



Politechnika Wrocławska

Wydział Mechaniczny

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Mechatroniki i Teorii Mechanizmów

Krzysztof Jacek Bałchanowski

Autoreferat
o przebiegu pracy naukowej,
dydaktycznej i organizacyjnej

K. Bałchanowski

WROCŁAW, 2016 r.

Spis treści:

1. Dane osobowe	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki	4
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych.....	16
5.1. Zestawienie prac publikowanych i niepublikowanych wykonanych przed i po uzyskaniu stopnia doktora z wyszczególnieniem publikacji naukowych w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports	16
5.2. Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego	18
5.3. Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe	23
5.4. Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach	24
5.5. Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców	25
5.6. Międzynarodowe lub krajowe nagrody i wyróżnienia za działalność naukową, badawczą oraz osiągnięcia w dziedzinie techniki	26
5.7. Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji	26
5.8. Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych	27
5.9. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych.....	32
5.10. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki, opieka naukowa nad studentami oraz doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego	32
5.11. Udział w zespołach eksperckich i konkursowych, recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych	34
5.12. Działalność organizacyjna	35

1. Dane osobowe:

- 1) Imię i Nazwisko: **Krzysztof Jacek Balchanowski**
- 2) Stopień naukowy: **doktor nauk technicznych**
- 3) Miejsce i adres zatrudnienia:

Politechnika Wroclawska

Wydział Mechaniczny

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Mechatroniki i Teorii Mechanizmów

ul. I. Łukasiewicza 7/9

50-371 Wrocław

tel. 71-320 27 10, fax 71 322 76 45

Jacek.Balchanowski@pwr.edu.pl

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

1989 - mgr inż. mechanik

Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny, Mechanika Stosowana,
6.07.1989 r.

1991 - mgr inż. informatyk

Politechnika Wroclawska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Systemy
Sterowania, 1.07.1991r.

1995 - doktor nauk technicznych

Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny, Instytut Konstrukcji i
Eksploatacji Maszyn, temat pracy: „*Metoda analizy i syntezy mechanizmów
przystankowych z parą rozłączną*”, 29.06.1995 r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Politechnika Wroclawska

Wydział Mechaniczny

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Mechatroniki i Teorii Mechanizmów

Historia zatrudnienia:

1989 -1995 - asystent na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wroclawskiej,
od 1995 - adiunkt na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wroclawskiej.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, art. 16 pkt 2 wnioskodawca wskazuje monografię pt.:

Przestrzenne mechanizmy równoległe – analiza i synteza

b) autor, tytuł, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy

Jacek Bałchanowski: „**Przestrzenne mechanizmy równoległe – analiza i synteza**”, 2016, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, stron 297.

Recenzenci wydawniczy:

prof. dr hab. n.t. Stanisław Wojciech,
prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz.

c) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Osiągnięcie naukowe autora powyższego wniosku (wnioskodawcy), w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, stanowi opracowanie kompleksowych metod analizy i syntezy przestrzennych mechanizmów równoległych, które zostały zawarte w opublikowanej autorskiej monografii pt. "Przestrzenne mechanizmy równoległe. Analiza i synteza".

Wkład wnioskodawcy w opracowanie metod analizy i syntezy mechanizmów równoległych dotyczy nowego autorskiego podejścia do:

- metody syntezy strukturalnej i geometrycznej,
- metody selekcji struktur,
- metod analizy kinematycznej, w aspekcie określania konfiguracji osobliwych,
- metody analizowania zachowania układów w konfiguracjach osobliwych,
- metody analizowania wpływu luzów w parach kinematycznych na ruch członów,
- metod modelowania i badań symulacyjnych dynamiki,
- metody badań doświadczalnych.

