



OCENA

osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
dr. inż. Michała Wodtke
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Recenzja została przygotowana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej, prof. Dariusza Mikieliewicza, z dnia 0.11.2017 r.

Podstawę opinii stanowił zbiór dokumentów zawierający cykl publikacji oraz autoreferat wraz z kompletem załączników.

Sylwetka naukowa Kandydata

Dr inż. Michała Wodtke jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej, po obronieniu w 2002 roku pracy dyplomowej pt.: *Analiza konstrukcyjna i projekt modernizacji przyrządu do pomiaru wewnętrznej geometrii rurociągu*, na kierunku *Mechanika i budowa maszyn*, specjalność *Napędy, sterowanie i automatyzacja maszyn*.

W toku 2015 uzyskał na tym samym Wydziale stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Budowa i eksploatacja maszyn* na podstawie rozprawy *Modelowanie hydrostatycznego wspomaganie w hydrodynamicznym łożysku wzdlużnym*. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Antoni Neyman.

Od roku 2006 roku jest zatrudniony w Katedrze Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn na stanowisku adiunkta.

Zainteresowania naukowe Kandydata obejmują głównie problematykę hydrodynamicznych łożysk ślizgowych wzdlużnych, aczkolwiek w swojej działalności zajmował się również hydrodynamicznymi łożyskami poprzecznymi, w tym smarowanymi wodą.

Opublikował dotychczas 53 prace (8 z bazy WoS), 2 rozdziały w książkach, był współautorem 10. referatów (4. za granicą). W prezentowanym cyklu 12. prac 3 stanowią opracowania samodzielne. Liczba cytowań według bazy WoS – 59, liczba Hirscha – 4. Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według Journal Citation Reports – 8,26 (dla publikacji przedstawionych do oceny w ramach postępowania habilitacyjnego wynosi IF = 7).

Ocena osiągnięcia naukowego

Kandydat przedstawił do oceny, jako osiągnięcie naukowe wg art. 16. ust. 2 p.1, jednotematyczny cykl 12. prac, zatytułowany: *Rozwój teoretycznych i eksperymentalnych*

metod badawczych hydrodynamicznych łożysk wzdłużnych, który stanowią: jedna monografia, 8 artykułów oraz 3 referaty:

1. **Wodtke M.** (100 %): Hydrodynamiczne łożyska wzdłużne z warstwą ślizgową z PEEK, **Monografia** nr 161. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej 2017, s. 216.
2. **Wodtke M.** (100 %): Hydrodynamic thrust bearings with polymer lining. *Tribologia: Tarcie, Zużycie i Smarowanie*, Nr 4 (2016), s. 225-237.
3. **Wodtke M.** (80 %), Wasilczuk M.: Evaluation of apparent Young's modulus of the composite polymer layers used as sliding surfaces in hydrodynamic thrust bearings. *Tribology International*, Vol. 97 (2016), s. 244-252, (**JCR IF 2,903**).
4. Wasilczuk M., **Wodtke M.** (50 %), Braun W.: Centrally pivoted tilting pad thrust bearing with carbon-based coated collar - experimental results of low- and medium-speed operation. *Tribology Transactions*, vol. 58 (Nr 5), 2015, s. 882-893, (**JCR IF 1,418**).
5. **Wodtke M.** (33 %), Olszewski A., Wasilczuk M.: Application of the Fluid-Structure Interaction technique for the analysis of hydrodynamic lubrication problems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part J - Journal of Engineering Tribology*, vol. 227 (Nr 8), 2013, s. 888-897, (**JCR IF 0,660**).
6. **Wodtke M.** (40 %), Schubert A., Fillon M., Wasilczuk M., Pajęczkowski P.: Large hydrodynamic thrust bearing: comparison of the calculations and measurements. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part J - Journal of Engineering Tribology*, vol. 228 (Nr 9), 2014, s. 974-983, (**JCR IF 0,916**).
7. Pajęczkowski P., Schubert A., Wasilczuk M., **Wodtke M.** (15 %): Simulation of large thrust-bearing performance at transient states, warm and cold start-up. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part J - Journal of Engineering Tribology*, vol. 228 (Nr 1), 2014, s. 96-103, (**JCR IF 0,916**).
8. **Wodtke M.** (40 %), Fillon M., Schubert A., Wasilczuk M.: Study of the influence of heat convection coefficient on predicted performance of a large tilting-pad thrust bearing. *Journal of Tribology – Transactions of the ASME*, vol. 135 (Nr 2), 2013, s. 1-11, (**JCR IF 0,897**).
9. Dąbrowski L., Pajęczkowski P., Rotta G., Wasilczuk M., **Wodtke M.** (15 %): Improving performance of large thrust bearings through modeling and experimentation. *Mechanics & Industry*, vol. 14, Nr 4, 2013, s. 267-274, (**JCR IF 0,206**).
10. Wasilczuk M., **Wodtke M.** (50 %): Influence of collar deformations on hydrodynamic thrust bearing performance. *ASME/STLE International Joint Tribology Conference*, 22-24 Październik 2007, San Diego, USA.
11. **Wodtke M.** (100 %): Experimental comparison of hydrodynamic thrust bearings with different pad surface materials. 14th EDF/Pprime Workshop: "Influence of design and materials on journal and thrust bearing performance", 8-9 Październik 2015, Futuroscope, Francja.
12. **Wodtke M.** (80 %), Wasilczuk M.: Effect of coating material properties on tilting-pad thrust bearing performance. 12th EDF/Pprime Workshop: "Solutions for performance improvement and friction reduction of journal and thrust bearings", 17-18 Wrzesień 2013, Futuroscope, Francja.

