



Dr hab. inż. Andrzej Miszczak, prof. UMG  
Uniwersytet Morski w Gdyni  
Wydział Mechaniczny

Gdynia, 30.03.2021

### Recenzja

dorobku naukowego Pani dr inż. **Lidii Gałdy**  
w zakresie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

#### 1. Podstawa formalna opracowania recenzji, uwagi wstępne

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi decyzja Rady Doskonałości Naukowej, która to w dniu 22.12.2020 r. powołała komisję habilitacyjną, w skład której zostałem powołany jako recenzent oraz pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej z dnia 28.01.2021 r., z prośbą o opracowanie przeze mnie niniejszej recenzji.

Recenzję sporządzono na podstawie następujących dokumentów i materiałów:

- kopii poświadczanego dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora inżyniera,
- autoreferatu,
- wykazu osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- oświadczeń współautorów,
- zaświadczeń dotyczących staży naukowych,
- monografii Gałda L.: *Wieloaspektowa analiza wpływu topografii powierzchni ślizgowych na właściwości tribologiczne węzłów maszyn w styku smarowanym*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2020, s. 179, ISBN: 978-83-7934-419-2,
- kopii powiązanych tematycznie 9 artykułów naukowych,
- opisu oryginalnych osiągnięć konstrukcyjnych i technologicznych.

Recenzję przygotowano na podstawie Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.).

#### 2. Charakterystyka sylwetki Habilitantki

Pani Lidia Gałda w 2000 roku ukończyła studia magisterskie na kierunku: Mechanika i budowa maszyn w specjalności: Organizacja i zarządzanie w przemyśle na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. Na tym samym wydziale w 2005 roku ukończyła studia doktoranckie. Pani Lidia Gałda 11.06.2008 obroniła pracę doktorską pod tytułem „*Wpływ mikrokieszeni smarowych wygniatanych udarowo na właściwości tribologiczne elementów ślizgowych*” uzyskując stopień doktora nauk technicznych w zakresie dyscypliny Budowa i eksploatacja maszyn na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej.

Habilitantka od grudnia 1999 do czerwca 2000 pracowała jako stażysta w Katedrze Technologii Maszyn i Organizacji Produkcji Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. Od października 2000 do lipca 2001 w tej samej katedrze była doktorantem. Pracę na stanowisku asystenta w Katedrze Technologii Maszyn i Organizacji

Produkcji Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej wykonywała w latach 10.2001– 08.2008. Od września 2008 roku do chwili obecnej pracuje w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej jako adiunkt.

Z przedstawionych do oceny dokumentów wynika, że Pani Lidia Gałda nie ubiegała się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

### **3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój dyscypliny**

Jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego Habilitantka podała:

- 1 monografię naukową, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2a Ustawy oraz
- cykl powiązanych tematycznie 9 artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy oraz
- 3 oryginalne osiągnięcia konstrukcyjne i technologiczne, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2c Ustawy.

#### *3.1. Ocena wartości naukowej monografii przedstawionej przez Habilitantkę*

Habilitantka jako osiągnięcie naukowe o znacznym wkładzie w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna przedstawiła własną monografię naukową pod tytułem „*Wieloaspektowa analiza wpływu topografii powierzchni ślizgowych na właściwości tribologiczne węzłów maszyn w styku smarowym*” wydaną przez Oficynę wydawniczą Politechniki Rzeszowskiej w 2020 roku.

Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej znajduje się na wykazie Wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe (poz. 385, UIW 48500) zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 17 grudnia 2019r opublikowanego na podstawie art.267 ust.3 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. poz. 1668 z późn. zm.).

Recenzowana monografia naukowa liczy 179 stron i składa się z 7 rozdziałów oraz spisu literatury który zawiera 200 pozycji. Na początku monografii Autor przedstawił wykaz ważniejszych oznaczeń, a na końcu podane zostało streszczenie w j. polskim i angielskim.

Ocena monografii pod względem edytorskim jest pozytywna. Monografia charakteryzuje się dobrze rozplanowanym tekstem popartym tabelami, licznymi rysunkami i wykresami. Rysunki są czytelne a wykresy zawierają wszystkie elementy niezbędne do właściwego ich interpretowania. W monografii Autor zamieścił 37 tabel i 123 rysunki.

Opiniowana monografia poświęcona jest analizie wpływu wgłębień w powierzchni elementów ślizgowych na właściwości tribologiczne takie jak współczynnik tarcia, moment tarcia oraz szeroko pojęte zużycie węzłów ślizgowych w styku smarowym. Autor analizował wielkość, głębokość, kształt, stopień pokrycia i rozmieszczenie wgłębień w powierzchniach jednoimiennych lub różnoimiennych węzła tarcia ślizgowego.

W rozdziale pierwszym autor przedstawia genezę podjętej tematyki badawczej.