Pojęciem mechanizmów o strukturze równoległej lub w skrócie mechanizmów równoległych (parallel mechanisms) określa się układy o strukturze zamkniętych łańcuchów kinematycznych, których człon wykonawczy zwany platformą jest połączony z podstawą przynajmniej dwoma niezależnymi łańcuchami (gałęziami) (rys. 1). Mechanizmy równoległe

a)



b)



Rys. 1. Widoki mechanizmów równoległych: a) pozycjoner Sirius Hexapod firmy Symétrie; b) mechanizm translacyjny *mt - ruu* opracowany przez wnioskodawcę

są stosunkowo nowymi układami w technice. Zaistniały one we współczesnym świecie dopiero w drugiej połowie XX wieku, kiedy powstały pierwsze prototypowe rozwiązania. Układy te są mechanizmami o wielu stopniach swobody (od 2 do 6) wymagającymi stosowania do sterowania napędami układów elektronicznych. Rewolucja mikroelektroniczna z lat 70 poprzedniego stulecia i wynikający z niej szeroki rozwój cyfrowego sterowania i technik mikroprocesorowych przyczynił się do szybkiego rozwoju robotyki i układów mechatronicznych. Stąd szersze i komercyjne zastosowania mechanizmów równoległych miały miejsce dopiero pod koniec ubiegłego stulecia. Nadal jednak są aktualne, otwarte i szerokie obszary badań nad mechanizmami równoległymi, które wymagają wypełnienia. Są to obszary związane z syntezą strukturalną, z problemami doboru geometrii, z opisem konfiguracji

osobliwych, z metodami badań i modelowania układów w położeniach osobliwych i ich otoczeniach, z problematyką opisywania i modelowania luzów w parach kinematycznych.

Pierwszym etapem projektowania mechanizmów jest synteza strukturalna, której wynikiem winien być kompletny zestaw rozwiązań struktur układów. Jest to jeden z trudniejszych etapów projektowania i pomimo dużego zainteresowania wymaga jeszcze dalszego rozwoju. W roku 2002 r. J-P. Merlet stwierdził w swojej pracy¹: "Synteza strukturalna manipulatorów równoległych jest otwartym polem badań (liczba prac dotyczących tego problemu jest bardzo ograniczona) i w mojej opinii, jednym z głównym problemów rozwoju równoległych robotów w praktyce" ("Synthesis of parallel robot is an open field ... and, in my opinion, one of the main issues for the development of parallel robots in practice") wskazując kierunek dalszych badań nad projektowaniem równoległych mechanizmów.

Synteza strukturalna jest to proces doboru struktury mechanizmu. Rodzaj i jakość zastosowanej struktury będzie decydować, w sposób istotny, o walorach techniczno-eksploatacyjno-ekonomicznych projektowanego układu kinematycznego. Stąd pierwszym aspektem pracy wnioskodawcy było opracowanie nowej autorskiej ogólnej metody syntezy strukturalnej przestrzennych mechanizmów równoległych. Opracowywana metoda syntezy bazuje na kryterium ruchliwości oraz na podstawach metody łańcucha pośredniczącego. W oparciu o wyprowadzone związki strukturalne metoda pozwala określić w pierwszej kolejności struktury wszystkich teoretycznie możliwych gałęzi układu. Następnie korzystając z macierzy połączeń wyznacza się połączenia pomiędzy członami. W ostatnim kroku dla założonej ruchliwości korzystając z wygenerowanych gałęzi są budowane katalogi struktur mechanizmów równoległych (rys. 2).