Przedstawiony cykl publikacji dotyczy zagadnień ślizgowych łożysk wzdłużnych z wahlowymi segmentami, w zakresie podnoszenia ich osiągnięć dwoma drogami: technologiczną, poprzez nakładanie na powierzchni segmentów powłok, oraz konstrukcyjną, poprzez doskonalenie metod analiz teoretycznych pozwalających na optymalizowanie projektowe. Łączenie tych dwóch sposobów w odniesieniu do tego typu łożysk jest domeną silnego zespołu badawczego Politechniki Gdańskiej, którego Kandydat jest członkiem, i co w sposób naturalny stało u podstaw jego rozwoju naukowego.

Zainteresowanie Kandydata teoretycznym i eksperymentalnym badaniem skutków pierwszego z powyższych sposobów przejawia się w wymienionych w powyższym cyklu pierwszych czterech publikacjach oraz w referatach zamieszczonych na ostatnich 3. pozycjach wykazu. Dotyczy to głównie łożysk z nałożonymi na powierzchnie segmentów powłokami polimerowymi, ale jest wśród nich również praca dotycząca powłoki DLC. Prace te wydane zostały w czasopismach *Tribology International*, *Tribologia*, *Tribology Transactions*, w obszernej, autorskiej monografii, a także przedstawione na konferencjach we Francji (*Futuroscope*, 2013 i 2015). Udział Kandydata w autorstwie tych publikacji jest największy i wynosi średnio 92 %. Zainteresowania drugim sposobem ilustrują publikacje wymienione na pozycjach: 5, 6, 7, 8 i 10, wydane głównie w czasopiśmie *Journal of Engineering Tribology*. Udział w nich Kandydata wynosi średnio 36 %.