Rozdział drugi stanowi opis konstrukcji węzłów ślizgowych. Autor przedstawia podział i geometrię węzłów ślizgowych oraz materiały stosowane do ich budowy. Opisuje budowę warstwy wierzchniej oraz metody przeciwdziałania zużyciu tej powierzchni.

W rozdziale trzecim autor opisuje problemy związane z uzyskaniem smarowania hydrodynamicznego zwłaszcza w warunkach uruchamiania i zatrzymywania elementów węzła tarcia ślizgowego. Kolejnymi problemami jakie autor omawia są: ograniczenie zużycia ściernego oraz ograniczenie zużycia adhezyjnego jednoimiennych węzłów ślizgowych.

Rozdział czwarty to podsumowanie stanu wiedzy i sformułowanie problematyki badawczej. Autor przedstawia w tym rozdziale cel podstawowy swoich badań oraz zadania cząstkowe

niezbędne do realizacji celu głównego. Zaproponowany w tym rozdziale szeroki program badań technologicznych, tribologicznych oraz warstwy wierzchniej przedstawiony został w sposób przejrzysty i czytelny.

W rozdziale piątym autor przedstawia własnego projektu konstrukcję głowicy z dwoma wymiennymi narzędziami do wykonywania wgłębień o różnych wymiarach i kształtach na powierzchniach płaskich i walcowych. Autor przedstawia, wykonane głowicą nagniatającą, przykładowe wgłębienia na różnych powierzchniach. W rozdziale tym zamieszczone są przykładowe widoki 3D oraz wybrane przekroje wzdłużne i poprzeczne topografii powierzchni.

Rozdział szósty zawiera analizę wpływu wgłębień na właściwości tribologiczne w zróżnicowanych skojarzeniach materiałowych i geometrycznych węzłów ślizgowych. Jako pierwsza została wykonana analiza wgłębień w płaskich powierzchniach typu stal-stal przy różnym obciążeniu i różnym stopniu pokrycia wgłębieniami oraz skąpym smarowaniu. W wyniku przeprowadzonych badań Habilitantka potwierdziła znacząco zmniejszony współczynnik tarcia dla powierzchni pokrytych wgłębieniami o stopniu pokrycia około 3%. Kolejna przedstawiona analiza dotyczyła wpływu różnego kształtu wgłębień na wybrane charakterystyki tribologiczne i zużycie węzłów ślizgowych typu rolka-klocek w skojarzeniu stal-żeliwo. Autor przedstawił również widoki izometryczne i profile powierzchni elementów współpracujących przed i po próbie odporności na zatarcie jak również wartości wybranych parametrów struktury geometrycznej powierzchni. Analizę wzbogacono o badania z wykorzystaniem elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM) i mikroanalizę składu chemicznego z zastosowaniem spektroskopu z dyspersją energii (EDS). Trzecia analiza dotyczyła wpływu wgłębień (spiralnych lub rozmieszczonych równomiernie na powierzchni czopa) na zużycie ściernie poprzecznych łożysk ślizgowych przy zwiększonym zanieczyszczeniu substancji smarującej. Podobnie jak we wcześniejszej analizie wykonano widoki izometryczne i profile powierzchni czopów i panewek przed i po próbie tarcia. Podano również wartości wybranych parametrów struktury geometrycznej powierzchni oraz obrazy SEM czopa i panewki jak również widmo charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego wybranego miejsca warstwy wierzchniej czopa i panewki. Czwarta analiza dotyczyła wpływu wgłębień (na czopie lub panewce) na rodzaj tarcia i charakterystyki tribologiczne poprzecznych łożysk ślizgowych w skojarzeniu materiałowym stal-brąz. Badania wykonano w stanie ustalonym dla trzech różnych obciążeń i dwóch stałych prędkości obrotowych na stanowisku PG2-1Ł znajdującym się na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. W badaniach uwzględniono równomierne rozmieszczenie wgłębień na całej powierzchni ślizgowej panewki oraz rozmieszczenie wgłębień tylko w strefie najmniejszej wysokości szczeliny smarnej. Zrealizowano również badania dotyczące wpływu wgłębień w powierzchni ślizgowej łożyska na opory ruchu podczas wybiegu łożyska przy stałym obciążeniu i zmniejszaniu prędkości obrotowej od 100 do 5 obr./min.

Rozdział siódmy to podsumowanie i wnioski końcowe. W rozdziale tym autor podaje warunki kiedy korzystne jest stosowanie wgłębień w powierzchniach ślizgowych. Przeprowadzone i podsumowane badania pozwoliły Autorowi na zaprezentowanie dalszych kierunków badań.

