

Recenzja

dorobku naukowego dr inż. Pawła DUNAJA, w postaci cyklu publikacji powiązanych tematycznie oraz dorobku dydaktycznego i aktywności naukowej, w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Recenzję opracowano na zlecenie Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Zachodnio-pomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, pismem L.dz. WIMiM17/24 z dnia 11.01.2024 r.

Wraz z informacją o powołaniu Komisji Habilitacyjnej otrzymałem kompletną dokumentację wniosku w wersji papierowej i elektronicznej.

Recenzję opracowano po zapoznaniu się z w/w dokumentacją, obejmującą m.in.

- dane personalne Habilitanta,
- wniosek Kandydata o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego i poświadczoną kopię dyplomu doktora,
- autoreferat przedstawiający opis cyklu publikacji i opis osiągnięć naukowych, wykaz dorobku habilitacyjnego - opublikowanych prac naukowych Habilitanta,
- informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i przemysłowej oraz w popularyzacji nauki

Przedstawiona dokumentacja jest sporządzona z dużą starannością i może stanowić podstawę do prawidłowej oceny osiągnięcia we wszystkich wymienionych wyżej obszarach.

Dane osobowe:

1. Imię i Nazwisko: **Paweł Dunaj**
2. Miejsce pracy: **Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie**
3. Adres korespondencyjny: **Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, al. Piastów 19, 70-310 Szczecin**
4. Nr telefonu: **+48 514 623 462**
5. Adres e-mail: **pdunaj@zut.edu.pl**
6. Numer PESEL: 91082607737

Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

- **Doktor nauk inżynieryjno-technicznych** w dyscyplinie inżynieria mechaniczna;
- podmiot nadający stopień: Rada Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie;
- rok uzyskania: 2019;
- temat rozprawy doktorskiej: „**Modelowanie właściwości dynamicznych stalowo-polimerobetonowych korpusów maszyn technologicznych**” (rozprawa obroniona z wyróżnieniem).
- Promotor: dr hab. inż. Marcin Chodźko, prof. ZUT;
- promotor pomocniczy: dr inż. Michał Dolata.
- Recenzenci rozprawy: prof. dr hab. inż. Krzysztof Kaliński (Politechnika Gdańska),
- dr hab. inż. Krzysztof Mendrok, prof. AGH. (Akademia Górniczo-Hutnicza im.

Stanisława Staszica w Krakowie).

- **Magister inżynier, kierunek studiów: mechanika i budowa maszyn**; specjalizacja: komputerowo wspomagane projektowanie i wytwarzanie;
- podmiot nadający tytuł zawodowy: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;
- rok uzyskania - 2015;
- temat pracy magisterskiej: „**Zastosowanie wybranej metody syntezy modalnej do predykcji właściwości dynamicznych obrabiarki**” (praca obroniona z wyróżnieniem). Promotor: dr hab. inż. Marcin Chodźko, prof. ZUT.
- **Inżynier, kierunek studiów: mechatronika; specjalizacja: układy mechatroniczne**;
- podmiot nadający tytuł zawodowy: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;
- rok uzyskania: 2014;
- temat pracy inżynierskiej: „**Badanie wpływu masy czujnika na postać funkcji przejścia dla różnych struktur**”.
- Promotor: dr hab. inż. Marcin Chodźko, prof. ZUT.

Informacja o zatrudnieniu

- **Adiunkt, miejsce zatrudnienia:** Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, okres zatrudnienia: grudzień 2019 – obecnie,
- **Asystent z doktoratem**, miejsce zatrudnienia: Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, okres zatrudnienia: październik – listopad 2019.

1. Ocena osiągnięć naukowo-badawczych stanowiących podstawę wniosku habilitacyjnego

Dr inż. Paweł Dunaj złożył wniosek przedstawiający cykl pięciu publikacji powiązanych tematycznie z tytułowany:

Modelowanie i identyfikacja właściwości dynamicznych obrabiarek o korpusach stalowo-polimerobetonowych.

Cel pracy i hipotezy badawcze

Przedkładany cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych obejmuje zagadnienia związane z badaniami eksperymentalnymi, rozwojem metod modelowania i projektowaniem obrabiarek o korpusach stalowo-polimerobetonowych;

Cel nadrzędny prac zdefiniowano jako:

1.1 Opracowanie metod obliczeniowych wspomagających procesy projektowania obrabiarek o korpusach stalowo-polimerobetonowych.

Realizacja niniejszego celu wymagała opracowania wiarygodnych metod modelowania wspomagających proces projektowania zarówno na poziomie konstrukcji jak i materiału. W związku z powyższym sformułowano następujące hipotezy badawcze:

- **zastosowanie identyfikacji substrukturalnej umożliwi wyznaczenie parametrów modeli elementów konstrukcyjnych niewystępujących w samodzielnej, wyizolowanej formie;**

- **zastosowanie w procesie projektowania zidentyfikowanych w ten sposób modeli pozwoli na wiarygodne wskazanie słabych ogniw konstrukcji oraz uniknięcie niekorzystnego sprzężenia jej właściwości masowo-dyssypacyjno-sprężystych.**

Pierwsza hipoteza odnosi się do wyznaczenia parametrów modeli, dla których identyfikacja w ich samodzielnej formie jest utrudniona lub niemożliwa, tj.

- polimerobetonowego wypełnienia współpracującego ze stalowym szkieletem korpusu,
 - spoiny w konstrukcji spawanej oraz międzyfazowej strefy przejściowej w mezoskalowym modelu polimerobetonu.

W związku z tym, iż elementy te nie występują w wyizolowanej formie, Autor proponuje ich identyfikację w kontekście większej całości, odpowiednio: belki stalowo-polimerobetonowej, konstrukcji spawanej oraz mezoskalowym modelu materiału. Tu proponuje własną rozwiniętą metodę substrukturyzacji, umożliwiającą dekompozycję złożonych modeli, a następnie identyfikację właściwości wybranych substruktur.

Druga hipoteza, związana jest z samym procesem projektowania obrabiarek o stalowo-polimerobetonowych korpusach głównych. Autor wskazuje na konieczność zastosowania modeli elementów składowych obrabiarki o zidentyfikowanych właściwościach, celem dokonania poprawnej identyfikacji jej słabych ogniw i tym samym uniknięcia niekorzystnych sprzężeń właściwości masowo-dyssypacyjno-sprężystych.

Potwierdzenie postawionych hipotez oraz realizacji celu prac udokumentowano w cyklu publikacji, w których przedstawiono plany i zawartość badań z zakresu modelowania CAD/FEM i badań właściwości dynamicznych kompozytowych struktur nośnych lekkich obrabiarek oraz badania wrażliwości obu rodzajów modeli do weryfikacji metodyki i jej adaptacji do projektowania takich struktur. Habilitant przedstawił mapę zawartości publikacji i ich sprzężeń naukowych, uwzględniającą ogólne powiązania poszczególnych pozycji wchodzących w skład cyklu oraz ich umiejscowienie w całym dotychczasowym dorobku wnioskodawcy obejmujących analizę i modelowanie i badanie obrabiarek.

