

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Jacka Świdarskiego
nt. *Opracowanie koncepcji badań porównawczych przyrządów do oceny chropowatości
powierzchni w aspekcie niepewności pomiaru*

Promotor: dr hab. inż. Krzysztof Stępień, prof. PŚk
Promotor pomocniczy: dr inż. Damian Gongolewski

Recenzja została opracowana na podstawie pisma Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej, dr hab. inż. Izabeli Krzysztofik, prof. PŚk nr MD-510/19/2020, z dnia 13.07.2020r.

OMÓWIENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ (TEMATYKA, UKŁAD I TREŚĆ) ZE WSKAZANIEM UWAG MERYTORYCZNYCH, REDAKCYJNYCH I EDYTORSKICH

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt. *Opracowanie koncepcji badań porównawczych przyrządów do oceny chropowatości powierzchni w aspekcie niepewności pomiaru* podejmuje ważne zagadnienia z obszaru *inżynierii mechanicznej* w zakresie *metrologii warstwy wierzchniej*. Tytuł rozprawy doktorskiej w jednoznaczny sposób określa jej tematykę, która jest aktualna, a materiał w niej przedstawiony stanowi wartościowy i oryginalny wkład do dyscypliny *inżynieria mechaniczna*, obejmując prace eksperymentalno-analityczne w zakresie porównawczych badań struktury geometrycznej powierzchni przy wykorzystaniu stykowych przyrządów pomiarowych z ostrzem odwzorowującym.

Praca w wydaniu monograficznym liczy łącznie 178 stron tekstu i obejmuje: stronę tytułową (1 strona), podziękowania (1 strona), spis treści (2 strony), wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń (1 strona), rozdział pierwszy - wprowadzenie (29 stron), rozdział drugi – przegląd literatury (28 stron), trzy główne rozdziały podzielone na podrozdziały (90 stron), podsumowanie i wnioski końcowe (5 stron), literaturę (9 stron – łącznie 137 pozycji), spis rysunków (5 stron) i spis tablic (1 strona), streszczenie w języku polskim (3 strony) i angielskim (3 strony).

Układ, treść i zakres recenzowanej rozprawy doktorskiej uważam w większości za prawidłowy.

Opracowanie redakcyjne i edytorskie rozprawy doktorskiej oceniam pozytywnie. Jednak zobowiązana jestem do wskazania w ramach opracowanej recenzji pewnych uwag w zakresie oznaczeń, rysunków, kolejności zapisów, interpunkcji, itp.

W dalszej części recenzji, po syntetycznym scharakteryzowaniu każdego z rozdziałów, przedstawiam uwagi krytyczne oraz pytania, które nasunęły się podczas lektury rozprawy doktorskiej, oraz które mgr inż. Jacek Świdarski powinien przeanalizować i uwzględnić w przyszłych opracowaniach w zakresie prowadzonej działalności naukowo-badawczej. Wybrane z nich (zaznaczone pogrubioną czcionką) mgr inż. Jacek Świdarski będzie mógł również wyjaśnić w trakcie publicznej obrony.

Rozdział pierwszy **Wprowadzenie** został podzielony na siedem podrozdziałów, z których każdy zawiera syntetyczny opis zagadnień obejmujących tematykę rozprawy doktorskiej. Przede wszystkim skupiono się na wyjaśnieniu pojęcia struktury geometrycznej powierzchni, opisaniu obszarów zastosowania oraz metod pomiarów struktury geometrycznej powierzchni, dokonano przeglądu profilometrów stykowych wraz z przedstawieniem parametrów opisujących w sposób ilościowy badane powierzchnie. W ostatniej części tego rozdziału skupiono uwagę na wzorcach materialnych i programowanych.

UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- Metrologia nie jest dyscypliną naukową. Zgodnie z PWN „*metrologia* [gr. *métron* ‘miara’, *lógos* ‘słowo’, ‘nauka’] to dziedzina nauki, wiedzy i techniki obejmująca wszystko, co jest związane z pomiarami”. Podobnie metrologia powierzchni, nie jest dyscypliną naukową.
- strona 8, ostatni akapit – napisano, że „**struktura geometryczna powierzchni odgrywa istotną rolę w funkcjonalności elementów składowych nowoczesnych produktów. Tradycyjnie, parametry dotyczące stanu powierzchni wykorzystywane są do monitorowania zmian zachodzących w trakcie procesu produkcji**”. Co oznacza pojęcie „nowoczesne produkty” i czy w przypadku innych produktów struktura geometryczna powierzchni nie odgrywa już istotnej roli? Czy kontrola stanu powierzchni wykonywana jest wyłącznie w procesie wytwarzania/produkcji?
- w podsumowaniu rozdziału 1.1 brakuje konkluzji.
- definicję pojęcia „paradygmat” zaczerpnięto z Wikipedii, czego nie odnotowano jako źródło.
- strona 11, tekst zaczynający się od słów „W latach dziewięćdziesiątych XX wieku w wyniku prac...” do końca tego rozdziału ma inny kolor czcionki.
- treść rozdziału 1.2 nie odpowiada w pełni tytułowi tego rozdziału.
- brak płynnego przejścia pomiędzy opisami, czego przykładem jest ni stąd ni z owąd zdanie na stronie 13 w pierwszym akapicie „Przez geometryczną teksturę powierzchni należy rozumieć...”
- rysunki słabej jakości, słabo czytelne, zwłaszcza rysunek 1.1 – rysunek 1.4 czy rysunek 1.6.
- w rozdziale 1.4 brakuje schematów, obrazujących prezentowane metody pomiarów.
- rysunek 1.17 (strona 27) – separatorem dziesiętnym powinien być przecinek, a nie kropka. Ta sama uwaga dotyczy innych rysunków oraz tablic zawartych w dalszej części rozprawy doktorskiej.
- treść rozdziału powinna być inaczej zorganizowana, aby zapewnić poprawną chronologię tematyczną. Na początku powinny być opisane podstawowe pojęcia wykorzystywane w treści i odnoszące się do tematyki rozprawy doktorskiej, następnie metody pomiaru struktury geometrycznej powierzchni z charakterystyką urządzeń, ocena parametryczna struktury geometrycznej powierzchni, obszary zastosowań pomiarów struktury geometrycznej powierzchni oraz wzorce materialne i programowane.
- każdy podrozdział rozdziału pierwszego sprawia wrażenie niedokończonego, gdyż nie ma w nich podsumowującego zdania czy akapitu, w którym zawarto by informacje, co z tej analizy/opisów wynika. Również można byłoby zastosować podsumowanie do całego rozdziału, stanowiące przejście do kolejnego rozdziału rozprawy doktorskiej.

Rozdział drugi **Aktualny stan wiedzy** poza wstępem zawiera cztery podrozdziały, w których opisano kolejno zagadnienia takie jak: spójność pomiarowa, niepewność pomiaru, źródła błędów w pomiarach stykowych struktury geometrycznej powierzchni oraz międzylaboratoryjne badania porównawcze.

UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- wyjaśnienie akronimu VIM następuje na stronie 42, podczas gdy było przywoływane na wcześniejszych stronach. Zdarza się kilkukrotne wprowadzanie rozwinięcia tego samego akronimu.
- zdarza się przytaczanie/wyjaśnianie tych samych zagadnień w różnych miejscach rozdziału, np. dotyczące „Guide to the expression of uncertainty in measurement”.
- błędna numeracja podrozdziałów: strony 38 i 41 – dwa podrozdziały z tą samą numeracją. Na stronie 41 powinno być 2.3. *Niepewność pomiaru*, na stronie 48 powinno być 2.4. *Źródła błędów...*, a na stronie 56 powinno być 2.5. *Międzylaboratoryjne badania porównawcze*.
- stosowanie tego samego oznaczenia do określania różnych wielkości – przykładowo k jest współczynnikiem rozszerzenia (strona 47), naciskiem powierzchniowym (strona 50, wzór 2.8), stałą sztywności sprężyny (strona 52, wzór 2.11).