Recenzowana monografia zawiera szczegółową analizę wpływu wgłębień na proces tarcia, zużycia i smarowania w węzłach ślizgowych. W badaniach Autor zastosował kilka technik analizy warstwy wierzchniej, które wiązały się z badaniem zarówno technologicznej, jak i eksploatacyjnej warstwy wierzchniej węzłów ślizgowych. W celu zbadania właściwości technologicznej warstwy wierzchniej przeprowadzono analizę obrazów powierzchni z wykorzystaniem mikroskopii optycznej i skaningowej (SEM), pomiar i analizę parametrów struktury geometrycznej powierzchni z wykorzystaniem profilometrów stykowego i optycznego, analizę naprężeń własnych oraz analizę widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego (EDS) wybranych obszarów warstwy wierzchniej. W celu

identyfikacji wszystkich możliwych zmian powstałych w wyniku tarcia Autor poddał obrazowaniu, z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych (AFM), eksploatacyjną warstwę wierzchnią. W badaniach zwrócono szczególną uwagę na morfologię powierzchni, strukturę geometryczną powierzchni, skład pierwiastkowy warstwy wierzchniej oraz mikrostrukturę materiału warstwy wierzchniej. Uwzględnienie wyników badań stanu technologicznej warstwy wierzchniej, warunków pracy i typu węzła ciernego oraz stanu eksploatacyjnej warstwy wierzchniej jak również zmian wartości współczynnika tarcia i momentu tarcia pozwoliło Autorowi na identyfikację mechanizmów działania wgłębień w określonych sytuacjach i określenie wiążących zaleceń dotyczących stosowania teksturowania powierzchni elementów ślizgowych.

**Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do oceny monografia pani Lidii Gałdy jest aktualna naukowo i stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna co odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust.1 pkt.2a ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

### *3.2. Ocena wartości naukowej cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych*

Habilitantka jako osiągnięcie naukowe o znacznym wkładzie w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna podała również cykl dziewięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Sześć z tych artykułów jest pracami współautorskimi, a trzy są autorstwa tylko Habilitantki. Pięć artykułów opublikowano w znanych, wysoko punktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym (2 artykuły w WEAR – 200pkt., 2 artykuły w TRIBOLOGY INTERNATIONAL – 200pkt., 1 artykuł w ARCHIVES OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING – 140pkt. – punktacja: Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 9 lutego 2021 r.).

Zasadniczym celem badań, przedstawionych w opublikowanych artykułach, było wyjaśnienie roli kształtowanych wgłębień w procesie tarcia i określenie ich wpływu na charakterystyki teksturowanych węzłów ślizgowych w styku smarowanym. Ponieważ jest wiele czynników z różnych kategorii, które istotnie wpływają na właściwości węzłów ciernych, do oceny mechanizmów działania wgłębień i mechanizmów zużycia powierzchni teksturowanych zastosowano podejście wieloaspektowe. Wyniki badań poszczególnych wpływów opublikowano w omawianych artykułach.

W artykule pt.: *Surface layer analysis of helical grooved journal bearings after abrasive tests* (Sęp J., Gałda L., Oliwa R., Dudek K.; Wear; Vol. 448-449; 2020) Autorzy wyjaśniają mechanizm zużycia powierzchni łożyska poprzecznego z rowkiem śrubowym na powierzchni czopa. W pracy przedstawiono obserwacje mikroskopowe (SEM, AFM) topografii powierzchni i wartości zmierzonych naprężeń własnych jak również analizę widma charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego (EDS) wybranych obszarów warstwy wierzchniej. Badania przeprowadzono dla czopa gładkiego i z rowkiem spiralnym. Jako czynnik smarujący zastosowano olej silnikowy SAE40 z dodatkiem zanieczyszczeń  $Al_2O_3$ . Badania wykazały, że znacznie więcej cząstek  $Al_2O_3$  było osadzonych w miękkim materiale łożyska współpracującym z gładkim czopem. Stężenie  $Al_2O_3$  zostało zredukowane przez rowek na powierzchni czopa, co pozwoliło zanieczyszczeniom wydostać się ze szczeliny łożyskowej, zanim wniknęłyby w materiał.

W artykule pt.: *The effect of surface roughness and material hardness on the tribological performance of the sliding pair WC - 42CrMo4 under starved lubrication* (Gałda L., Smykla J.; TRIBOLOGIA; Vol. 286, z. 4; 2019) Autorzy przedstawili wyniki badań tribologicznych węzła ślizgowego w skojarzeniu materiałowym WC - 42CrMo4. Badania tribologiczne zrealizowano w wykorzystaniem testera T-11 z węzłem ślizgowym typu kula-tarcza. Do smarowania węzła tarcia zastosowano olej maszynowy L-AN 46. W wyniku analizy wykazano,

że chropowatość powierzchni w istotny sposób wpływa na charakterystyki tribologiczne badanych węzłów ślizgowych.

