpienie kilku drobniejszych podrozdziałów, dotyczących tej samej tematyki z całą pewnością przyczyniłaby się do polepszenia prezentowanych treści.

Zamieszczony na wstępie pracy wykaz skrótów i oznaczeń w niej użytych jest bardzo skromny, podczas gdy w rzeczywistości jest ich o wiele więcej. Dodatkowo niektórym oznaczeniom o tym samym zapisie przyporządkowane jest różne nazewnictwo. Sprawia to, że czytelnik sam musi wydedukować lub dopowiedzieć sobie co kryje się pod danym symbolem.

W pracy występują też słowa kilkakrotnie powtarzane w jednym zdaniu lub słowa i zdania oraz tytuły podrozdziałów wymagające dokonania korekty językowej. Tak na przykład:

- podrozdział 2.1.3 posiada tytuł: *Terminy dotyczące parametrów*. Powinien być uzupełniony o informację czego te parametry dotyczą;
- podrozdział 2.4.1. o tytule: *Metody pomiaru zmian promienia (bezodniesieniowe)*. W mojej opinii powinien brzmieć: *Metody oparte na pomiarach zmian promienia (bezodniesieniowe)*;
- wskazane byłoby również zmienić układ podrozdziałów 2.5.2. i 2.5.3. Wcześniej powinien być podrozdział o tytule: *Zastosowanie funkcji interkorelacji do porównywania profili okrągłości*, a w dalszej kolejności podrozdział o tytule: *Eksperymentalny błąd metody*;
- dla podrozdziału 3.3, bardziej trafne byłoby przyjęcie jego tytułu jako: *Plan pracy* lub ewentualnie: *Ramowy plan pracy*, zamiast przyjętego tytułu: *Sposób realizacji pracy*. Dotyczy to również wspomnianego wcześniej podrozdziału 2.6. *Podsumowanie*, dla którego bardziej trafne byłoby przyjęcie tytułu: *Uzasadnienie podjęcia tematu pracy*;
- na str. 12, ostatni werset na dole: występuje słowo *podniesieniowe* zamiast *odniesieniowe*;
- na str. 15, ostatnie zdanie jest następujące: *Odchyłki kształtu są analizowane za pomocą metod ogólnej metrologii długości i kąta [3, 81]*. Poprawnie powinno brzmieć: *Odchyłki kształtu są analizowane za pomocą tradycyjnych metod mających zastosowanie w metrologii długości i kąta, [3, 81]*;
- na str. 24, kilkakrotnie występuje określenie „*odniesieniem*” dla którego właściwa forma to „*element odniesienia*”;
- na str. 28, brak jest objaśnień do wzorów: (2.4), (2.5), (2.6) i (2.7);
- na str. 32 i 33, kilkakrotnie powtarzane jest:.... *metoda pomiaru zmian promienia...* Wypadałoby dodać słowa: *oparta na* i napisać: *metoda oparta na pomiarach zmian promienia*;
- na str. 46, 47 48 występują symbole  $X_{za}$ ,  $X_{za}$  oraz  $X_{zn}$ ,  $X_{zn}$  określane jako amplitudy harmonicznego profilu. W mojej opinii są to składowe amplitudy kolejnych harmonicznym;
- na str. 58, pierwszy i drugi werset od góry. występuje zdanie: „*Wymiary geometryczne pochodzą z pomiarów rzeczywistych.*” ?;
- na str. 61, zamieszczony jest tekst zaczynający się od słów *Wzorcowanie wzorców...*. Nie lepiej było napisać *Adjustację wzorców...* ;
- opisy dotyczące sposobów adjustacji zawarte w podrozdziale 4.2. powinny być zaprezentowane, przed podaniem zastosowanego sposobu adjustacji czujnika przyrządu Talyrond 356;
- na str. 74, jest zdanie: *Przewodnik Wyrażenie niepewności pomiaru (ang. Guide to the Expression of Uncertainty of Measurement) GUM definiuje natomiast niepewność pomiaru jako....* Jeśli już ma tak pozostać, to powinno być: *Przewodnik „Wyrażenie niepewności pomiaru” [JCGM1], itd...*;
- na str. 87, napisano: *Test Kołogomorowa- Smirnowa z popawką Lilefofrsa*. Powinno być: *Test Kołogomorowa- Smirnowa z popawką Lilefofrsa*;
- rysunki nr 42, 44, 46, 48, 50 oraz 52 zamieszczone w rozdziale 5.2. mają tytuły zaczynające się od sformułowań: *Wyniki pomiarów itd....*, podobne jak rysunki nr. 41, 43, 45, 47, 49 oraz 51, które rzeczywiście prezentują wyniki badań. Jest to mylące i z tego powodu, rysunki nr 42, 44, 46, 48, 50 oraz 52, powinny mieć początkowy tytuł zaczynający się od słów *Obrazy prezentujące: a) histogram ...., b) test normalności....*;
- na str. 106, siódmy werset od góry znajduje się tekst: *W przypadku kiedy wartość<sub>k1</sub>profiluzbliżona jest do jedności.....* . Powinno być: *W przypadku kiedy wartość  $k_1$  profilu zbliżona jest do jedności.....* ;