- słaba czytelność rysunków – przykładowo rys. 2.3 (strona 49), rys. 2.5 (strona 54). Poza tym nie podano źródeł rysunków rys. 2.4 (strona 51) oraz rys. 2.5 (strona 54).
- strona 51 - czynniki wpływające na wystąpienie zjawiska „lotu” zostały wypunktowane, po tym jak w zadaniu poprzedzającym zostały już wymienione.
- na stronach 55-56 podano oznaczenia dwóch typów wzorców S1 i S2, po czym w kolejnym rozdziale takie same oznaczenia przyjęto dla dwóch urządzeń (S1 – TOPO 01, S2 – TOPO 02).
- w tablicy 2.1 oraz tablicy 2.4 przedstawiono wyniki badań pojedynczego pomiaru czy średnią z kilku pomiarów?
- w rozdziale drugim brakuje przeglądu literatury odnoszącego się do wyników badań innych ośrodków w zakresie podjętego tematu rozprawy doktorskiej. Brakuje w nim również rozdziału czy kilku zdań podsumowujących przedstawiony stan wiedzy.
- w tekście występują błędy interpunkcyjne, stylistyczne oraz tzw. literówki, których konsekwencją jest niezrozumiała treść, np. „... pomiarów struktury geometrycznych...” (strona 39), „... jest to odchylenia standardowe...” (strona 45), „...do nawet kilku godzin pojawiają nowe czynniki...” (strona 54).

Rozdział trzeci **Cel i sposób realizacji pracy** zgodnie z tytułem prezentuje cel główny rozprawy doktorskiej oraz cele szczegółowe. Przedstawiono w nim również sposób realizacji pracy, opisując zakres poszczególnych rozdziałów. Scharakteryzowano profilometry stykowe, które wykorzystano do realizacji badań porównawczych oraz krótko przedstawiono urządzenia dodatkowe, wykorzystane w badaniach.

UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- mankamentem tego rozdziału rozprawy doktorskiej jest brak schematu planu badań i analiz. Schemat porządkowałby część badawczą rozprawy doktorskiej i uatrakcyjnił jej stronę redakcyjną.
- rozdział 3.2 zatytułowany *Sposób realizacji pracy* w mojej opinii stanowi raczej wstęp do rozprawy doktorskiej (przedstawia zakres poszczególnych rozdziałów), a nie opis sposobu realizacji wyznaczonych celów.
- tablica 3.1 powinna zostać przedstawiona na jednej stronie – wówczas byłaby lepiej czytelna.
- strona 70, zdanie pod tablicą 3.1. „W dalszej części pracy będą wykorzystywane przyjęte oznaczenia profilometrów stykowych S1÷S8” nie ma zastosowania. W kolejnych rozdziałach nie zostały zastosowane przyjęte oznaczenia.
- na stronach 70-71 przedstawiono urządzenia, które wykorzystano do wykonania dodatkowych badań. Niestety poza ich opisem nie przedstawiono celu i zakresu ich zastosowania na potrzeby realizacji podjętej tematyki rozprawy doktorskiej.
- również brakuje rozdziału poświęconego przedmiotowi i metodyce badań lub opisu przedstawionego w jednym miejscu pracy, który zawierałby tego typu informacje.

Rozdział czwarty **Badania potencjalnych źródeł błędów** przedstawia wyniki badań, których celem było zidentyfikowanie potencjalnych źródeł błędów, występujących w czasie pomiarów struktury geometrycznej powierzchni oraz ich wpływu na wiarygodność otrzymywanych wyników. Wyniki badań obejmują analizę czynników jak geometria ostrza odwzorowującego, nacisk pomiarowy i prędkość przesuwu ostrza odwzorowującego, prostoliniowość osi i krok próbkowania, pozycjonowanie (błąd, powtarzalność), szum pomiarowy, przedmiot mierzony, oprogramowanie.

UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- na samym początku tego rozdziału brakuje wprowadzenia/wstępu, który informowałby jaki jest zakres prac ujętych w treści rozdziału czwartego.
- ostatnie zdanie rozdziału 4.1 jest zbyt długie, a przez to niezbyt zrozumiałe.
- w rozdziale trzecim w tablicy 3.1 wprowadzono oznaczenia urządzeń, deklarując stosowanie tych oznaczeń w dalszej części pracy. Niestety na rysunkach oraz w opisach oznaczeń tych nie zastosowano – przykłady: rysunek 4.4, rysunek 4.21, rysunek 4.22, rysunek 4.45, rysunek 4.46.
- podając charakterystykę urządzeń – profilometrów stykowych (tablica 3.1), wskazano promień ostrza odwzorowującego równy 2 μm . Na rysunku 4.4 (strona 74) na osi pionowej są różne wartości promienia ostrza odwzorowującego, a pod rysunkiem jedynie krótki komentarz, że „Uzyskane wartości promieni

ostrza odwzorowującego dla poszczególnych przyrządów różnią się znacznie... W dwóch przypadkach... przekraczają wartość nominalną $r_{tip} = 2\mu\text{m}$ ", ale nie podano z czego to wynika i jakie to ma znaczenie?

- tablica 4.1 (strona 76) przedstawia wyniki pomiaru głębokości zarysowania, niestety bez komentarza czy dyskusji otrzymanych wyników.
- **w podsumowaniu rozdziału 4.3.1 napisano, że „Uzyskane wyniki pomiaru wartości parametru Pt mogą być istotnym elementem budżetu niepewności”, ale znowu nie napisano pod jakim względem i dlaczego? Podobna uwaga dotyczy wszystkich rozdziałów (podrozdziałów), w których przedstawiono wyniki badań, a dyskusja wyników jest syntetyczna lub ograniczona do ogólnego stwierdzenia, bez komentarza.**
- rysunek 4.9 (strona 79) oraz rysunek 4.10 (strona 80) – brakuje oznaczeń rysunków (a), (b), (c) i opisu w tytule, co jest co. Poza tym powinno się stosować te same jednostki w opisie co na wykresach, czyli [μm].
- rysunek 4.12 (strona 83) powinien być w rozdziale lub w miejscu, gdzie opisywana jest metodyka badań.
- strona 86 - napisano, że „wartość średnią parametru $PSm...$, obliczono na podstawie 512 wyodrębnionych profili”. Na jakiej podstawie, w jaki sposób oraz z czego zostało wykonane to wyodrębnienie?
- rysunek 4.16 (strona 87) – brak informacji w tytule rysunku, co jest co? Podobnie w przypadku innych rysunków tego typu.
- rysunek 4.20 (strona 90) – brakuje ponumerowania kolejnych rowków. Wyniki przedstawione na tym rysunku nie odpowiadają danym w tekście (odwrotna kolejność).
- separatorem dziesiętnym jest przecinek, a w treści pracy i na rysunkach stosowany jest zamiennie przecinek z kropką – przykłady to tablica 4.2 i tablica 4.5, rysunek 4.4, rysunek 4.9, itp.
- rysunek 4.28 (strona 100) – brak opisu osi pionowej i poziomej.
- rysunek 4.32 (strona 103) – rysunek jest nieczytelny.
- rysunek 4.37 (strona 110) – brak opisu osi pionowej oraz przyjętych kolorów profili (jakaś informacja pojawia się w treści na stronie 111).
- rysunek 4.43 (strona 115) – błędny zapis w tytule rysunku, bo kilka razy jest to samo oznaczenie (a).
- strona 117, ostatni akapit – powinno być obraz izometryczny a nie izotropowy. Podobna uwaga do tytułu rysunku 4.48 (strona 120).
- strona 117, zdanie „Ujawnienie nieprawidłowego działania zespołu przesuwu przed właściwymi pomiarami...”. Jak często jest to sprawdzane, w jakich okolicznościach?
- zastosowanie osłon w urządzeniach typu profilometr stykowy jest czymś normalnym i powszechnie stosowanym, by wyeliminować jak najwięcej czynników otoczenia. Dlatego tego typu badania należy traktować raczej jako uzupełniające, potwierdzające wpływ zastosowanej osłony na wyniki pomiarów.
- **tablica 4.11 (strona 123) – w jaki sposób odnieść czy zinterpretować otrzymane wyniki pomiaru wzorca AFL do charakterystyki przedstawionej w tablicy 4.8 (strona 113)?**
- w rozdziale 4.8 na rysunku 4.51 (strona 123) przedstawiono wyniki pomiaru wykonanego przy użyciu Talysurf CCI. Jakie były parametry pomiaru – powierzchnia mierzona, obiektyw, rozdzielczość?
- w rozdziale czwartym poza podsumowaniami każdego rodzaju przeprowadzonych badań brakuje również ogólnego podsumowania, które konkludowałoby to, co zostało w ramach przedstawionych badań zrobione oraz jakie jest znaczenie tych badań dla tematyki rozprawy doktorskiej?