Należy nadmienić, że Habilitant zaplanował również bardzo zaawansowane badania dynamicznych właściwości elementów składowych i pełnego układu konstrukcyjnego obrabiarki, a ich wyniki traktował jako dane wejściowe do modeli obliczeniowych MES i weryfikacji poprawności zastosowanych procedur.

Poniżej przedstawiono cykl jednorodnych tematycznie publikacji:

- A. **P. Dunaj***, „Substructural identification of dynamic properties of composite structures”, *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, t. 204, s. 112056, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112056>.
Wkład 100% (IF 5,6; MEiN 200 pkt.)
- B. **P. Dunaj***, „Identification of dynamic properties of thin-walled welded structures”, *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, t. 216, s. 112931, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112931>
Wkład 100% (IF 5,6; MEiN 200 pkt.)
- C. **P. Dunaj***, M. Dolata, J. Tomaszewski, i P. Majda, „Static stiffness design of vertical lathe with steel-polymer concrete frame”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, t. 121, nr 1, s. 1149–1160, lip. 2022, doi: 10.1007/s00170-022-09391-x.
Wkład 70%; M.Dolata, J. Tomaszewski, P. Majda po 10%; (IF 3,6; MEiN 100 Pkt)
- D. **P. Dunaj***, „Mesoscale modeling of polymer concrete dynamic properties”, *Polymers*, 2023 (praca przyjęta do druku). **Wkład 100%; (IF 5.0; MEiN 100 pkt)**

- E. P. Dunaj*, B. Powalka, S. Berczyński, M. Chodźko, i T. Okulik, „Increasing lathe machining stability by using a composite steel–polymer concrete frame”, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, t. 31, s. 1–13, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.09.009>. (IF 3,6; MEiN 100 pkt);
Wkład 60%; B.Powalka, S. Berczyński, M. Chodźko, T. Okulik po 10%.

W publikacji A „P. Dunaj, *Substructural identification of dynamic properties of composite structures*”, *Measurement: : Journal of the International Measurement Confederation*, t. 204, s. 112056, 2022; Autor przedstawił opracowane algorytmy dekompozycji struktury w układzie globalnym na podstruktury lokalne (nazwano to substrukturyzacją), które posłużyły do porównania częstotliwościowych funkcji przejścia określonych eksperymentalnie i wyznaczonych obliczeniowo z pomocą modeli MES.

Autor proponuje procedury przekształcanie modeli MES i ich transformację dwukierunkową, po dekompozycji i w procesie sprzęgania, bazują na wartościach funkcji przejścia. Zarówno w przypadku dostrajania lokalnego jak i globalnego odbywa się ono na zasadzie minimalizacji kryterium identyfikacji zdefiniowanego jako różnica amplitud częstotliwościowych funkcji przejścia wyznaczonych obliczeniowo (dla identyfikowanego modelu) i doświadczalnie. Ponadto funkcja celu może zostać uzupełniona o doświadczalnie wyznaczoną odwrotność macierzy kowariancji będącą wagą dostrojenia.

Kolejnym etapem jest sprzęganie substruktur w strukturę globalną i zestrojenie jej parametrów, uwzględniając wcześniej określone parametry modelu takie jak:

- moduł Younga, stali i polimerobetonu,
- moduł Younga stalowego płaszcza elementów składowych struktury konstrukcyjnej,
- gęstość stali i polimerobetonu,
- współczynnik tłumienia polimerobetonu.

Oszacowane wyniki statycznych właściwości stali i polimerobetonu po zestrojeniu parametrów modelu z danych transformowanymi z wynikami pochodzącymi z badań eksperymentalnych przyniosły pozytywne wyniki. Dalsze prace powinny być rozwijane w kierunku identyfikacji sztywności skrętnej w oparciu o model skręcania nieswobodnego oraz uściślenia metod identyfikacji współczynników tłumienia.

Zaprezentowany w artykule algorytm umożliwia identyfikację parametrów modeli elementów skończonych, w tym elementów konstrukcyjnych niewystępujących samodzielnie. Cechą wyróżniającą opracowany algorytm jest zastosowanie metody substrukturyzacji oraz kryterium identyfikacji bazującego na częstotliwościowych funkcjach przejścia uzupełnionych funkcją wagi będącą odwrotnością macierzy kowariancji.

Rozwinięcie metodyki przedstawionej w artykule A (patrz powyżej), uściślono w artykule B, P. Dunaj*, „*Identification of dynamic properties of thin-walled welded structures*”, *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, t. 216, s. 112931, 2023, uzupełniając ją o identyfikację dynamicznych właściwości cienkościennych struktur spawanych, które są integrującą bazą konstrukcyjną układów nośnych obrabiarek, zwłaszcza wytworzonych z na bazie kompozytów polimerobetonowych, którymi zajmuje się Habilitant. Duże znaczenie ma też aspekt technologiczny, jako że spawanie jest procesem technologicznie dobrze rozpoznany. Zaletą tej metodyki jest, że z uwagi na zazwyczaj prototypowe rozwiązania struktur funkcjonalnych obrabiarek, zwłaszcza przyjęta przez Habilitanta metodyka posiada duży potencjał aplikacyjny. Główne zalety to hybrydowa technologia wytwarzania kompozytowych komponentów stalowo-polimerobetonowych, łączonych w pełną sztywną konstrukcję funkcjonalną obrabiarki powszechną technologią spawania. Zgodnie z przedstawionym algorytmem, w pierwszym kroku przeprowadzono dostrajanie lokalne mające na celu identyfikację parametrów modeli elementów łączonych belek. W ramach dostrajania globalnego minimalizowana jest różnica funkcji akceleracji wyznaczonych doświadczalnie i obliczeniowo, jednocześnie dla połączeń prostopadłych i równoległych. Podejście takie umożliwia globalną identyfikację parametrów spoiny, w tym zidentyfikowanego i wprowadzanego do modeli tłumienia. Porównanie funkcji przejścia

uzyskanych w wyniku dostrajania globalnego dla połączenia równoległego i prostopadłego.

Zaproponowana metoda modelowania pozwoliła uzyskać dokładne odwzorowanie właściwości dynamicznych złożonej konstrukcji spawanej w oparciu o zidentyfikowane właściwości wyizolowanych połączeń spawanych. Analizując te wyniki można stwierdzić że średni błąd względny uzyskany dla belki, połączenia równoległego i połączenia prostopadłego wyniósł odpowiednio 0,4 %, 2,7 % i 2,7 %. Ponadto maksymalny błąd w żadnym przypadku nie przekroczył 6,2 %. Zaproponowana metoda modelowania umożliwia wyznaczanie właściwości dynamicznych cienkościennych, stalowych konstrukcji spawanych, w oparciu o zidentyfikowane parametry prostych połączeń spawanych. Zastosowana metoda modelowania połączeń spawanych pozwoliła na uzyskanie zadowalającej zgodności modelu z doświadczeniem w przypadku spoin czołowych i pachwinowych, co świadczy o jej uniwersalności i zawiera wysokie walory aplikacyjne.