Ważnym aspektem prowadzonych przez dr. Michała Wodtke badań jest to, że obejmują one skrupulatnie realizowane eksperymenty. Ich znaczenie, co wykazał, jest kluczowe dla pierwszej z wymienionych wyżej dróg: określenia skuteczności pokrywania powierzchni wahlowych segmentów powłokami, które łagodziłyby przede wszystkim niekorzystne skutki tarcia mieszanego w nieustalonych stanach pracy łożysk, występujących przy rozruchu i zatrzymywaniu, ale które mają też znaczący, konieczny do określenia, wpływ na proces smarowania. Tarcie mieszane należy do tych obszarów tribologii, które, z uwagi na złożoność zachodzących równocześnie zjawisk, ich zależność od wielu czynników (materiałowych, konstrukcyjnych, eksploatacyjnych), a także niedostępność strefy tarcia – nie doczekały się zadowalających opisów, które pozwoliłyby na aprioryczne antycypowanie na drodze teoretycznej, tym bardziej projektowej, odpowiednich rozwiązań technicznych. Z tych samych względów eksperymenty mają również istotne znaczenie w odniesieniu do drugiej drogi - analiz teoretycznych, w celu weryfikacji ich poprawności. Zwłaszcza, że proponowane przez Kandydata wprowadzanie do strefy styku powłok powoduje radykalne, w małym stopniu możliwe do wyliczenia, zmiany właściwości systemu tribologicznego jaki stanowi strefa tarcia, pod względem mechanicznym (wartości i rozkłady naprężeń i odkształceń), cieplnym (pojemność i przewodność cieplna, wartości i rozkłady temperatury) oraz materiałowym (zmiana lepkości środka smarowego, zmiana wytrzymałości na ścinanie materiału wierzchołków mikronierówności etc.). Nawet jeśli teoretycznie można określić wpływ niektórych czynników (pojedynczo, rzadko w kombinacji) na końcowy, najważniejszy w tym przypadku „skutek tribologiczny”, jakim jest grubość warstwy smarowej rozdzielającej powierzchnie elementów trących, to istniejące sprzężenie zwrotne pomiędzy tymi czynnikami wymusza eksperymentalną weryfikację efektów rozwiązań otrzymanych na drodze obliczeń.

Wszystkie powyższe uwarunkowania powodują to, że postęp w obszarze techniki tego typu łożyskowania możliwy jest wyłącznie poprzez skorelowaną aplikację najnowszych rozwiązań technologicznych i teoretycznych (szczególnie w sensie narzędziowym), z uwzględnieniem doskonalenia podejścia metodologicznego, możliwego m.in. dzięki rozwojowi technik pomiarowych. Świadomy tego Kandydat jako nadrzędny cel swoich głównych dociekań naukowych, których efekty przedstawił do oceny w ramach postępowania habilitacyjnego, postawił opracowanie własnej, teoretyczno-eksperymentalnej metodyki badań dla ustalonych i przejściowych stanów działania łożysk wzdlużnych z wahlowymi segmentami z różnymi skojarzeniami materiałowymi powierzchni ślizgowej.

Analiza dostarczonego dorobku wykazuje, że cel ten został w zadowalającym stopniu osiągnięty, a uzyskane wyniki naukowe, dyskutowane w międzynarodowym obiegu, stanowią rozwiązania oryginalne, w pełni wystarczające do pozytywnej oceny w procesie dysertacyjnym.

Uogólniając oryginalne osiągnięcia naukowe Kandydata, do najważniejszych, można zaliczyć:

- Opracowane, zaawansowane modele komputerowe pozwalające na bardziej szczegółowe, od dotychczas stosowanych, analizy teoretyczne łożysk wzdłużnych. Modele dotyczą łożysk z pokryciem powierzchni ślizgowej stopem łożyskowym oraz warstwą polimerową,
- Opracowane oraz zweryfikowane metodyki pomiarów najważniejszych parametrów materiałowych pokrycia polimerowego łożysk, niezbędnych w badaniach teoretycznych - współczynnika przewodzenia ciepła przez warstwę, modułu sztywności i jej zależności od temperatury,
- Opracowane, na potrzeby weryfikacji wyników badań teoretycznych, metodyki badań doświadczalnych działania łożysk w stanach ustalonych oraz w stanach nieustalonych. Jej weryfikacji dokonano dla segmentów z pokryciem wysokocynowym stopem łożyskowym i kompozytem polimerowym oraz dla segmentów bez pokrycia, współpracujących z tarczą z powłoką DLC.
- Wartościowe, pozwalające na uogólnienia, wyniki porównania rezultatów stosowanych dotychczas modeli obliczeniowych z rezultatami uzyskanymi na drodze eksperymentalnej.