W rozdziale piątym **Koncepcja badań porównawczych** zgodnie z tytułem omówiono koncepcję badań porównawczych, uwzględniając wnioski z badań przeprowadzonych w celu zminimalizowania wpływu niepewności definicyjnej na wyniki pomiarów otrzymywanych z różnych urządzeń. Następnie, w kolejnych podrozdziałach omówiono poszczególne elementy proponowanej koncepcji, w tym przygotowanie przyrządu pomiarowego do badań, dobór wzorców oraz próbek, opracowanie kart pomiarowych, określenie warunków realizacji badań pomiarowych, szacowanie niepewności pomiarów oraz sposób opracowania wyników.

UWAGI KRYTYCZNE I PYTANIA

- wprowadzenie do rozdziału piątego, będącego propozycją realizacji badań porównawczych powinno szerzej opisywać koncepcję, zanim w kolejnych rozdziałach zostały opisane jej poszczególne elementy.
- w rozdziale 5.1.2 (strona 132) w ostatnim zadaniu stwierdzono, że „Nie dopuszcza się również uszkodzeń końcówki pomiarowej”. Nie napisano jednak, co będzie w przypadku, gdy okaże się, że takie uszkodzenia będą miały miejsce?
- **czy wyznaczenie parametrów stereometrii powierzchni (strona 139) nastąpiło po odfiltrowaniu falistości?**
- w rozdziale piątym również nie zostały zastosowane przyjęte w tablicy 3.1 oznaczenia urządzeń.

- analiza/dyskusja wyników przedstawionych na rysunkach 5.10 i 5.11 powinna zostać rozszerzona oraz uzupełniona o konstruktywne wnioski.
- również w tym rozdziale zabrakło podsumowania przedstawionej koncepcji i jej elementów.

Rozdział szósty przedstawia **Podsumowanie i wnioski końcowe** i stanowi syntetyczne podsumowanie rozprawy doktorskiej. Na samym początku stwierdzono, że zarówno cel główny jak również cele szczegółowe zostały osiągnięte. Podkreślono, że w nawiązaniu do przeglądu literatury oraz badań eksperymentalnych, sformułowane zostały wnioski, które odniesiono do celu głównego oraz celów szczegółowych i przedstawiono w odpowiednich podrozdziałach. Poza tym określono cztery kierunki dalszych prac, kontynuujących oraz poszerzających wiedzę w zakresie podjętej tematyki rozprawy doktorskiej.