- na str. 110, pod rys. 59 znajduje się tekst w nawiasie: *(baryłka nr 3 oznaczona kolorem zielonym.....)*. Powinno być: *(baryłka nr 3 oznaczona kolorem zielonym....)*;
- powtarzanie wzorów na str.122, 123 i str. 123 dotyczących obliczeń eksperymentalnego względnego błędu metody wyznaczania współczynnika zgodności, rozdział 5.5.1 oraz dokładności metody wyznaczania współczynnika zgodności, które były już wcześniej podane i opisane numerami nie ma najmniejszego sensu. Wystarczy podanie ich numerów;
- na str. 131, w punkcie 4 znajduje się tekst: *Następnie za pomocą kwarty li podzielono..... itd..* Powinien być tekst: *Następnie za pomocą kwartyli podzielono..... itd. ;*

Ogólnie jednak poziom redakcyjny pracy jest na dobrym poziomie. Autorka starała się redagować tekst używając własnych sformułowań bez cytowań literaturowych. Co prawda wskazana byłaby niewielka modyfikacja tytułów rozdziałów i podrozdziałów, czy też bardziej dopasować treści, niemniej jednak układ pracy można uznać za prawidłowy i odpowiadający jej tematyce. Zastosowana terminologia jest w większości zgodna z przyjętą w literaturze i normach.

### Ocena edytorska pracy

Autorka nie ustrzegła się od błędów edytorskich takich jak zróżnicowanie spacji w tytułach rozdziałów i podrozdziałów zamieszczonych w spisie treści. W tekście występują wzory bez opisu ich składowych (wzory: (2.4), (2.5), (2.6), (2.7)) lub wzory częściowo bez opisu ich składowych (wzory: od (2.19) do (2.30), na 46, 47 i 48. Niektóre z rysunków są słabo czytelne (rys: 18, 54, 55 i 56) lub wymagające zmiany usytuowania oraz powiększenia opisu osi (rys: 57, 58, 63, 64, 69).

### Ocena merytoryczna i wartości naukowej pracy

W pracy zaprezentowano wyniki badań mających na celu zweryfikowanie w warunkach laboratoryjnych przyjętej tezy mówiącej, że: **Metoda porównywania parami, przy wskazaniu odpowiednich kategorii oceny oraz z zastosowaniem funkcji interkorelacji, może zostać wykorzystana do szacowania podobieństwa profili okrągłości elementów tocznych łożysk i posłużyć ostatecznie do kompleksowej oceny profili okrągłości wybranych części maszyn.**

Teza pracy została sformułowana w sposób jednoznaczny i odpowiadająca przyjętemu tematowi dysertacji, który uważam za bardzo ciekawy jak również mający w sobie duży potencjał badawczy. Niezbyt trafnie dobrane tytuły rozdziałów utrudniają nieco zaznajomienie się z wynikami badań. Bardziej wnikliwa analiza dysertacji potwierdza natomiast zrealizowanie zakładanych etapów badań, do których zaliczyć należy:

- przygotowanie przyrządu do pomiarów i adjustacja czujnika,
- analizę źródeł błędów,
- sporządzenie budżetu niepewności pomiarów,
- przyjęcie parametrów decyzyjnych,
- testowanie rozkładów normalności dla przyjętych parametrów decyzyjnych,
- sprawdzenie korelacji pomiędzy przyjętymi parametrami decyzyjnymi i jej ocena,
- wielokryterialną ocenę porównawczą mierzonych profili okrągłości baryłek łożysk tocznych,
- sprawdzanie poprawności porównań,
- wzajemną porównawczą ocenę jakościową mierzonych profili przeprowadzoną z wykorzystaniem funkcji interkorelacji,
- wyliczenie eksperymentalnego błędu metody wyznaczenia współczynnika zgodności oraz dokładności metody wyznaczenia współczynnika zgodności,
- porównawczą ocenę jakościową mierzonych profili okrągłości w odniesieniu do wzorca przeprowadzoną z wykorzystaniem funkcji interkorelacji.