Badania, prowadzone przez Kandydata, stopniem zagłębiania się w opracowywane zagadnienia, wykorzystywaniem nowatorskich narzędzi, a także poziomem uzyskiwanych wyników odpowiadają najnowszemu trendom obserwowanym w tribologii. Sprawnie i efektywnie posługuje się, rozwijanymi w zespole tribologów Politechniki Gdańskiej do analiz obliczeniowych łożysk hydrodynamicznych, nowoczesnymi systemami komputerowymi: przepływowej-strukturalnej interakcji (*Fluid-Structure-Interaction* - FSI), obliczeniowej mechaniki płynów (*Computational Fluid Dynamics* - CFD), obliczeniowej mechaniki ciała stałego (MES). Jego sporym twórczym osiągnięciem technicznym była odpowiednia modernizacja unikatowego, nie tylko w kraju, stanowiska do badań hydrodynamicznych łożysk wzdłużnych.

Jako pierwszą z pozycji powyższego cyklu Kandydat wymienił monografię pt. *Hydrodynamiczne łożyska wzdłużne z warstwą ślizgową z PEEK*, wydaną w 2017 r. przez Politechnikę Gdańską, recenzowaną przez prof. Jarosława Sępa oraz prof. Wojciecha Wielebę. Jest to wartościowe opracowanie, ujmujące - na tle istniejącego stanu wiedzy w obszarze określonym tytułem - spory, najważniejszy dorobek Autora w zakresie własnej, zweryfikowanej eksperymentalnie metodyki badań teoretycznych łożysk wzdłużnych. O nowatorskości tego podejścia świadczy uwzględnienie w analizach kilku, niebranych dotychczas pod uwagę, czynników (warstwy pośredniej pomiędzy powłoką a podłożem, przepływu smaru w przestrzeni międzysegmentowej, wyznaczania zastępczego modułu sprężystości wzdłużnej w funkcji temperatury). Stosując przy tym metodę obliczeniową FSI wykazał, w porównaniu do podejścia dotychczas stosowanego, znaczące różnice w wartościach maksymalnych i rozkładach ciśnienia i temperatury, grubości i kształtu filmu smarowego oraz deformacjach - sprężystych i powodowanych rozszerzalnością cieplną. Z analiz tych wynika wiele istotnych dla praktyki wniosków, np. taki, że segmenty z pokryciem polimerowym

(uwzględniając PTFE oraz PEEK) wykazujące mniejszą sztywność niż segmenty z warstwą babbitu, umożliwiają kompensację większych błędów rozmiarów (wysokości) oraz kształtu powierzchni segmentów. Wartością tych stwierdzeń jest również to, że zostały zweryfikowane eksperymentalnie, przy czym dokonana osobiście modyfikacja i przystosowanie stanowiska do badań pozwoliły na ukazanie szeregu technicznych problemów pomiarowych, które udało się rozwiązać, i które rozwiązać jeszcze należy.

Realizacja postulatu Bowdena-Tabora – miękkiej powłoki na twardym podłożu – dokonana przy zamianie klasycznego pokrycia (warstwami z metalicznych stopów miękkich) powłokami polimerowymi zmienia w dużym stopniu warunki tworzenia filmu smarowego. Kandydat stosując szeroki wachlarz analiz i narzędzi obliczeniowych, a także wyznaczając istotne zależności na drodze doświadczalnej, znacząco zredukował ograniczenia warunków brzegowych (założeń upraszczających) przy określaniu tworzenia filmu smarowego wg zależności Reynoldsa. Stosując przy wyznaczaniu wartości i rozkładów nacisków powierzchniowych i grubości warstwy smaru model TEHD, wziął pod uwagę wszystkie istotne czynniki, które charakteryzowały odmienność strefy tarcia z warstwą polimerową w stosunku do strefy z babbitem. Większa rozszerzalność cieplna polimeru powoduje zmniejszenie grubości warstwy smarowej co zwiększa możliwości jej przzerwania; efekt ten wzmacnia mniejsza przewodność cieplna – gorsze odprowadzenie ciepła powoduje wzrost temperatury, co obniża lepkość smaru. Z drugiej strony – cieńsza warstwa smarowa i zmniejszające się ze wzrostem temperatury opory lepkiego ścinania smaru obniżają opory ruchu. Biorąc to wszystko pod uwagę, a także dodatkowo (podejście oryginalne) problem cieplnych skutków opływu segmentów przez smar, Kandydat ustalił teoretycznie i zweryfikował eksperymentalnie to, iż ostateczny efekt stosowania polimerowych powłok jest korzystny w stosunku do rozwiązań klasycznych (z warstwą metalową).