W trzecim artykule pt.: *Experimental investigation into surface texture effect on journal bearings performance* (Gałda L., Sęp J., Olszewski A., Żochowski T.; TRIBOLOGY INTERNATIONAL; Vol. 136; 2019) celem badań Autorów była identyfikacja charakterystycznych parametrów takich jak: prędkość poślizgu, liczba Herseya, moment tarcia, współczynnik tarcia w warunkach zmiany reżimów smarowania dla różnych typów łożysk poprzecznych. Uzyskane wyniki porównano z wynikami uzyskanymi dla klasycznego łożyska poprzecznego o gładkich powierzchniach. Stwierdzono, że teksturowane powierzchnie łożyska poprzecznego pozostawały dłużej w smarowaniu hydrodynamicznym i przeszły do smarowania mieszanego przy niższych prędkościach w porównaniu z gładkim łożyskiem poprzecznym.

Artykuł czwarty o tytule *The study on abrasive wear of grooved journal bearings* (Sęp J., Tomczewski L., Gałda L., Dzierwa A.; WEAR; Vol. 376–377, Part A; 2017) zawiera wyniki badań zużycia ściernego powierzchni poprzecznego łożyska ślizgowego pracującego z zanieczyszczonym olejem oraz zróżnicowaną geometrią rowka spiralnego na powierzchni wału. Większość badanych serii wykazywała lepszą odporność na zużycie ściernie w porównaniu z gładkimi poprzecznymi łożyskami ślizgowymi. Obliczenia numeryczne rozkładu ciśnienia w szczelinie poprzecznego łożyska ślizgowego pracującego w czystym oleju wykonano za pomocą aplikacji ANSYS Fluent. W pracy dokonano analizy mechanizmu zużycia badanych powierzchni.

W artykule pt.: *The effect of dimples geometry in the sliding surface on the tribological properties under starved lubrication conditions* (Gałda L., Sęp J., Prucnal S.; TRIBOLOGY INTERNATIONAL; Vol. 99; 2016) Autorzy przedstawili wyniki badań par ślizgowych w skojarzeniu materiałowym stal-stal. Badania przeprowadzono za pomocą testera tribologicznego typu kula-tarcza o zmodyfikowanej geometrii pary ślizgowej. Powierzchnię kulki poddano szlifowaniu. Powierzchnia tarczy została poddana nagniataniu w celu uzyskania wgłębień o różnych wymiarach i ilości. Analizowano wartości współczynnika tarcia dla różnych obciążeń, prędkości ślizgania oraz różnym stopniu pokrycia powierzchni wgłębieniami. Autorzy stwierdzili, że obecność wgłębień poprawiła właściwości tribologiczne w warunkach ograniczonego smarowania przy niskich prędkościach poślizgu. Pozytywny wpływ obecności wgłębienia był bardziej znaczący przy mniejszym obciążeniu. Wymiary zagłębienia w powierzchni miały wpływ na charakterystykę tribologiczną. Spadek wartości współczynnika tarcia był znaczny tam, gdzie wgłębienia były płytkie.

Szósty artykuł o tytule *An examination of oil film thickness in a ball-on-disc assembly* (Gałda L.; TRIBOLOGIA; Vol. 6; 2016) zawiera wyniki badań grubości filmu olejowego w styku skoncentrowanym w węzłach ślizgowych o zmodyfikowanych powierzchniach roboczych. Badania prowadzono na przyrządzie typu kula-tarcza. Badania przeprowadzono przy obciążeniach 20 N i 30 N. Szklany dysk obracał się z prędkością od 0,1 m/s do 0,2 m/s. Powierzchnie kulek charakteryzowały się zróżnicowaną strukturą geometryczną. Przy najwyższej prędkości uzyskano najwyższą maksymalną wartość grubości filmu olejowego wynoszącą 217 nm. Przy 0,1 m/s maksymalne wartości grubości filmu olejowego wynosiły 100–157 nm. Kulki o mniejszej wysokości nierówności powierzchni generowały większe maksymalne wartości grubości filmu olejowego.

W artykule pt. *Wybrane czynniki wpływające na odporność na zużycie węzłów ślizgowych* (Gałda L.; AUTOBUSY. TECHNIKA, EKSPLOATACJA, SYSTEMY TRANSPORTOWE; t. 17, z. 6/CD; 2016) omówiono wpływ wybranych czynników charakteryzujących elementy węzłów ślizgowych oraz wybranych warunków eksploatacji na odporność na zużycie smarowanych węzłów tarcia. Przedstawiono wyniki badań tribologicznych (tester typu kula - tarcza) realizowanych przy zróżnicowanej chropowatości powierzchni stalowej tarczy, wyrażonej parametrem Ra w zakresie 0,05-0,24  $\mu\text{m}$ . Badaniom poddano również węzły cierne o zróżnicowanej twardości stalowego elementu w zakresie 22-42HRC. Badania odporności

zrealizowano w odniesieniu do dwóch różnych skojarzeń materiałowych: stal-stal (42CrMo4 - 100Cr6) oraz stal-ceramika (42CrMo4 - SiC) w celu oceny możliwości zastosowania ceramiki w węzłach ciernych. W wyniku zrealizowanych badań przy różnych obciążeniach wykazano, że chropowatość powierzchni, twardość i rodzaj materiału, a także warunki eksploatacji wywierają istotny wpływ na odporność na zużycie współpracujących ślizgowo części maszyn. W artykule ósmym pt. *Mikrogeometria powierzchni elementów pracujących w warunkach tarcia ślizgowego* (Inżynieria warstwy wierzchniej; monografia, (pod red.) Tadeusz Zaborowski, Gorzów Wlkp.; 2014) Autor przedstawia rolę mikrogeometrii powierzchni węzłów tarcia ze smarowaniem. Zaprezentował on wybrane wgłębienia w powierzchni ślizgowej oraz parametry określające ich geometrię jak również częstotliwość występowania w odniesieniu do warunków pracy węzła ślizgowego.