Artykuł C; - P. Dunaj*, M. Dolata, J. Tomaszewski, i P. Majda, „Static stiffness design of vertical lathe with steel-polymer concrete frame”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, t. 121, nr 1, s. 1149–1160, lip. 2022, przedstawia adaptację opracowanej metodyki opisanej w artykułach A i B, ale już w praktycznym zastosowaniu do wstępnej analizy właściwości układu konstrukcyjnego lekkiej tokarki pionowe, zbudowanej na bazie komponentów stalowo-polimerobetonowych. W pracy przedstawiono model elementów skończonych rozpatrywanej obrabiarki (zbudowany m.in. zgodnie z [B]), dla którego przeprowadzono analizę wrażliwości obejmującą badanie wpływu zmiany sztywności poszczególnych elementów na sztywność wynikową maszyny. W wyniku przeprowadzonej analizy zidentyfikowano słabe ogniwa konstrukcji, oraz zdefiniowano wstępne wymagania funkcjonalne dla polimerobetonu, co będzie bezpośrednią przyczyną przeprowadzenia analizy przedstawionej w publikacji [D]. Habilitant przeprowadził obszerną analizę właściwości statycznych z zastosowaniem metody elementów skończonych. Analizie poddano zarówno wydzielone ze struktury funkcjonalnej oddzielne komponenty składowe układu konstrukcyjnego obrabiarki, jak również zamodelowano cały układ nośny z zespołami: suporty, zespół wrzecionowy, prowadnice, mechanizmy śrubowo-toczne jak i głowicę narzędziową. Na strukturze rzeczywistej przeprowadzono badania doświadczalne, a następnie poddano analizie porównawczej adekwatne stany obciążenia jak i przemieszczenia, uwzględniając przy tym wpływy poszczególnych czynników konstrukcyjnych na wynikową sztywność pełnego układu konstrukcyjnego. Dowiedziono, że wypełnienie cienkościennych korpusów stalowych kompozytem polimerowo-betonowym spowodowało wzrost sztywności układu konstrukcyjnego obrabiarki UKO nawet o 30%. A więc Autor poszukując sposobów na poprawę sztywności UKO potwierdził założenia badawcze jak i zidentyfikował parametry modeli obliczeniowych MES umożliwiającą szeroką analizę obliczeniową, umożliwiającą też optymalizację UKO dla różnych warunków eksploatacyjnych.

D. Tytuł artykułu: Paweł Dunaj; - Mesoscale modeling of polymer concrete dynamic properties; Czasopismo: Polymers; Wkład: Paweł Dunaj (100 %)

Praca stanowi kontynuację wątku związanego w projektowaniem polimerobetonu przedstawionego w artykule [C]; zawiera metodykę modelowania polimerobetonu w skali mezo, którą można traktować jako narzędzie wspomagające proces projektowania materiału o silnie zróżnicowanej strukturze. W artykule zaproponowano metodę modelowania właściwości dynamicznych polimerobetonu. Metoda opiera się na mezoskalowym modelu elementów skończonych obejmującym kruszywo, polimerową osnowę i międzyfazową strefę przejściową. Identyfikacji parametrów modelu dokonuje się z zastosowaniem identyfikacji substrukturalnej przedstawionej w [A]. Metoda polega na wygenerowaniu geometrycznego modelu materiału niejednorodnego odzwierciedlającego rozmieszczenie poszczególnych frakcji kruszywa w osnowie polimerowej. Dodatkowo wprowadza się międzyfazową strefę przejściową (ang. *interfacial transition zone*, ITZ), uwzględniającą interakcje między kruszywem a osnową. Następnie model geometryczny poddaje się procesowi dyskretyzacji. Autor przedstawił w planie badań zintegrowaną procedurę modelowania i identyfikacji cech

polimerobetonu w mezoskali, uwzględniając zarówno dekompozycję elementów konstrukcyjnych na substruktury lokalne, uwzględniając osnowę polimerową jak kruszywo. Następnie tak zdekomponowaną strukturę sprzęgał stosując procedury dostrajania parametrów. Na podstawie wytypowanych do badań belek składających się z osnowy i kruszywa identyfikował ITZ – wspólną warstwę przejściową. Tak zagregowany model, został poddany badaniom właściwości dynamicznych eksperymentalnie i obliczeniowo.

Wyznaczony średni błąd względny wartości obliczonych i zmierzonych pierwszych pięciu częstotliwości drgań własnych wyniósł 1,2 % , zaś błąd maksymalny 2,3%. Jest to doskonały wynik potwierdzający poprawność przyjętych modeli identyfikacji parametrów modeli obliczeniowych jak i poprawność zaproponowanej metodyki.

Niemniej jednak w pełnej strukturze nośnej trzeba będzie rozwiązać problemy nieliniowych właściwości połączeń ruchowych liniowych i łożyskowania wrzeciona jak i układu narzędziowego, jako że za główne kryterium oceny właściwości układu konstrukcyjnego obrabiarki (UKO) przyjęto względne przemieszczenie między przedmiotem a narzędziem. Jest to szczególnie ważne w przypadku procesu obróbki kiedy może wystąpić drgań samowzbudnych. Metodyka ma duży potencjał rozwojowy i aplikacyjny. Aby określić kluczowy parametr w modelowaniu i obliczeniach właściwości dynamicznych, jakim jest współczynnik tłumienia, konieczne są dalsze badania zmierzające do wyznaczenia stałych materiałowych kompozytów stalowo-polimerobetonowych (kruszyw), w postaci baz danych dla różnych materiałów, które będzie można adaptować do systemów obliczeniowych stosowanych w projektowaniu obrabiarek.

E. Tytuł artykułu: *Increasing lathe machining stability by using a composite steel-polymer concrete frame*. Czasopismo: CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology; (IF 3.6; MEN 100)

Praca stanowi podsumowanie cyklu artykułów A – D , przedstawia proces opracowania oraz wyboru odpowiedniego polimerobetonu, a następnie analizę wariantową wpływu jego rozmieszczenia na właściwości dynamiczne obrabiarki. Przedstawiona w artykule doświadczalna weryfikacja modelu elementów skończonych tokarki stanowi o użyteczności opracowanych w ramach cyklu metod modelowania i identyfikacji.

W artykule przedstawiono proces zwiększania właściwości tłumiących (oraz ogólnej sztywności dynamicznej) tokarki pionowej o spawanym korpusie stalowym wypełnionym polimerobetonem. Innowacyjnym wyróżnikiem pracy, obok samej nowatorskiej konstrukcji, jest proces jej projektowania, polegający na przyjęciu kryterium względnego przemieszczenia narzędzie-przedmiot obrabiany (związanego bezpośrednio ze stabilnością obróbki) jako głównego kryterium konstrukcyjnego.