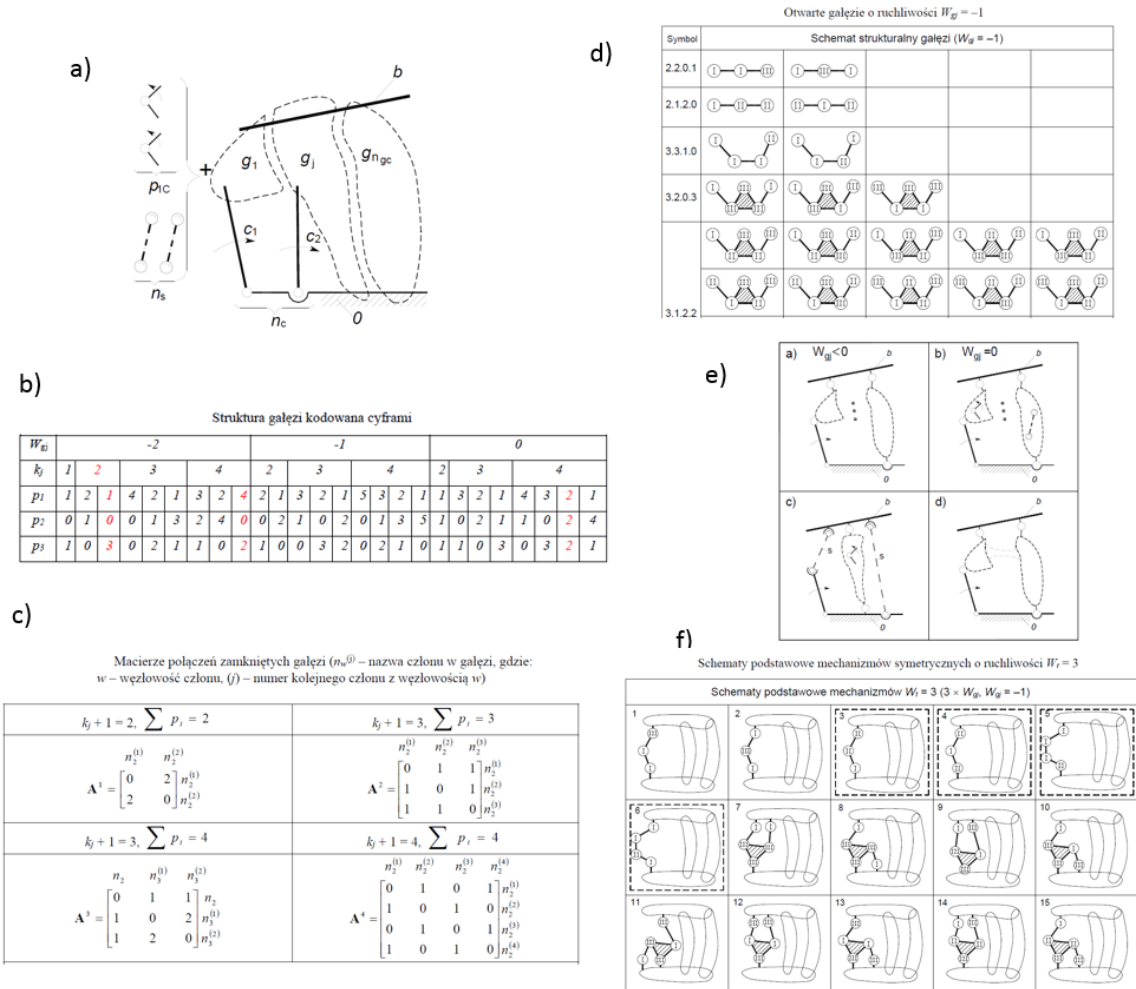
Opracowana ogólna nowa metoda syntezy strukturalnej przestrzennych mechanizmów równoległych pozwala utworzyć kompletne katalogi możliwych rozwiązań strukturalnych układów o założonej liczbie stopni swobody w sposób systematyczny. Można uznać, że w żadnym ze znanych opracowań tego typu nie osiągnięto zbioru kompletnego. Tworzone zbiory są dla postawionych ograniczeń projektowych pełne i kompletne, obejmują mechanizmy o budowie symetrycznej i niesymetrycznej. Metoda uwzględnia układy z ruchliwością lokalną. Wykorzystanie tej metody pozwala utworzyć nowe dotychczas nieznanne rozwiązania.

Selekcja struktur była następnym problemem badawczym rozważnym przez wnioskodawcę. Otrzymane w wyniku syntezy strukturalnej katalogi są zwykle zestawieniami rozwiązań podstawowych mechanizmów zapewniających jedynie zadaną ruchliwość. Następnym kryterium selekcji winno być możliwość doboru mechanizmu pod kątem założonego z góry (dla określonych zastosowań) rodzaju ruchu członu wykonawczego. Niektóre zastosowania wymagają bowiem tylko ruchów postępowych, inne ruchów postępowych i obrotów względem określonych osi, niektóre wymagają ruchów płaskich, inne przestrzennych, a jeszcze inne spełnią pożądaną funkcję przy zapewnieniu członowi wykonawczemu ruchu ogólnego. Istotnym jest to, że struktura i geometria układu powinny zapewnić członowi wykonawczemu możliwość ruchu tylko zgodnie z określonymi stopniami swobody bez potrzeby wymuszania tego ruchu przez napędy.