W artykule pt. *The effect of helical groove geometry on journal abrasive wear* (Sęp J., Pawlus P., Gałda L.; ARCHIVES OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING; Vol. 13, no. 2; 2013) przedstawiono wyniki badań doświadczalnych dotyczące łożysk ślizgowych pracujących w oleju zanieczyszczonym cząstkami ściernymi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Celem pracy było porównanie odporności na zużycie powierzchni łożysk ślizgowych o różnej geometrii powierzchni czopa (różnie rozmieszczone wgłębienia, rowki). Stwierdzono, że spiralny rowek na czopie znacznie zmniejsza zużycie par ślizgowych. Wyniki eksperymentów wykazały, że powierzchnia przekroju poprzecznego rowka oraz skok rowka śrubowego mają istotny wpływ na zużycie ściernie obu powierzchni. Redukcję zużycia tulei uzyskano również w przypadku łożysk z czopami teksturowanymi.

**Podsumowując stwierdzam, że przedstawiony do oceny cykl artykułów stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna co odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust.1 pkt.2b ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

### 3.3. Ocena wartości naukowej osiągnięć konstrukcyjnych i technologicznych

Do oceny Habilitantka zgłosiła 3 oryginalne osiągnięcia konstrukcyjne i technologiczne. Są to dwa patenty (Patent nr 230836, 2018 r. oraz Patent nr 234484, 2020 r.) oraz opracowaną koncepcję, budowy oraz badań wstępnych prototypowego testera tribologicznego o pełnym kącie opasania.

Wkład Habilitantki w powstanie patentu nr 230836 pt. *Głowica narzędziowa do wytwarzania węzła ślizgowego, zwłaszcza jednoimiennego*, autorstwa: Lidia Gałda i Waldemar Koszela polegał na opracowaniu konstrukcji urządzenia, zaprojektowaniu elementów wchodzących w skład urządzenia, doborze elementów składowych, budowie prototypu i testowaniu urządzenia w celu weryfikacji poprawności działania.

Wkład Habilitantki w powstanie patentu nr 234484 pt. *Łożysko ślizgowe, zwłaszcza jednoimienne, sposób jego wytwarzania oraz narzędzie do stosowania tego sposobu*, autorstwa: Lidia Gałda polegał na opracowaniu konstrukcji elementów udarowych, które umożliwiają uzyskanie zdeterminowanej topografii powierzchni po zastosowaniu obróbki nagniataniem. W ramach prowadzonych przez Habilitantkę badań technologicznych wykonano prototypowe elementy udarowe, opracowano system sterowania i przetestowano skuteczność obróbki przy zastosowaniu przedmiotów obrabianych z materiałów utwardzonych cieplnie.

Wkład Habilitantki w powstanie stanowiska polegał na kompleksowym opracowaniu konstrukcji urządzenia, zaprojektowaniu systemów (obciążania, smarowania, napędzania, sterowania) oraz elementów, wchodzących w skład stanowiska, doborze elementów składowych, budowie prototypu i testowaniu urządzenia w celu weryfikacji poprawności działania.

**Analizując wartość naukową osiągnięć konstrukcyjnych i technologicznych Habilitantki można śmiało stwierdzić, że mają znaczny wpływ na rozwój dyscypliny**

## **Inżynieria mechaniczna co odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust.1 pkt.2c ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

### *3.4. Podsumowanie osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój dyscypliny*

Habilitantka poprzez swoje badania i publikację wyników przyczyniła się do wyjaśnienia wpływu różnych czynników technologicznych, konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na właściwości tribologiczne teksturowanych węzłów tarcia. W obszarze badań technologicznych Habilitantka opracowała metody i narzędzia umożliwiające kształtowanie struktury geometrycznej powierzchni (płaskich, cylindrycznych, walcowych) elementów węzłów ślizgowych, charakteryzującej się wgłębieniami o określonym kształcie, wielkości i rozmieszczeniu na powierzchni w różnych układach. Prowadzone przez Habilitantkę badania technologiczne wymagały dobrania parametrów technologicznych obróbki oraz analizy wpływu określonej technologii na właściwości technologicznej warstwy wierzchniej. Badania eksploatacyjne nakierowane były na ocenę wpływu teksturowanej powierzchni w różnych warunkach pracy dla różnorodnych węzłów tarcia. Wyjaśnienie mechanizmów zużycia i mechanizmów działania wgłębień ukształtowanych w powierzchni ślizgowej smarowanych węzłów tarcia było najważniejszym zadaniem wśród wszystkich, jakie podjęła Habilitantka dla realizacji celów badań. Realizacja tych zadań wymagała badań z zakresu metrologii warstwy wierzchniej i określenia jej stanu, w tym struktury geometrycznej powierzchni, morfologii powierzchni, składu pierwiastkowego warstwy wierzchniej, identyfikacji produktów zużycia, badanie mikrostruktury, pomiaru i analizy współczynnika tarcia. Badania Habilitantka realizowała na różnych stanowiskach w różnych ośrodkach naukowych.