Kolejny etap badań obejmował wskazanie obszarów konstrukcji, w których należy uwzględnić zmiany położenia i rozkład masy polimerobetonowej aby poprawić właściwości dynamiczne obrabiarki.

W kolejnym kroku przeprowadzono obliczeniową analizę pełnego układu konstrukcyjnego obrabiarki i równolegle wykonano doświadczalne badania fizycznego obiektu wykonanego z polimerobetonu i stali, co miało stanowić weryfikację metodyki modelowania i wyznaczania parametrów modelu obliczeniowego MES . Porównanie wartości częstotliwości własnych uzyskanych obliczeniowo i doświadczalnie dla tokarki o korpusie stalowo-polimerobetonowym leżały blisko siebie, a ich średnie wartości dla wybranych wariantów, w obu przypadkach badań nie przekraczały 3%, dla dziewięciu najniższych kolejnych częstotliwości drgań własnych.

Opracowana procedura modelowania pozwoliła uzyskać wysoką zgodność częstotliwościowych postaci drgań własnych oraz wysoką zgodność wyników (z wyjątkiem rezonansów związanych z drganiami niskoczęstotliwościowymi) w porównaniu z wynikami badań doświadczalnych. Błędy względne w odwzorowaniu wartości częstotliwości drgań własnych nie przekraczały 9 % , a średnio wyniosły 2,9 %.

Potwierdza to wysoką jakość przeprowadzonych przez Habilitanta prac naukowych i badawczo-rozwojowych, rzadką osiąganą w nauce użyteczność i skuteczność składowych metod modelowania opracowanych w ramach cyklu.

Podsumowanie cyklu publikacji

Zaproponowana przez Habilitanta metodologia modelowania i badań korpusów stalowo-polimerobetonowych, dostarczyła oprócz zaawansowanej wiedzy naukowej, narzędzi niezbędnych w procesie projektowania obrabiarek i pozwoliła na rzetelne oraz jednoznaczne określenie właściwości użytkowych zaprojektowanej i zbudowanej lekkiej tokarki pionowej, która została wyróżniona na wielu wystawach i konkursach innowacyjnych rozwiązań dla przemysłu.

Spośród najważniejszych osiągnięć opisanych na łamach przedkładanego cyklu publikacji można wymienić:

- **opracowanie algorytmu identyfikacji substrukturalnej układu konstrukcyjnego, w tym przypadku obrabiarki, umożliwiającego wyznaczenie parametrów modeli obliczeniowych MES, niewystępujących w samodzielnej formie;**
- **opracowanie metodyki modelowania właściwości dynamicznych cienkościennych stalowych konstrukcji spawanych, z uwzględnieniem identyfikacji połączeń spawanych;**
- **opracowanie metodyki modelowania i określania właściwości dynamicznych materiałów silnie heterogenicznych z zastosowaniem modeli elementów skończonych w skali mezo;**
- **opracowanie projektu i analiza własności dynamicznych tokarki pionowej o stalowo-polimerobetonowym korpusie głównym na drodze obliczeniowej i eksperymentalnej.**

Przedstawiony przez Habilitanta cykl publikacji jest mocno osadzony w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych, w dyscyplinie inżynierii mechanicznej, w obszarze modelowania i identyfikacji właściwości dynamicznych maszyn na drodze obliczeniowej i eksperymentalnej. Dodatkowo należy nadmienić, iż realizowane prace badawcze bardzo silnie związane były z zagadnieniami poruszonymi w przemyśle obrabiarkowym, co stanowi nie tylko o ich poznawczej, ale również użytkowej, wartości.

Publikacje znacząco uzupełniające dorobek Habilitanta, mieszczące się w zakresie badań naukowych pogłębiające osiągnięcia przedstawione w cyklu pięciu publikacji zgłoszone we wniosku postępowania habilitacyjnego

Przedstawiony we wniosku cykl 5-ciu publikacji jako jednorodny zestaw publikacji dotyczący bardzo złożonych zagadnień badawczych z obszaru inżynierii mechanicznej, stanowi kompendium wiedzy z obszaru modelowania, badań projektowania i prac badawczo-rozwojowych w przemyśle obrabiarkowym a zwłaszcza w zakresie:

- analizy koncepcyjnej i funkcjonalnej projektowanych i wytwarzanych obrabiarek dedykowanych i zadaniowych, które mają szerokie zastosowanie w złożonych systemach wytwarzania, w tym zautomatyzowanych i bezobsługowych,
- doborze wymagań i **kryteriów oceny** wybranych wariantów konstrukcyjnych (należy podkreślić, że obrabiarki są jedną z nielicznych klas maszyn, w których głównym kryterium ich jakości technologicznej jest sztywność, a nie wyężenie komponentów), które należy poddać modelowaniu i analizie odkształceń pozwalających prognozować statyczne i dynamiczne właściwości tej klasy maszyn technologicznych,
- projektowaniu technologii wytwarzania komponentów składowych układów konstrukcyjnych tych maszyn,

metod doboru i kalibracji technologicznych parametrów pracy tych maszyn dla zapewnienia stabilności realizowanych procesów, mniejszego zużycia narzędzi i zapewnienia wysokiej jakości wytwarzanych elementów.

1. Publikacje opracowane przed uzyskaniem dr n.t.:

- 2 publikacje wieloautorskie sklasyfikowane w Scopus i WoS – opublikowane w *Advances in Manufacturing* i w *Advances in Mechanizm and Machine Science*; Springer International Publishing 2019;

„Assessment of the time- varying Model Order Reduction Adapted to Steel Beams Filled with a Composite Material mevarying load influence on damping abilities of steel beams filled with composite material”; 2019;

„Experimental Investigations of Steel Welded Machine Tool Bodies Filled with Composite material; 2019;

W ramach przedstawionych prac wnioskodawca samodzielnie planował oraz prowadził badania doświadczalne, mając równocześnie główny wkład w zakresie powstania publikacji

- 3 publikacje wieloautorskie sklasyfikowane w Scopus i WoS opublikowane w Springer International Publishing 2018, 2019 i 2020;

- “Numerical Studies on the Effectiveness of Optimization Algorithms to Identify the Parameters of Machine Tool Hybrid Body Structural Component Model”2020;

- “Model Order Reduction Adapted to Steel Beams Filled with a Composite Material”, 2019

- “Modelling steel beams filled with a composite material” 2018;

Wnioskodawca jest autorem metod przedstawionych w pracach, planował i realizował badania doświadczalne i modelowe, prowadził analizę wyników. Ma główny wkład w powstanie publikacji.

2. Publikacje powstałe po obronie doktoratu

1. P. Dunaj*, S. Berczyński, i M. Chodźko, „**Modelling of a Steel-Polymer Concrete Machine Tool Frame Component**”, w *Innovations Induced by Research in Technical Systems*, M. Mąjowski i W. Kaca-lak, Red., Cham: Springer International Publishing, 2020, s. 13–24. (Scopus, WoS).