Autor podjął się opracowania metody selekcji specyficznych mechanizmów równoległych, w których człon wykonawczy (platforma) może wykonywać tylko trzy ruchy translacyjne względem nieruchomej podstawy przy zachowanej stałej orientacji, czyli mechanizmów o trzech stopniach swobody ($W_t = 3$). Tego typu układy zwane są translacyjnymi mechanizmami równoległymi. Autor wykazał, że rodzaj realizowanego ruchu członu wykonawczego zależy nie tylko od struktury układu, lecz również od postaci fizycznej par

¹ J-P. Merlet: *Still a long way to go on the road for parallel mechanisms*. Keynote speech in ASME 2002 DETC Conference, Montreal, Canada.

kinematycznych (a nie od tylko od klas par) oraz zależy od geometrii członów (tzn. od ich wymiarów podstawowych).

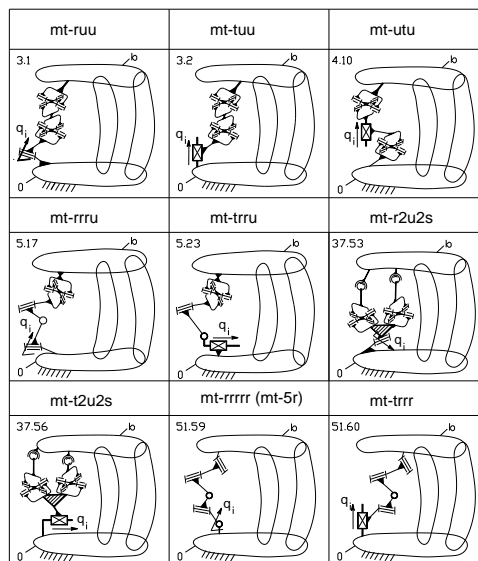


Rys. 2. Ogólny schemat metody syntezy strukturalnej mechanizmów równoległych: a) koncepcja podziału struktury układu na gałęzi, człony wykonawcze i napędy; b) wyznaczenie liczbowe struktury gałęzi; c) macierze połączeń gałęzi; d) postacie strukturalne gałęzi; e) koncepcja budowy mechanizmu poprzez dołączanie gałęzi; f) wyznaczone kompletne zbiory struktur mechanizmów równoległych

Jednym z narzędzi wykorzystanych w metodzie selekcji struktur jest twierdzenie o zabieraniu stopni swobody sformułowane przez S. Millera i wnioskodawcę [1, 3, 42]². Pozwala ono wydzielić z ogólnego katalogu struktur mechanizmów równoległych układy, które będą mogły realizować wymagane ruchy wykonawcze po określeniu odpowiedniej geometrii. Podczas analiz wykazano, że dla translacyjnych mechanizmów równoległych niezbędne jest określenie wzajemnego usytuowania osi, względem których w parach kinematycznych (I klasy - obrotowych i postępowych oraz II klasy – przegubach uniwersalnych - Cardana) są realizowane ruchy względne. Dla wyselekcjonowanych układów warunki te zostały wyspecyfikowane.

Przedstawiona w pracy metoda selekcji i doboru struktur pokazała, że można tworzyć nowe rozwiązania mechanizmów równoległych charakteryzujące się możliwością wykonywania szczególnych ruchów. Procedura ta została w pracy zastosowana do opracowania nowych translacyjnych mechanizmów równoległych. Na rys. 3 przedstawiono przykłady opracowanych i wyselekcjonowanych nowych mechanizmów translacyjnych.