Literatura obejmuje zestawienie łącznie 137 pozycji, zarówno książek i artykułów naukowych (77 pozycji), norm (30 pozycji), dokumentacji (13 pozycji) oraz źródeł internetowych (17 pozycji). Wśród pozycji książkowych i artykułów naukowych znajdują się 23 pozycje w języku polskim, 54 pozycje w języku angielskim; 23 pozycje zostały opublikowane w ciągu ostatnich 5 lat. **Dobór literatury uważam za poprawny i aktualny. Na uwagę zasługuje powołanie się mgra inż. Jacka Świderskiego w rozprawie doktorskiej na 13 opublikowanych prac współautorskich.**

GŁÓWNE MANKAMETY ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

W recenzowanej rozprawie doktorskiej brakuje chronologicznego układu, zwłaszcza w ramach pierwszych rozdziałów. Brakuje płynnego przejścia pomiędzy głównymi rozdziałami rozprawy doktorskiej, co wynika z braku zastosowania zdań podsumowujących czy podsumowania lub zdań wprowadzających czy wprowadzenia do każdego następnego rozdziału. W rozdziale trzecim opisano wprawdzie cel główny pracy oraz cele szczegółowe, ale podrozdział, który poświęcono opisowi sposobu realizacji pracy w mojej opinii stanowi raczej wstęp do rozprawy doktorskiej, opisujący zakres każdego rozdziału, a nie opis sposobu realizacji wyznaczonych celów. Odczuwalny jest brak metodyki oraz schematu wraz z opisem planu badań i analiz. W większości rozdziałów, które prezentują badania i ich wyniki całościowe lub reprezentatywne, brakuje ich szerokiej dyskusji; wiele kwestii pozostawia się w domyśle. Również zauważalna jest słaba jakość lub małych rozmiarów rysunki, co ogranicza ich czytelność.

PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Recenzowana **rozprawa doktorska nt. *Opracowanie koncepcji badań porównawczych przyrządów do oceny chropowatości powierzchni w aspekcie niepewności pomiaru* jest aktualnym i interesującym opracowaniem, dotyczącym badań porównawczych struktury geometrycznej powierzchni przy wykorzystaniu stykowych metod pomiaru. Przedstawiony materiał badawczy oraz zaproponowana koncepcja jest oryginalnym dorobkiem mgra inż. Jacka Świderskiego, zarówno pod względem poznawczym jak i użytkowym, który wpisuje się w zakres dziedziny nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**

Prace naukowo-badawcze podjęte przez mgra inż. Jacka Świderskiego pozwoliły na rozwiązanie przedstawionego w rozprawie doktorskiej problemu naukowego, uzupełniając wiedzę w obszarze metrologii powierzchni oraz badań porównawczych.

Przedstawione w pracy informacje, badania i analizy w ramach podejmowanej tematyki wskazują, że **mgr inż. Jacek Świdorski orientuje się w literaturze przedmiotu oraz posiada wiedzę teoretyczną podbudowaną bogatym doświadczeniem w prowadzeniu prac naukowo-badawczych.** Zakres badań jest obszerny, ale z praktycznego punktu widzenia uzasadniony, stanowiący przyczynek do ich kontynuowania oraz rozszerzania w przyszłości.

Wiele z przedstawionych w niniejszej recenzji uwag ma charakter dyskusyjny i nie wpływa na ocenę merytorycznego poziomu rozprawy doktorskiej. Dlatego **rozprawę doktorską mgra inż. Jacka Świdorskiego w ogólnym odbiorze oceniam pozytywnie.**

Na podstawie przedstawionej recenzji **stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Jacka Świdorskiego nt. *Opracowanie koncepcji badań porównawczych przyrządów do oceny chropowatości powierzchni w aspekcie niepewności pomiaru* spełnia wymagania obowiązującej ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.**

*Magdalena
Mitanowska-Uryb*