Wszystkie osiągnięcia naukowe podane przez Habilitantkę jako podstawa ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego tj. monografia naukowa, cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, oryginalne osiągnięcia konstrukcyjne i technologiczne **stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna co odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust.1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

#### **4. Ocena aktywności naukowej**

Kariera naukowa Habilitantki rozpoczęła się po ukończeniu studiów w 2000 roku i skupiała wokół badań związanych z zagadnieniami związanymi z kształtowaniem struktury geometrycznej powierzchni elementów maszyn oraz tarciami i zużyciem węzłów ślizgowych. Habilitantka przed uzyskaniem stopnia doktora:

- opublikowała 16 artykułów naukowych z czego dwa w czasopismach z listy JCR,
- opublikowała 1 rozdział w monografii,
- udział w 8 konferencjach naukowych,
- wykonała trzy projekty i konstrukcje urządzeń wspomagających badania,
- była członkiem komitetu organizacyjnego konferencji naukowej,
- w latach 2006-2008 była wykonawcą projekt badawczego promotorskiego nr N503 016 31/2055 „*Wpływ mikrokieszeni smarowych wygniatanych udarowo na właściwości tribologiczne elementów ślizgowych*”.
- była członkiem Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją - od 2005 r. do chwili obecnej oraz skarbnikiem Polskiego Towarzystwa Tribologicznego o/Rzeszów - od 2005 r. do chwili obecnej,
- odbyła wizytę w Gas Turbine Laboratory w Ottawie (Kanada) - 14 kwietnia 2007 r.,
- była w Zespole Tribologicznym w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji na Politechnice Rzeszowskiej - od 2006 r. do chwili obecnej.

Osiągnięcia naukowe Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora są znacząco większe:

- opublikowała 31 artykułów naukowych z czego 14 indeksowanych w JCR (4 publikacje w WEAR - 200pkt, IF=4,108; 6 publikacji w TRIBOLOGY INTERNATIONAL - 200pkt, IF=4,271; po jednym artykule: ARCHIVES OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING - 140 pkt, IF=3,672; EKSPLOATACJA I NIEZAWODNOŚĆ – MAINTENANCE AND RELIABILITY - 100 pkt, IF=1,525; MECCANICA - 100 pkt, IF=2,183; TRIBOLOGY LETTERS - 100 pkt, IF=2,566 - punktacja czasopism z 2021 roku),
- opublikowała dwie monografie naukowe i 9 rozdziałów w monografiach,
- udział w 27 konferencjach naukowych,
- wykonała cztery opracowania konstrukcyjne i technologiczne w tym dwa patenty: Projekt i konstrukcja głowicy do badań łożysk ślizgowych; Projekt testera tribologicznego o pełnym kącie opasania; Głowica narzędziowa do wytwarzania węzła ślizgowego, zwłaszcza jednoimiennego (patent); Łożysko ślizgowe, zwłaszcza jednoimienne, sposób jego wytwarzania oraz narzędzie do stosowania tego sposobu (patent).
- czterokrotnie była członkiem i dwukrotnie sekretarzem komitetu organizacyjnego konferencji naukowej, dwukrotnie prowadziła sesję tematyczną na konferencji,
- w latach 2014-2016 była wykonawcą projekt badawczego nr UOD-DEM-1-557/001 w ramach przedsięwzięcia pilotażowego – Wsparcie prac naukowych i prac rozwojowych w skali demonstracyjnej Demonstrator+ U-477/G/D. W 2011 roku była kierownikiem projektu badawczego nr U-8319/DS/M w ramach badań młodych naukowców pt.: „Opracowanie koncepcji, budowa oraz badania wstępne prototypowego testera tribologicznego o pełnym kącie opasania”,
- jest członkiem Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją (od 2005 r. do chwili obecnej) i skarbnikiem Polskiego Towarzystwa Tribologicznego o/Rzeszów (od 2005 r. do chwili obecnej) oraz członkiem Polskiego Towarzystwa Tribologicznego (od 2015 r. do chwili obecnej) i członkiem Głównej Komisji Rewizyjnej Polskiego Towarzystwa Tribologicznego (od 2018 r. do chwili obecnej),
- odbyła trzy staże naukowe: w Poitiers University (Francja) – 26÷30 maj 2019, na Politechnice Gdańskiej w Katedrze Konstrukcji Maszyn i Pojazdów – 12÷17 maj 2019 r., na Politechnice Gdańskiej w Katedrze Konstrukcji Maszyn i Pojazdów – 14÷18 maj 2018 r.,
- jest członkiem komitetu redakcyjnego (redaktor tematyczny w obszarze tribologia) w zespole redakcyjnym czasopisma Technologia i Automatyzacja Montażu – od 2020 r.,
- wykonała 45 recenzji w czasopismach o zasięgu krajowym (13 recenzji) i międzynarodowym (32 recenzje),
- uczestniczyła w 3 programach europejskich lub innych programach międzynarodowych: 1. SAP University Alliance Europe – instruktor od 2016 r. do chwili obecnej; 2. Projekt „NAUKA – STAŻ – GOSPODARKA – edycja II” współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego – 4 miesięczny staż pracownika naukowego związany z transferem wiedzy w okresie 1.08.-30.11.2014 r. w firmie Zelnar Sp. Z o.o. w Tajęcinie; 3. Erasmus+ - nauczyciel akademicki studentów z zagranicy studiujących na Politechnice Rzeszowskiej od 2014 r. do chwili obecnej,
- jest w Zespole Tribologicznym w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji na Politechnice Rzeszowskiej - od 2006 r. do chwili obecnej.

Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora uzyskała sumaryczną wartość współczynnika wpływu IF=29,6 dla wszystkich autorów, natomiast uwzględniając udział autorów w publikacjach współczynnik ten wynosi IF=7,83.

Uzyskany przez Habilitantkę indeks Hirscha na dzień recenzowania dorobku w bazie WoS wynosi h=11, natomiast według bazy Sopus h=13.

Liczba cytowań publikacji Habilitantki z dnia 30.03.2021 r. jest następująca:

- według Web of Science (WoS): wszystkie/bez autocytowań 409/369



- według Scopus: wszystkie/bez autocytowań

480/380

Uzyskana przez Habilitantkę suma punktów według punktacji MNiSW lub MEiN:

- po uzyskaniu stopnia doktora: 538,92, w tym za lata 2019÷2020 - 316,66 i za lata 2009÷2018 - 222,26;
- przed uzyskaniem stopnia doktora: za lata 2001÷2008 - 37,92.

**Aktywność naukową dr inż. Lidii Gałdy oceniam bardzo wysoko co odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust.1 pkt.3 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

### **5. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym oraz osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych**

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka może pochwalić się liczną współpracą z otoczeniem gospodarczym:

1. W ramach projektu Demonstrator+ współpraca z firmą Pratt&Whitney Rzeszów w latach 2014-2016.
2. W okresie 1.08-30.11.2014 r. staż w firmie Zelnar Sp. z o.o. w Tajęcinie w ramach projektu „NAUKA-STAZ-GOSPODARKA” zgodnie z umową 1/PNCS/NSGII/2014.
3. Opracowanie opinii o innowacyjności dla firm: Seger, Resmal i Erkado w 2013 r.
4. Badania topografii powierzchni dla firmy WSK Rzeszów w 2010 i 2011 r.
5. Współpraca w ramach projektu 3P Event z firmą Hamilton Sundstrand Poland w roku 2010  
Habilitantka w ostatnim czasie uzyskała również dwa patenty:
  1. Lidia Gałda (100%): Patent nr 234484 – *Łożyisko ślizgowe, zwłaszcza jednoimiennie, sposób jego wytwarzania oraz narzędzie do stosowania tego sposobu*. 2020 r.
  2. Lidia Gałda (50%), Waldemar Koszela (50%): Patent nr 230836 – *Głowica narzędziowa do wytwarzania węzła ślizgowego, zwłaszcza jednoimiennego*. 2018 r.

Dr inż. Lidia Gałda brała również udział w dwóch wdrożeniach innowacyjnej technologii w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka – POIG 1.4-4.1 - Wsparcie projektów celowych i wsparcie wdrożeń wyników prac B+R:

1. Świrad S., Koszela W., Sęp J., Pawlus P., Gałda L.: Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii produkcji form wtryskowych. Zadanie 2. Badania przemysłowe etap 2. *Pomiary i badania efektów uzyskanych po nagniataniu hydrostatycznym*; 2011.
2. Świrad S., Sęp J., Koszela W., Gałda L.: Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii produkcji form wtryskowych. Zadanie 3. Prace rozwojowe etap 1. *Opracowanie parametrów obróbki*; 2012.