Pozytywnie oceniając wartość uzyskanych przez Kandydata wyników należy stwierdzić, że kategoryczność dotycząca wykazania korzyści ze stosowania powłok polimerowych w łożyskach wzdluznych na razie powinna być nieco złagodzona. Ukazane, dobre efekty dotyczą tylko oporów ruchu (tarcia); należy mieć nadzieję, że podjęte będą prace dotyczące również problemu trwałości - odporności na zużywanie. Miękkie pokrycia stopem metalowym stosowane jest po to, by zapewnić łatwe ścinanie szczepień materiałów elementów trących w przypadku przzerwania filmu smarowego i wystąpienia tarcia mieszanego. O to samo chodzi w przypadku pokryć polimerowych, niemniej odmienny mechanizm destrukcji, powodowany namazywaniem się polimeru na metalowego partnera tarcia, efektem czego jest zamiana tarcia zewnętrznego polimer-metal na tarcie wewnętrzne w polimerze (lepkie ścinanie) zwiększające opory ruchu i pogarszające z czasem właściwości cieplne układu, może prowadzić do zmiany struktury polimeru (sieciowania) i jego wykruszania.

Warte podkreślenia jest to, że nabyta biegłość Kandydata w badaniach łożysk z segmentami pokrytymi różnymi powłokami pozwala na uwzględnienie najnowszych technologii wytwarzania powłok, w tym również metodami PVD. Przeprowadzone przez niego badania wykorzystania powłok DLC, które można uznać za badania wstępne, dały zachęcające rezultaty. Powłoki te, nominalnie twarde w porównaniu do wytworzonych z babbitem i polimeru, zapewniają wszakże ten sam przypadek tarcia, który opisuje model Bowdena-Tabora (warstwa materiału o małej wytrzymałości na obciążenie styczne na twardym podłożu), jednakże z innym

mechanizmem. Mimo używanego określenia DLC, warstwa taka zawiera nie tylko struktury sp^3 , ale też grafitu sp^2 , który zapewnia w przypadku tarcia mieszanego niskie opory ruchu, powodowane wyłącznie słabymi siłami van der Waalsa pomiędzy płytkami grafitu. Ponadto, w badanych przez Kandydata przypadkach, łożysko ze skojarzeniem materiałowym DLC/stal było zdolne do działania w warunkach tarcia płynnego przy mniejszych wartościach liczby Herseya niż łożyska z pokryciem babbitem czy z pokryciem PEEK.

Podsumowując oceniany powyżej materiał stanowiący treść jednotematycznego cyklu publikacji stwierdzić należy, że nadany mu tytuł „*Rozwój teoretycznych i eksperymentalnych metod badawczych hydrodynamicznych łożysk wzdłużnych*” właściwie odzwierciedla duży, szybko pomnażany dorobek, świadczący o ciągłym rozwoju naukowym Kandydata.

Wysoko należy ocenić monografię scalającą ten materiał, a także stanowiącą spore kompendium istniejącej wiedzy z obszaru tribologicznych badań ślizgowych łożysk wzdłużnych z wahlowymi segmentami. Monografia ta została wyróżniona 2017 r. doroczną Nagrodą Polskiego Towarzystwa Tribologicznego. Zawiera ona bogaty materiał badawczy, szereg wyników, analiz, komentarzy i odniesień. Znacząca część zawartego w niej materiału prezentowana była w syntetycznej formie w większości prac zaliczonych do omawianego cyklu, w których autorski udział Kandydata był dominujący. Dotyczy to zwłaszcza publikacji:

- *Hydrodynamic thrust bearings with polymer lining*. Tribologia: Tarcie, Zużycie i Smarowanie, Nr 4, 2016 (100% własnego udziału),
- *Evaluation of apparent Young's modulus of the composite polymer layers used as sliding surfaces in hydrodynamic thrust bearings*. Tribology International, Vol. 97, 2016 (80%),
- *Application of the Fluid-Structure Interaction technique for the analysis of hydrodynamic lubrication problems*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part J - Journal of Engineering Tribology, vol. 227 (Nr 8), 2013, 33%,

a także referatu:

- *Experimental comparison of hydrodynamic thrust bearings with different pad surface materials*. 14th EDF/Pprime Workshop: Influence of design and materials on journal and thrust bearing performance. Futuroscope, Francja 2015 (100%).