² wszystkie pozycje literaturowe, do których są odwołania znajdują się w Załączniku nr 1



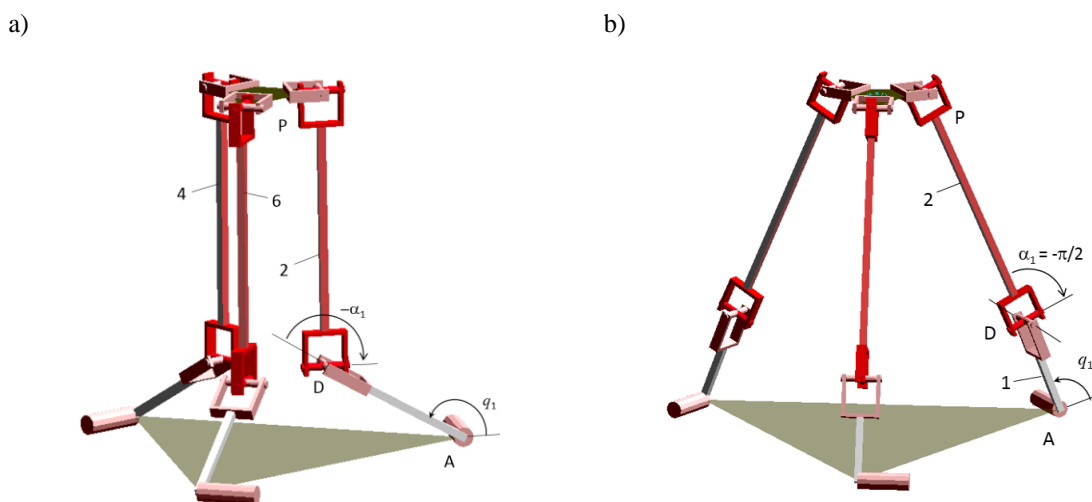
Rys. 3. Opracowane translacyjne mechanizmy równoległe

Określenie konfiguracji osobliwych oraz rozwiązanie zadania prostego i odwrotnego kinematyki były kolejnymi problemami badawczymi. Aby ruch członów w mechanizmie był zdeterminowany, niezbędne jest zdefiniowanie wymuszeń kinematycznych (napędów) w liczbie równej ilości stopni swobody układu – ruchliwości. Wszelkie rozważania dotyczące kinematyki sprowadzają się do podstawowego opisu wzajemnych położenia członów układu, czyli do określenia konfiguracji mechanizmu oraz wyznaczenia podstawowych parametrów kinematycznych ruchu - prędkości i przyspieszeń. Do opisu konfiguracji autor zastosował zmodyfikowaną metodę konturowych równań wektorowych. Zgodnie z nią zastąpiono łańcuchy kinematyczne odpowiednim łańcuchami wektorowymi. W ogólnym przypadku dla analizowanego mechanizmu równoległego formułowane są wektorowe kontury zamknięte – po jednym dla każdej gałęzi mechanizmu, z wektorem zamykającym opisującym położenie członu wykonawczego (platformy). Po wprowadzeniu odpowiednich macierzy transformacji, dokonując stosownych przekształceń uzyskuje się analityczny zapis konfiguracji mechanizmu. Zaproponowane autorskie podejście pozwala w prosty sposób wywieść równania więzów dla analizowanych mechanizmów równoległych oraz dokonując operacji różniczkowania względem czasu otrzymać ogólne równania prędkości i przyspieszeń opisujące zadanie proste i odwrotne kinematyki.

Możliwość występowania konfiguracji osobliwych w strefie roboczej mechanizmów równoległych jest jedną z istotnych wad tych układów. Konfiguracja osobliwa układu mechanicznego to taka, w której zachowania systemu nie można przewidzieć (nie można wyznaczyć). Układ doprowadzony do położenia osobliwego zmienia swoje własności dynamiczne i kinematyczne (ruch przestaje być kontrolowany). Wartości niektórych parametrów (sił, prędkości i przyspieszeń) stają się nieokreślone bądź dążą do nieskończoności. Równania więzów modelu układu mechanicznego w takim położeniu wykazują matematyczną osobliwość, nie mają rozwiązania. W pobliżu konfiguracji osobliwej, małe zmiany parametrów wejściowych (prędkości, sił) mogą przynieść duże zmiany parametrów wyjściowych (bądź odwrotnie). Istotnym mankamentem mechanizmów równoległych jest relatywnie mała strefa robocza, której pewne obszary są dodatkowo niedostępne z uwagi na położenia osobliwe. Przy prawidłowym projektowaniu należy uwzględnić położenia osobliwe i nie dopuszczać układu do przyjmowania takich położenia. Stąd jednym z celów prac autora było sformułowanie metody wyznaczania położenia osobliwych dla mechanizmów równoległych.