2. P. Dunaj*, S. Berczyński, i M. Chodźko, „**Method of modeling steel-polymer concrete frames for machine tools**”, *Composite Structures*, t. 242, s. 112197, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.comp-struct.2020.112197>. (IF 5,4; MEiN 140 pkt.)

3. P. Dunaj*, S. Berczyński, M. Chodźko, i B. Niesterowicz, „**Finite Element Modeling of the Dynamic Properties of Composite Steel-Polymer Concrete Beams**”, *Materials*, t. 13, nr 7, 2020, doi: 10.3390/ma13071630. (IF 3,6; MEiN 140 pkt.).

Wnioskodawca jest autorem metod przedstawionych w pracach, planował i realizował badania doświadczalne i modelowe, prowadził analizę wyników; ma główny wkład w zakresie powstania publikacji.

4. B. Niesterowicz, P. Dunaj, i S. Berczyński, „**Timoshenko beam model for vibration analysis of composite steel-polymer concrete box beams**”, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, t. 58, nr 3, s. 799–810, 2020, doi: 10.15632/jtam-pl/122389. (IF 0,9; MEiN 70 pkt.).

5. B. Niesterowicz, T. Okulik, S. Berczyński, i P. Dunaj, „**Finite Element Modelling of Thin-Walled Box Beams Partially Filled with Polymer Concrete**”, *Mechatronics—Trending Future Industries*, B. Powalka, A. Parus, M. Chodźko, i R. Szewczyk, Red., Cham: Springer International Publishing, 2022, s. 74–84. (Scopus, WoS).

Wnioskodawca sprawował nadzór merytoryczny nad prowadzonymi pracami, planował i realizował badania doświadczalne.

6. P. Dunaj*, K. Marchelek, S. Berczyński, i B. Mizrak, „**Rigid Finite Element Method in Modeling Composite Steel-Polymer Concrete Machine Tool Frames**”, *Materials*, t. 13, nr 14, 2020, doi: 10.3390/ma13143151. (IF 3,6; MEiN 140 pkt.).

Wnioskodawca jest autorem metody modelowania przedstawionej w artykule, planował i realizował badania doświadczalne i modelowe, prowadził analizę wyników; ma główny wkład w zakresie powstania publikacji.

7. J. Tomaszewski, P. Dunaj*, B. Powałka, i M. Jasiewicz, „**Orthotropic model of rolling bearing in modeling lathe spindle dynamics**”, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, t. 60, nr 1, s. 17–31, 2022, doi: 10.15632/jtam-pl/143305. (IF 0,7; MEiN 70 pkt.).

Wnioskodawca jest autorem koncepcji modelowania węzłów łożyskowych z zastosowaniem materiału ortotropowego, prowadził nadzór merytoryczny nad pracami, zaplanował i zrealizował badania doświadczalne.

8. P. Dunaj*, S. Berczyński, P. Pawełko, Z. Grządziel, i M. Chodźko, „**Static condensation in modeling roller guides with preload**”, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, t. 19, nr 4, s. 1072–1082, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.acme.2019.06.005>. (IF 3,7; MEiN 140 pkt.).

Wnioskodawca jest autorem koncepcji modelowania prowadnic liniowych przedstawionej w artykule. Zaplanował i przeprowadził badania modelowe; ma główny wkład w zakresie powstania publikacji.

9. P. Dunaj*, M. Dolata, B. Powałka, P. Pawełko, i S. Berczyński, „**Design of an Ultra-Light Portable Machine Tool**”, *IEEE Access*, t. 9, s. 43837–43844, 2021, doi: 1109/ACCESS.2021.3066690. (IF 3,5; MEiN 100 pkt.).

10. P. Dunaj*, K. Marchelek, i M. Chodźko, „**Application of the finite element method in the milling process stability diagnosis**”, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, t. 57, nr 2, s. 353–367, 2019, doi: 10.15632/jtam-pl/104589. (IF 0,9; MEiN 70 pkt.).

11. P. Dunaj*, S. Berczyński, i M. Dolata, „**Modelling Machine Tool Rocking Vibrations Using Reduced Order Models**”, w *Proceedings of the 14th International Scientific Conference: Computer Aided Engineering*, E. Rusiński i D. Pietrusiak, Red., Cham: Springer International Publishing, 2019, s. 183–190. (Scopus).

Wnioskodawca jest autorem metod przedstawionych w artykułach, planował i realizował badania doświadczalne i modelowe, prowadził analizę wyników; ma główny wkład w zakresie powstania publikacji.

12. P. Dunaj i M. Chodźko, „**Shaping the dynamic properties of a machine tool using experimental modal analysis**”, *Modelowanie Inżynierskie*, t. 38, 2018.

13. P. Dunaj i M. Chodźko, „**Experimental investigation on dynamic properties of turning machine**”, *Advances in Manufacturing Science and Technology*, t. 41, nr 1, s. 21–29, 2017.

Wnioskodawca realizował badania doświadczalne oraz prowadził analizę wyników; ma główny wkład w zakresie powstania publikacji.

Dane naukometryczne Habilitanta:

1. **Impact Factor** (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

1.1. **Sumaryczny IF publikacji – 69.4** – przy wyznaczeniu sumarycznego IF przyjęto wartość odpowiednią dla czasopisma w roku publikacji artykułu (wg bazy Academic Accelerator), dla artykułów opublikowanych w roku 2023 przyjęto aktualny IF czasopisma (z roku 2022).

Sumaryczna liczba punktów MEiN - 700

2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań.
 - 2.1. Cytowania wg bazy Scopus – 165 (104 bez autocytowań).
 - 2.2. Cytowania wg bazy Web of Science – 123 (78 bez autocytowań).
 - 2.3. Cytowania wg bazy Google Scholar – 198 (118 bez autocytowań).
3. Indeks Hirscha.
 - 3.1. Indeks Hirscha wg bazy Scopus – 8 (7 bez autocytowań).
 - 3.2. Indeks Hirscha wg bazy Web of Science – 7 (6 bez autocytowań).
 - 3.3. Indeks Hirscha wg bazy Google Scholar – 9 (7 bez autocytowań).

Należy podkreślić, że Habilitant sprostął postawionym zadaniom i opracował oraz zweryfikował pakiet procedur, metod oraz narzędzi i aplikacji projektowych niezbędnych konstruktorom i technologom dla zapewnienia komfortowej pracy i projektowania wysokiej jakości maszyn.

Oprócz cyklu pięciu jednorodnych tematycznie publikacji, jako duże osiągnięcia należy też uznać przedstawiony wyżej zbiór 18 publikacji jedno- i wieloautorskich Habilitanta, z wysokimi wskaźnikami naukowymi, klasyfikowane w bazach WoS i Scopus, posiadających też znaczące wskaźniki IF. oraz wyróżniającą się punktacją jakości czasopism poszerzających znacząco wiedzę o rozwiązaniach zaawansowanych problemach naukowych. Dowodzi to o dużym potencjale naukowym i kompetencjach Habilitanta. Przedstawiony naukowy dorobek Habilitanta należy uznać za bardzo wartościowy i przedstawiający bardzo zaawansowane i aktualne zagadnienia badawcze niezbędne w rozwoju nowych technologii i innowacyjnych metod rozwoju wysokowartościowych produktów oraz nowoczesnych metod i procesów wytwarzania.