Układ tych etapów jest poprawny pod względem merytorycznym jak również pod względem podejścia naukowego i samodzielnego rozwiązywania zagadnień, a uzyskane wyniki stanowią podstawy do wnioskowania, że jak już wspomniałem wcześniej, zakładany cel pracy został osiągnięty i zweryfikowany z wynikiem pozytywnym.

## Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Przy ocenie pracy można wysunąć następujące zastrzeżenia:

1. Praca i jej część badawcza skupia się na pomiarach odchyłek i profili kształtu baryłek łożysk tocznych. W pracach badawczych obejmujących pomiary elementów maszyn wskazane jest w tym przypadku zamieszczenie rysunku wykonawczego mierzonego elementu, W ten sposób można uwidocznic z jakimi wielkościami miała do czynienia osoba realizująca procedury pomiarowe. Doktorantka zamieściła co prawda rysunek baryłki łożyska tocznego, ale jak podkreśliła to w tekście pracy, jest to raczej szkic sporządzony na podstawie pomiarów obiektu rzeczywistego niż rysunek wykonawczy, na którym podane są nie tylko wymiary, ale również tolerancje, odchyłki wymiarowe, wymogi odnośnie stanu powierzchni itp., który mógłby posłużyć do zaznajomienia się z narzuconą przez producenta dokładnością wymiarowo kształtową wytwarzanych elementów łożysk tocznych.
2. W pracy podana została wysokość na jakiej mierzone były odchyłki i profile okrągłości. Nie podano natomiast jak została ona ustalona. Nasuwa się pytanie czy odchyłka okrągłości mierzona na jednej wysokości może stanowić podstawę do oceny stanu geometrycznego całej baryłki lub innego elementu o zbliżonym kształcie ?
3. Z wcześniejszą uwagą wiąże się kolejna, a mianowicie: czy nie wskazane byłoby dokonywane dodatkowo pomiarów tworzących powierzchni baryłek. Myślę, że powiązanie pomiarów profili okrągłości dokonywanych na różnej wysokości z pomiarami tworzących dawałoby pełniejszy obraz stanu geometrycznego elementów tocznych łożysk.
4. Wniosek nr 2 trudno nazwać wnioskiem z racji tego, że jest to raczej zbiór znanych zaleceń stanowiących podstawy realizacji pomiarów zgodnych z zasadami nowoczesnej metrologii.
5. Sformułowane wnioski są bardzo ogólne i odnoszące się do poszczególnych rozdziałów. Praca zawiera część badawczą a więc wypadałoby podać bardziej konkretne wnioski lub kryteria jakie należałoby perspektywicznie przyjmować przy ocenie stanu geometrycznego, tak ważnych elementów jakimi są elementy łożysk tocznych.
6. W pracach badawczych wskazane jest i mile widziane padanie kierunków dalszych badań, których w pracy niniejszej trudno się doszukać.

## Wniosek końcowy

Zaprezentowane w pracy wyniki badań i wypływające z nich wnioski, stwarzają podstawy do przyjęcia, że zaproponowana metoda porównywania parami w szacowaniu podobieństwa profili okrągłości może znaleźć stałe miejsce przy doborze i selekcjonowaniu elementów łożysk tocznych realizowanych w warunkach przemysłowych. Autorka wykazała dobre przygotowanie z zakresu dyscypliny wiedzy, której dotyczy rozprawa, jak również umiejętnością posługiwania się nowoczesnym aparatem matematycznym, a do rozwiązania problemów opracowała konieczne aplikacje i zastosowała nowoczesną technikę obliczeniową. Stwierdzone usterki i niedociągnięcia mają charakter redakcyjny i nie wpływają w zasadniczy sposób na wartość pracy. Przedłożona do opiniowania rozprawa stanowi samodzielny dorobek naukowy mgr inż. Urszuli Kmiecik-Sołtysiak, spełnia kryteria właściwe dla rozpraw doktorskich i uzasadnia wnioskowanie do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

*K. Niedziękowska*