W okresie 2010-2020 Habilitantka wykonała 14 ekspertyz lub opracowań:

1. Sęp J., Smykla J., Gałda L.: Sprawozdanie z badań: „Opracowanie modelu numerycznego i aplikacji obliczeniowej do symulowania przepływów w szczelinach smarowych węzłów ślizgowych”. Umowa U – 19079; 2019 r.
2. Gałda L.: Sprawozdanie z badań w ramach projektu Demonstrator+: „Analiza wyników badań właściwości filmu olejowego”. Umowa nr 1/KTMiIP/DEM/2016/U-477, 2016 r.
3. Gałda L.: Sprawozdanie z badań w ramach projektu Demonstrator+: „Opracowanie koncepcji i zaprojektowanie stanowiska do badań filmu olejowego”. Umowa nr 35/KTMiIP/DEM/2014/U-477, 2014 r.
4. Gałda L.: Raport nr 5 do umowy 1/PNCS/NSGII/2014 z dn. 12.12.2014 r. w ramach projektu „NAUKA-STAZ-GOSPODARKA” – edycja II.
5. Gałda L.: Raport nr 4 do umowy 1/PNCS/NSGII/2014 z dn. 30.11.2014 r. w ramach projektu „NAUKA-STAZ-GOSPODARKA” – edycja II.
6. Gałda L.: Raport nr 3 do umowy 1/PNCS/NSGII/2014 z dn. 31.10.2014 r. w ramach projektu „NAUKA-STAZ-GOSPODARKA” – edycja II.

7. Gałda L.: Raport nr 2 do umowy 1/PNCS/NSGII/2014 z dn. 30.09.2014 r. w ramach projektu „NAUKA-STAZ-GOSPODARKA” – edycja II.
8. Gałda L.: Raport nr 1 do umowy 1/PNCS/NSGII/2014 z dn. 31.08.2014 r. w ramach projektu „NAUKA-STAZ-GOSPODARKA” – edycja II.
9. Gałda L., Świrad S.: Opracowanie opinii o innowacyjności – Wdrożenie innowacyjnej linii produkcyjnej paneli ogrodzeniowych przez firmę RES-MAL Sp.j. Umowa nr U-72/13. Firma Resmal, 2013 r.
10. Dzierwa A., Gałda L., Świrad S.: Opracowanie opinii o innowacyjności – Zakup innowacyjnych urządzeń produkcyjnych i wdrożenie nowego procesu produkcyjnego przez firmę SEGER Cutting Tools. Umowa nr RM-651-424-U-335/13, 2013 r.
11. Dzierwa A., Gałda L., Świrad S.: Opracowanie opinii o innowacyjności – Wzrost konkurencyjności firmy ERKADO poprzez zakup innowacyjnej linii produkcyjnej. Umowa nr RM-651-486-U-349/13, 2013 r.
12. Gałda L.: Opracowanie koncepcji, budowa oraz badania wstępne prototypowego testera tribologicznego o pełnym kącie opasania. Umowa U-8319/DS/M, 2011 r.
13. aficznych oraz właściwości chemicznych próbek po cięciu laserowym a także opracowanie raportu zbiorczego z badań dla WSK-PZL Rzeszów, 2011 r.
14. Sęp J., Pawlus P., Dzierwa A., Gałda L.: Wykonanie badań topograficznych próbek po różnych procesach wytwarzania oraz opracowanie raportu zbiorczego z badań dla WSK-PZL Rzeszów, 2010 r.

Pani Lidia Gałda brała udział w pracach komisji oceniającej najlepsze prac dyplomowe w ramach Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją w 2020 r. oraz w zespole Konkursu Podkarpackiej Nagrody Jakości.

Prowadzi zajęcia na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej na studiach pierwszego i drugiego stopnia oraz dla studentów z programu Erasmus+.

Jako promotor sprawowała opiekę naukową nad 69 studentami, w tym pełniłam funkcję promotora prac inżynierskich 18 prac i 51 prac magisterskich. Wykonała 24 recenzje prac dyplomowych. Pracuję również jako członek komisji egzaminacyjnych prac dyplomowych.

Była również promotorem pomocniczym w 1 przewodzie doktorskim (praca obroniona z wyróżnieniem – posiedzenie Rady Wydziału w dniu 10.05.2017 r.).

Jest członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia.

## 6. Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się zarówno z przedstawioną do recenzji monografią naukową, cyklem powiązanych tematycznie 9 artykułów naukowych, 3 oryginalnymi osiągnięciami konstrukcyjnymi i technologicznymi jak i całością dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego jak również współpracą z otoczeniem społecznym i gospodarczym uważam, że dr inż. Lidia Gałda spełnia wymagania stawiane przez Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z późn. zm.) kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, jej dorobek naukowy stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni.

**Uwzględniając wszystkie aspekty poruszane w niniejszej recenzji uważam, że działalność naukowa dr inż. Lidii Gałdy w pełni wyczerpuje warunki określone w art.219 ust.1 pkt.2 i 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Na tej podstawie wnioskuje o dopuszczeniu dr inż. Lidię Gałdę do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego i nadania jej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie: nauki inżynierjino - techniczne w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**