Kandydat swoje osiągnięcia przedstawiał w postaci referatów na konferencjach naukowych (8. w tym 4. na konferencjach zagranicznych - USA, Francja, Finlandia). Brał udział w najważniejszych krajowych konferencjach tribologicznych: Inżynieria Łożyskowania oraz Jesiennych Szkołach Tribologicznych, a także warsztatów i seminariów tribologicznych. Od 2006 roku jest stałym uczestnikiem EDF/Pprime Workshop w Poitiers (Francja), gdzie w 2015 r. otrzymał pierwszą nagrodę *Best Poster Award* Francuskiej Sekcji American Society of Mechanical Engineers (ASME).

Będąc przedmiotem pozyskiwanego dorobku naukowego Kandydata problematyka jest aktualna, jej rozwiązywanie cechuje komplementarny (teoretyczno-eksperymentalny) sposób podejścia, uzyskane wyniki mają dużą wartość naukową i techniczną. Zasadność jej podejmowania i użyteczność praktyczną uzyskiwanych przez Kandydata wyników potwierdza zainteresowanie działających w skali globalnej koncernów z branży energetyki wodnej i łożyskowej (Alstom Hydro, Andritz, Schaeffler, VATEch, Waukesha Bearings).

Ocena pozostałej, istotnej aktywności naukowej Kandydata

Pozostała, nieobjęta ocenianym cyklem publikacji działalność naukowa Kandydata, związana jest również z problemami łożyskowania ślizgowego, podejmowanymi w macierzystej Katedrze. Przejawia się ona głównie poprzez uczestnictwo w zespołach realizujących pozyskiwane na drodze konkursowej projekty naukowe (KBN, MNiSW, NCBiR).

Jako główny wykonawca uczestniczył w projekcie badawczym KBN pt. *Badania teoretyczne i doświadczalne wielopowierzchniowych łożysk hydrodynamicznych podpartych na czaszy kulistej*. Jego autorstwa był parametryczny model komputerowy systemu podparcia łożyska oraz przeprowadzone z jego wykorzystaniem badania mające na celu określenie warunków niezbędnych do uzyskania samonastawności eksploatacyjnej dla różnych rozwiązań postaci konstrukcyjnych wahliwego podparcia.

Kandydat brał udział w charakterze głównego wykonawcy w projektach finansowanych przez KBN i NCBiR, w których przedmiotem badań były hydrodynamiczne łożyska poprzeczne smarowane wodą. W projekcie pt. *Charakterystyki pracy ekologicznych łożysk foliowych poprzecznych smarowanych wodą z uwzględnieniem wpływu przytarcia powłoki łożyskowej* opracował, wykorzystany do badań symulacyjnych, parametryczny, przestrzenny model obliczeniowy części strukturalnej łożyska foliowego. Opracował też model obliczeniowy pozwalający na uwzględnienie lokalnych deformacji panewki łożyskowej, która wykonana była z materiału o zwiększonej podatności w porównaniu do łożyska sztywnego. Model ten został wykorzystany do badań teoretycznych procesów elastohydrodynamicznych oraz ukosowania wału, towarzyszących działaniu łożysk smarowanych wodą.

W projekcie pt. *Nowe ekologiczne łożysko foliowe smarowane wodą – metodyka projektowania i badania doświadczalne prototypów* opracował nowatorski sposób analizy obliczeniowej łożyska z wykorzystaniem metody FSI. Pozwalał on na równoczesne analizowanie zjawisk związanych z przepływem wody w filmie i sprężystością elementów łożyska oraz ich wzajemnej interakcji. Przeprowadził szereg symulacji komputerowych dla różnych wartości wymuszeń działających na łożysko oraz dla różnych parametrów konstrukcyjnych i materiałowych łożyska, co umożliwiło opracowanie prototypu łożyska poprzecznego o polepszonych cechach eksploatacyjnych.