Z formalnego punktu widzenia nadmieniam, że we wniosku zebrane są wykazy nazwisk współautorów i ich udział w poszczególnych publikacjach.

3. Współpraca naukowa krajowa i zagraniczna

Wysoka aktywność naukowa Habilitanta jest wspomagana i motywowana współpracą zagraniczną w formie bilateralnej, staży i realizacji projektów. Do najważniejszych należy zaliczyć:

1. **Staż badawczy w Królewskim Instytucie Technicznym (KTH) w Sztokholmie** (wg QS Quacquarelli Symonds uczelnia sklasyfikowana w rankingu ogólnym na 73 miejscu na świecie i na 23 miejscu w dyscyplinie inżynieria mechaniczna). Okres trwania stażu 18 marca – 6 maja (7 tygo-dni). Staż badawczy realizowany był na Wydziale Inżynierii Produkcji (IPU) w zespole Inżynierii Precyzyjnej i Metrologii (PEM). Opiekunem stażu był z prof. Andreas Archenti, dyrektor Centrum Projektowania i Zarządzania Systemami Wytwarzania oraz kierownik katedry Wytwarzania i Systemów Metrologicznych (ang. *Manufacturing and Metrology Systems*). W trakcie stażu opracowano metodykę modelowania, interfejsu obrabiarka-fundament, uwzględniając ponadto interakcję fundamentu z podłożem. Wyniki referowano na konferencji w Dzwirzynie w2023r. i zgłoszono referat oraz artykuł pt. „On vibration transmissibility in a machine tool-support-foundation-soil system” na konferencję Euspen's 24th International Conference & Exhibition odbywającą się w Dublinie w Irlandii w dniach 10 – 14 czerwca 2024.
2. **Współpraca z zespołem dr. Jaspreeta Dhupia’i z University of Auckland w Nowej Zelandii** w ramach realizacji projektu badawczego INNO-GLOBO/1/ITWA/20/2021 „Inteligentna tokarka z wrzecionem adaptacyjnym” finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Współpraca obejmuje modelowanie uszkodzeń łożysk, monitorowanie stanu wrzeciona tokarskiego, opracowanie algorytmów wykrywania uszkodzeń oraz konserwacji predyktywnej.
3. **Współpraca z Politechniką Morską w Szczecinie** z zespołem prof. dr hab. inż. Katarzyny Gawdzińskiej z obejmująca modelowanie i badania doświadczalne właściwości dynamicznych oraz przewodności cieplnej kompozytów przekładkowych z rdzeniem wykonanym z piany aluminiowej.

4. Współpraca z Politechniką Morską w Szczecinie (dr hab. inż. Krzysztof Nozdrzykowski, prof. PM, oraz dr inż. Zenon Grządziel) obejmująca modelowanie i badania doświadczalne dotyczące problemów wyznaczania odchyłek geometrycznych wałów korbowych

5. Współpraca Berkay'em Mizrakiem z Yildiz Technical University w Turcji, obejmująca modelowanie właściwości dynamicznych stalowo-polimerowych korpusów maszyn technologicznych z zastosowaniem metody sztywnych elementów skończonych

6. Współpraca z Pomorskim Uniwersytetem Medycznym w Szczecinie, obejmująca realizację projektów badawczo-rozwojowych w ramach konkursu grantowego „Odpowiedzialny społecznie Proto_lab” realizowanego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Zachodniopomorskiego 2014-2020, Oś Priorytetowa I: Gospodarka, Innowacje, Nowoczesne Technologie.

5. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne na wszystkich stopniach kształcenia, począwszy od stopnia I-go a na szkole doktorskiej kończąc. Prowadzi zajęcia w różnych formach kształcenia;

Studia 3-go stopnia

- Dynamika maszyn (wykłady i projekty, studia prowadzone w Szkole Doktorskiej w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie).
- Analizy konstrukcji w projektowaniu maszyn (wykłady i projekty, studia prowadzone w Szkole Doktorskiej w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie).

Studia 2-go stopnia

- Modelowanie w projektowaniu maszyn i procesów (wykłady i laboratoria, studia stacjonarne i niestacjonarne).
- Metody optymalizacji (wykłady i laboratoria, studia stacjonarne i niestacjonarne).
- Dynamika układów mechatronicznych (wykłady i ćwiczenia audytoryjne, studia stacjonarne).
- Doświadczalna identyfikacja własności układów mechatronicznych (wykłady i projekty, studia stacjonarne).

Studia 1-go stopnia

- Dynamika układów mechanicznych (ćwiczenia audytoryjne i laboratoria, studia stacjonarne).
- Badania doświadczalne urządzeń mechatronicznych (ćwiczenia audytoryjne i laboratoria, studia stacjonarne).
- Osiągnięcia organizacyjne
- Uruchomienie nowych kierunków studiów: Mechatronika S2 (stacjonarne drugiego stopnia) i Mechatronika N2 (niestacjonarne drugiego stopnia) prowadzonych na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki.
- Członek komisji programowej kierunków studiów: Mechanika i Budowa Maszyn i Mechatronika.
- Organizator zawodów studenckich WIMiM RC .

Promotor pomocniczy w przewodach doktorskich (3 przewody)

1. Jan Tomaszewski, „Projekt i budowa inteligentnego wrzeciona tokarskiego”, doktorat wdrożeniowy realizowany z Andrychowską Fabryką Maszyn DEFUM S.A., promotor: prof. dr hab. inż. Bartosz Powalka; 23.10.2023 r.

2. Beata Niesterowicz, „Modelowanie belek stalowo polimerobetonowych z zastosowaniem modeli ciągłych”, promotor: prof. dr hab. inż. Stefan Berczyński; 17.11.2023 r.

3. Arkadiusz Charuk, „Modelowanie właściwości dynamicznych paneli strukturalnych przeznaczonych do produkcji mebli dla jednostek pływających przy zastosowaniu metody elementów skończonych”, doktorat wdrożeniowy realizowany z Morska Stocznia Remontowa „Gryfia” S.A, promotor: dr hab. inż. Piotr Pawełko, prof. ZUT ;Termin obrony 3.Kwartał 2024r.