Dorobek i oświadczenia zespołu, którego członkiem jest kandydat, w obszarze badań różnych odmian konstrukcyjnych łożysk hydrodynamicznych oraz działających z różnym środkiem smarowym, zaowocowały pozyskaniem dwóch projektów badawczych NCN w konkursie OPUS12 (rozstrzygniętym w 2017r.). Jako jeden z głównych wykonawców będzie wykonawcą części badań teoretycznych dot. łożysk działających z wykorzystaniem lewitacji akustycznej oraz wodnych łożysk hydrodynamicznych, działających w niekorzystnych warunkach pracy.

Wszystkie zrealizowane projekty były ściśle związane z tematyką łożysk hydrodynamicznych, która jest główną dziedziną zainteresowań naukowych Kandydata. Wyniki tej działalności zostały zamieszczone w 16 publikacjach.

Oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne, ekspertyzy, wdrożenia

Profesjonalna działalność Kandydata dotyczy również problemów technicznych. Przedstawiona do oceny miała charakter prac B+R, zrealizowanych głównie na zapotrzebowanie jednostek przemysłowych, spośród których był kierownikiem 6. Prace te obejmowały głównie zagadnienia inżynierii łożyskowania (w szczególności hydrodynamicznych łożysk wzdłużnych), ale dotyczyły też innych problemów związanych z budową i eksploatacją maszyn. Był autorem (samodzielnie lub w zespole badawczym) 24. opracowań, w tym 18. ekspertyz, dla takich firm jak: GE (wcześniej Alstom), Andritz, Schaeffler Technologies GmbH, VATEch Escher Wyss GmbH, ZRE Gdańsk, Mondi Packaging S.A., Soda Ciech S.A., PKN Orlen S.A., Lotos Petrobaltic S.A., KGHM Polska Miedź S.A.

Uczestniczył w modernizacjach hydrodynamicznych łożysk nośnych hydroturbin dużych elektrowni wodnych, opracowaniu projektów i wdrożeniu hydrodynamicznych łożysk wzdłużnych ze specjalną konstrukcją podparcia (Elektrownie Szczytowo-Pompowe Porąbka-Żar i Żydowo, f-ma SIEMENS, Grupa Azoty S.A.). Samodzielnie opracował projekt wdrożonej modernizacji hydrodynamicznego łożyska wzdłużnego Elektrowni Wodnej Trzyszczyń.

Był zaangażowany w rozwój polskiego wiatrakowca (NOVA Sp. z o.o.), kierując zespołem odpowiedzialnym za analizy obliczeniowe elementów struktury jednostki, a także w szeregu prac związanych z ekspertyzami oraz przebudową platform wiertniczych będących w posiadaniu Lotos Petrobaltic, odpowiadając za analizy obliczeniowe elementów platformy.

Jest współautorem patentu oraz wzoru użytkowego. Obydwa wynalazki uzyskały ochronę UP RP oraz zostały wdrożone.

Działalność aplikacyjną Kandydata należy ocenić jako bogatą; jest różnorodna pod względem formy (autorstwo projektów i ekspertyz, kierowanie pracami) i obszarów tematycznych, ale dominuje specjalizowanie się w obszarze, w którym zawiera się jego działalność naukowa.

Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach

Kandydat był kierownikiem jednego, pozyskanych na drodze konkursowej, projektu nr N502 4579 33 pt. Badania hydrodynamicznych łożysk wzdłużnych z polimerową warstwą ślizgową, finansowanego przez KBN w latach 2007-2010. Ponadto brał udział w 5. projektach badawczych KBN i NCBiR, w których był głównym wykonawcą. Wszystkie zrealizowane projekty były ściśle związane z tematyką łożysk hydrodynamicznych (głównie wzdłużnych, ale także poprzecznych, w tym smarowanych wodą).

Liczba pozyskanych projektów krajowych, w których uczestniczył jest spora. Nie uczestniczył w żadnym projekcie międzynarodowym.

Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i w zakresie popularyzacji nauki

Dydaktyczna działalność Kandydata związana jest głównie z *Budową i eksploatacją maszyn* na kierunkach: *Mechanika i Budowa Maszyn, Mechatronika, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji,*

Inżynieria Mechaniczno-Medyczna, Transport. Prowadził wykłady, ćwiczenia i laboratorium z przedmiotów: *Podstawy Konstrukcji Maszyn, Grafika Inżynierska, Modelowanie w Projektowaniu, Komputerowe modelowanie 3D*. Prowadził laboratorium komputerowe pn. *Modeling in Machine Design* na kierunku *International Design Engineer*.

Jest autorem programu kursów wykorzystania symulacji komputerowych w mechanice; prowadził dla zainteresowanych studentów oraz pracowników uczelni warsztaty praktyczne z zakresu analiz obliczeniowych z wykorzystaniem Metody Elementów Skończonych. Był konsultantem prac doktorskich oraz dyplomowych w zakresie analiz obliczeniowych MES różnych obiektów technicznych.

Za rozwój laboratorium Wydziału Mechanicznego dla kierunku *Mechanika i Budowa Maszyn* otrzymał w 2008 r. nagrodę zespołową rektora Politechniki Gdańskiej.

Kandydat jest recenzentem artykułów w czasopismach z listy JCR; dotychczas wykonał 24 recenzje do czasopism naukowych z dziedziny tribologii: *Tribology International, Proceedings of the IMechE, Mechanics & Industry Tribology Transactions, Journal of Tribology, Advances in Mechanical Engineering*. Recenzował artykuły czasopism z listy B MNiSW, m.in. *Tribologii* oraz *Tribology in Industry*.

Byłem członkiem komitetu organizacyjnego ogólnopolskiej konferencji *XXXV Jesienna Szkoła Tribologiczna* (2016) oraz współorganizatorem warsztatów tribologicznych *Projektowanie i Eksploatacja Łożysk Ślizgowych* (2010).

Jest członkiem: Polskiego Towarzystwa Tribologicznego.

Kandydat jest doświadczonym nauczycielem akademickim. Jego działalność dydaktyczną należy ocenić pozytywnie. Jest aktywny w upowszechnianiu nauki.

Wnioski końcowe

Na podstawie analizy całokształtu pracy naukowej stwierdzam, że dr inż. Michał Wodtke jest wysokiej klasy specjalistą w obszarze hydrodynamicznych łożysk ślizgowych, stanowiących ważny obszar tematyczny dyscypliny *Budowa i eksploatacja maszyn*. Jego osiągnięcia stanowią duży wkład do teorii i praktyki łożysk hydrodynamicznych, w szczególności łożysk wzdlużnych z wahliwymi segmentami. Będąc wartościowym członkiem silnego, najmocniejszego w Polsce w obszarze łożysk ślizgowych, zespołu tribologów Politechniki Gdańskiej, swoją działalnością przyczynia się do nieuchronnego zajęcia przez ten zespół należnego miejsca wśród czołowych badaczy w skali europejskiej.

Zgromadzony i właściwie przedstawiony w dostarczonej dokumentacji dorobek zawodowy dr. inż. Michała Wodtke w zakresie prac naukowych, konstrukcyjnych, wdrożeniowych, a także działalności dydaktycznej i organizacyjnej, w szczególności dorobek przedstawiony w jednotematycznym cyklu publikacji zatytułowanym *Rozwój teoretycznych i eksperymentalnych metod badawczych hydrodynamicznych łożysk wzdlużnych*, jednoznacznie potwierdza zasadność ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. Stwierdzam, że w pełni odpowiada on warunkom stawianym ubiegającym się o nadanie tego stopnia w Ustawie o Stopniach i Tytule Naukowym (Dz. U Nr 65, 2003, Dz U. Nr 164, 2005,

Dz. U. Nr 84, 2011) oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki I Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. Wnoszę o nadanie dr. inż. Michałowi Wodtke stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej *Budowa i eksploatacja maszyn*.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Grzegorz Sankowski", is located in the upper right quadrant of the page.