Habilitant był promotorem 10 prac magisterskich i 8 prac inżynierskich

6. Inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej – wybrane podano też wcześniej w pkt.4. str. 11

Habilitant wykazał bardzo dużą aktywność w realizacji projektów badawczych realizowanych na rzecz przemysłu i z jego udziałem. Pełnił wszystkie funkcje w realizacji projektów, począwszy od wykonawcy, poprzez kierownika zadań badawczych aż do kierownika projektu włącznie. Tę aktywność potwierdzają niżej podane projekty i Nagroda JM Rektora ZUT:

- Nagroda Rektora ZUT za osiągnięcia naukowe I stopnia w roku 2023 (6. miejsce w skali Uczelni)

- **Opracowanie konstrukcji drukarki 3D w ramach projektu Proto_lab.K1.2020.18** „Nowa generacja dokładnych, ultraszybkich drukarek 3D przeznaczonych do walki ze skutkami COVID-19”, przeprowadzenie badań doświadczalnych prototypu (TRL 7) drukarki 3D ze sterowaniem CNC.

Pełniona funkcja: kierownik projektu

- **LIDER/0101/L-13/2022** „Technologia inteligentnej pielęgnacji wewnętrznej niskoskurczowych kompozytów cementowych o obniżonym śladzie węglowym”. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju; Projekt realizowany we współpracy z Wydziałem Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz przedsiębiorstwem ASTRA Technologia Betonu Sp. z o.o. Kierownik projektu: dr inż. Adam Zieliński; czas realizacji: wrzesień 2023 – sierpień 2026 r. **Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego**

- **Opracowanie konstrukcji kompozytowego koła łańcuchowego w ramach realizacji zadania** pn. „Badania nad możliwością zastosowania kół kompozytowych w zespołach zwrotnych przenośników” będącego częścią projektu POIR.01.01.01-00-0166/21. W ramach prac dokonano zgłoszenia patentowego (P.443736 Kompozytowe koło łańcuchowe i sposób jego wytwarzania) obecnie koła łańcuchowe są na etapie wdrażania w przedsiębiorstwie Europa Systems . **Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego.**

7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych:

1. FAV - Forum för användare av verktygsmaskiner (pl. FAV - Forum użytkowników obrabiarek) , 26 października 2023 r., Sztokholm, Szwecja (wygłoszenie referatu w sesji online) pt. „Substructural identification in modeling machine tools dynamics”.

2. Konstelacja Szkół Naukowych w Inżynierii Mechanicznej 2023, 16 – 18 października 2023 r, Koszalin-Dźwirzyno. Wygłoszenie referatu pt. „Problems related with modeling the dynamic interactions between machine tools and their foundations”.

3. XXXIII CIRP Sponsored Conference on Supervising and Diagnostics of Machining Systems „Manufacturing Active Improvement” 26 – 30 czerwca 2022 r., Karpacz.

4. „Static Stiffness Design of Vertical Lathe with Steel-Polymer Concrete Frame” w sekcji Keynote Papers. 7.4. XX Szkoła Analizy Modalnej, 30 września – 1 października 2021 r. Kraków.

5. XVIII Szkoła Analizy Modalnej, 6 – 7 czerwca 2019 r. Kraków. „Modelowanie właściwości dynamicznych stalowo-polimerobetonowych korpusów maszyn technologicznych”.

6. 40th Anniversary International Conference Information Systems Architecture and Technology, 15 – 17 września 2019 r., Wrocław. „Numerical studies on the effectiveness of optimization algorithms to identify the parameters of machine tool hybrid body structural component model”.

7. Manufacturing 2019, 19 – 22 maja 2019 r., Poznań. Wygłoszenie referatu pt. „Experimental Investigations of Steel Welded Machine Tool Bodies Filled with Composite Material”. Publikacja w materiałach pokonferencyjnych (poz. 4.21).

8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

8.1. Członek komitetu organizacyjnego konferencji 5. International Conference Mechatronics organizowanej w Szczecinie w dniach 8 – 10 września 2021 r.

9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych (patrz też str.11 i 13):

Projekty w trakcie realizacji:

9.1. **INNOGLOBO/1/ITWA/20/2021 „Inteligentna tokarka z wrzecionem adaptronicznym”**. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju; Projekt realizowany w ramach międzynarodowego konsorcjum, w którego skład wchodzi: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie (lider konsorcjum), Andrychowska Fabryka Maszyn DEFUM S.A. oraz University of 10 Auckland (Nowa Zeland); Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Bartosz Powalka; czas realizacji: listopad 2022 – październik 2025 r. **Pełniona funkcja: kierownik zadania badawczego.**

9.2. **LIDER/0101/L-13/2022 „Technologia inteligentnej pielęgnacji wewnętrznej niskoskurczowych kompozytów cementowych o obniżonym śladzie węglowym”**. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju; Projekt realizowany we współpracy z Wydziałem Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz przedsiębiorstwem ASTRA Technologia Betonu Sp. z o.o. Kierownik projektu: dr inż. Adam Zieliński; czas realizacji: wrzesień 2023 – sierpień 2026 r. **Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego.**

Projekty zrealizowane:

9.3. **MINIATURA 2021/05/X/ST8/01576, „Badania doświadczalne i modelowanie właściwości dynamicznych polimerobetonu w mezoskali”**. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Nauki; Kierownik projektu: dr inż. Paweł Dunaj; czas realizacji: styczeń – grudzień 2022 r. **Pełniona funkcja: kierownik projektu**

9.4. **Proto_lab.K1.2020.18 „Nowa generacja dokładnych, ultraszybkich drukarek 3D przeznaczonych do walki ze skutkami COVID-19”**. Projekt realizowany 11 i współfinansowany w ramach Projektu „Odpowiedzialny społecznie Proto_lab” finansowanego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Zachodniopomorskiego 2014-2020; **Pełniona funkcja: kierownik projektu**

9.5. **POIR.01.01.01-00-0166/21 „Inteligentny i modułowy zintegrowany system intralogistyczny wyposażony w zaawansowane funkcje sterowania oraz gromadzenia i maszynowego**

przetwarzania danych”. W ramach prac dokonano zgłoszenia patentowego P.443736 Kompozytowe koło łańcuchowe i sposób jego wytwarzania. ***Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego***

9.6. Proto_lab/K2/2021/U/6 „Akumulatorowe, automatyczne urządzenie wspomagające proces resuscytacji pacjentów z niewydolnością oddechową, uciskające worek rozprężny / AmbuRespi”. Projekt realizowany i współfinansowany w ramach Projektu „Odpowiedzialny społecznie Proto_lab” finansowanego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Zachodniopomorskiego 2014-2020; Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Bartosz Powalka, czas realizacji: kwiecień 2021 – wrzesień 2021 r. ***Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego***

9.7. POIR.01.01.01-00-0045/20: „Opracowanie i wdrożenie technologii produkcji wysokobarielowego biodegradowalnego papieru opakowaniowego”. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju Projekt realizowany z Arctic Paper Kostrzyn S.A., Kostrzyn, Polska. Kierownik projektu: mgr. inż. Joanna Janusz, czas realizacji: wrzesień 2020 – maj 2023 r. ***Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego***

9.8. RPLB.01.01.00-08-0020/19 „ProtoPlastMaker 4.0. Innowacyjne centrum addytywno-skrawającej obróbki tworzyw sztucznych, odpowiadające na potrzeby prototypownia w przemyśle 4.0”. Projekt finansowany w ramach Konkursu Nr RPLB.01.01.00-IZ.00-08-K01/19 I Oś Priorytetowa Gospodarka i Innowacje, Działanie 1.1 Badania i innowacje – część I, Projekt realizowany z PPHU Poligraf Wiesław Kasprowiak, Gorzów Wielkopolski, Polska. ***Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego***

9.10. POIR.04.01.02-00-0078/416 „Tokarka pionowa o lekkiej konstrukcji”. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjny Rozwój, Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, kwota dofinansowania: Projekt realizowany we współpracy z Andrychowską Fabryką Maszyn DEFUM S.A. Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Bartosz Powalka, czas realizacji: maj 2017 – październik 2019 r. ***Pełniona funkcja: główny wykonawca.***

9.11. INNOTECH-K3/IN3/18/226861/NCBR/14 (CBKO) „Wysokowydajna obrabiarka do toczenia gwintów falistych i trapezowych innowacyjną technologią obwiedniową”. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Projekt realizowany we współpracy z Andrychowską Fabryką Maszyn DEFUM S.A. Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Bartosz Powalka; czas realizacji: lipiec 2014 – czerwiec 2017 r. ***Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego***

9.12. PBS3/A6/28/2015 „Zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości, interaktywnych układów i głosowego interfejsu operatora w sterowaniu urządzeniami dźwigowymi”. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, kwota dofinansowania: Projekt realizowany we współpracy z Politechniką Poznańską, Politechniką Koszalińską oraz przedsiębiorstwem Cargotec Poland Sp. z o.o. Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Mirosław Pajor, czas realizacji: październik 2015 – wrzesień 2018 r. ***Pełniona funkcja: członek zespołu badawczego.***

10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

10.1. Członek European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (Euspen), 2023 – obecnie.

10.2. Członek Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (PTMTS), oddział Szczecin, 2019 – obecnie.

11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

11.1. Staż badawczy w Królewskim Instytucie Technicznym (KTH) w Sztokholmie (wg QS Quacquarelli Symonds uczelnia sklasyfikowana w rankingu ogólnym na 73 miejscu na świecie i na 23 miejscu w dyscyplinie inżynieria mechaniczna). Okres trwania stażu 18 marca – 6 maja (7 tygodni).

12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach

12.1. Polymers, ISSN 2073-4360, członek tematycznego panelu doradczego (ang. topical advisory panel) – (IF 5,0; MEiN 100 pkt.)

12.2. Vibration, ISSN: 2571-631X, członek tematycznego panelu doradczego (ang. topical advisory panel). (IF 2,0; MEiN 20 pkt.)

12.3. Frontiers in Mechanical Engineering, ISSN 2813-0359, redaktor recenzyjny (ang. review editor) sekcji Cyfrowe Wytwarzanie (ang. Digital Manufacturing). (IF 2,3; MEiN 70 pkt.)

12.4. Frontiers in Manufacturing Technology, ISSN 2813-0359, redaktor recenzyjny (ang. review editor) sekcji Inżynieria Precyzyjna (ang. Precision Engineering).

13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych

| | |
|--|-----|
| 13.1. Materials, ISSN 1996-1944, liczba recenzji: | 10. |
| 13.2. Journal of Vibration and Control, ISSN 1077-5463, liczba recenzji: | 7 |
| 13.3. Applied Sciences, ISSN 2076-3417, liczba recenzji: | 4. |
| 13.4. Mechanical Systems and Signal Processing, ISSN 0888-3270, liczba recenzji: | 2. |
| 13.5. Polymers, ISSN 2073-4360, liczba recenzji: | 1. |
| 13.6. Journal of Manufacturing and Material Processing, ISSN 2504-4494, liczba recenzji: | 3. |
| 13.7. Sensors, ISSN 1424-8220, liczba recenzji: | 3. |
| 13.8. Processes, ISSN 2227-9717, liczba recenzji: | 2. |
| 13.9. Coatings, ISSN 2079-6412, liczba recenzji: | 1. |
| 13.10. Applied Composite Materials, ISSN 0929-189X, liczba recenzji: | 1. |
| 13.11. Journal of Composite Materials, ISSN 0021-9983, liczba recenzji: | 1. |
| 13.12. SN Applied Sciences, ISSN 2523-3971, liczba recenzji: | 1. |
| 13.13. Steel & Composite Structures, ISSN 1229-9367, liczba recenzji: | 1. |

Dane zamieszczone i zweryfikowane w bazie Web of Science (ResearcherID: AAR-8932-202)

Podsumowanie i Konkluzja końcowa

Uogólniając ocenę wartości naukowej przedłożonego cyklu pięciu publikacji jako naukowy wkład Habilitanta w postępowaniu habilitacyjnym w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oraz przedstawiony zbiór publikacji uzupełniających tezy i cele naukowe zwarte we wniosku, należy stwierdzić, że Habilitant przedstawił:

- bardzo obszerny dorobek naukowy publikowany w wysoko notowanych czasopismach mieszczący się w obszarze dyscypliny inżynieria mechaniczna,
- wykazał bardzo wiele zaawansowanych pomysłów naukowych i badawczych, które znalazły zastosowanie w realizacji projektów dla gospodarki, a w których brał czynny udział pełniąc różne funkcje badawcze i organizacyjne.
- wykazał się też bardzo aktywną współpracą krajową i zagraniczną, która nadal rozwija się dynamicznie z dobrym skutkiem.

W aspektach naukowych, organizacyjnych, dydaktycznych i badań na rzecz przemysłu Habilitant wykazał:

- ***bardzo obszerną wiedzę interdyscyplinarną, zarówno w obszarach nauk podstawowych takich jak fizyka, matematyka, chemia i informatyka, a także w wielu obszarach nauk dyscypliny inżynieria mechaniczna: mechanika i mechatronika, wytrzymałość, inżynieria materiałowa, modelowanie i obliczenia układów konstrukcyjnych,***
- ***umiejętność prowadzenia badań eksperymentalnych i analiz obliczeniowych, właściwe planowanie eksperymentu badawczego, jak też umiejętność interpretacji i oceny osiągniętych wyników badań,***
- ***umiejętność osiągania celów w oparciu o wiedzę, kompetencje i profesjonalne podejście do realizowanych projektów i innych działań w obszarze badań naukowych i kształceniu.***

Mając powyższe na uwadze stwierdzam, że dr inż. Paweł Dunaj, w świetle złożonego wniosku z udokumentowanym wszechstronnym dorobkiem naukowym, dydaktycznym i badawczym, jest bardzo dobrym i dojrzałym już Kandydatem na samodzielnego pracownika naukowego, a w oparciu o „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz.1668)”, z pełnym przekonaniem rekomenduję i stawiam wniosek o nadanie dalszego biegu procedurze nadania Habilitantowi dr inż. Pawłowi Dunajowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