Mechanizm jest nieokreślony kinematycznie, czyli przyjmuje konfigurację osobliwą, gdy ogólne równanie prędkości układu nie ma rozwiązania. Zachodzi to, gdy wyznacznik macierzy Jacobiego z równań prędkości przyjmuje wartość zero.

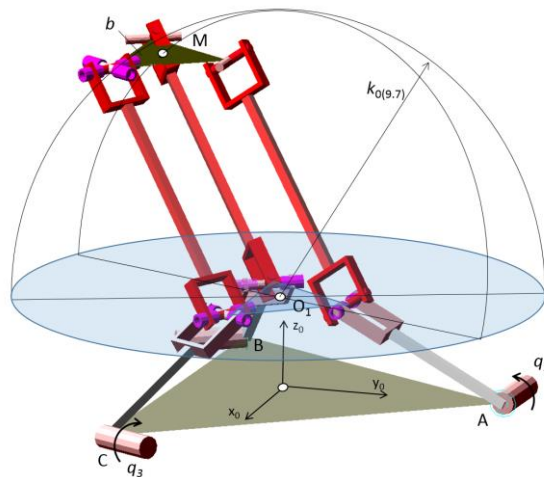
Celem lepszego rozróżnienia rodzaju i zrozumienia natury osobliwości dzieli się je na dwa podstawowe typy. Osobliwości I rodzaju określane przy rozpatrywaniu równań prędkości zadania prostego kinematyki, zaś osobliwości II rodzaju wyznaczane są podczas rozwiązywania zadania odwrotnego. Autor korzystając z opracowanej metody analizy kinematycznej zaproponował i przedstawił analityczne podejście do wyznaczania konfiguracji osobliwych. Polega ono na jawnym określaniu wyznacznika macierzy Jacobiego z równań prędkości w zadaniu prostym i odwrotnym kinematyki i poszukiwaniu warunków jego zerowania. Pozwala ono wyznaczyć poszukiwane konfiguracje osobliwe. Na rys. 4 przedstawiono mechanizm *mt-ruu* w przykładowych wyznaczonych konfiguracjach osobliwych I i II rodzaju.



Rys. 4. Widoki mechanizmu *mt-ruu* w konfiguracjach osobliwych: a) I rodzaju; b) II rodzaju

W wielu opracowaniach badania osobliwości ograniczają się do ich wyznaczenia. Jednak z praktycznego punktu widzenia, mechanizm w konfiguracji osobliwej jest to sytuacja nietypowa – równania więzów mają rozwiązanie, dla układu znane jest położenie członów, zaś równania prędkości nie mają rozwiązania, prędkości są nieokreślone.

Wnioskodawca w swoich badaniach przedstawił konsekwencje wejścia mechanizmu w położenia osobliwe (wyznaczone z równań prędkości) poprzez analizę równań więzów i zmianę ich postaci. Autor w swojej pracy wykazał, że gdy układ znajdzie się w konfiguracji osobliwej I rodzaju człon wykonawczy – platforma otrzymuje dodatkowe stopnie swobody (rys. 5), może się przemieszczać przy unieruchomionych napędach bądź zmieniać rodzaj ruchu np. może pojawić się zabroniony teoretycznymi więzami ruch obrotowy, a zniknąć dozwolony do tej pory ruch translacyjny. W przypadku wystąpienia osobliwości II rodzaju człony mechanizmu najczęściej układają się na granicy strefy roboczej. Mechanizm będąc w takim położeniu traci jeden lub więcej stopni swobody, układ staje się sztywny bądź przesztyniony.



Rys. 5. Mechanizmu *mt-ruu* w położeniu osobliwym I rodzaju z rys. 4a z zaznaczonymi dodatkowymi stopniami swobody platformy *b* - przy zablokowanych napędach q_i punkt *M* na platformie *b* może przyjąć dowolne położenie na sferze o promieniu $k_{0(9.7)}$ i środku znajdującym się w punkcie O_1

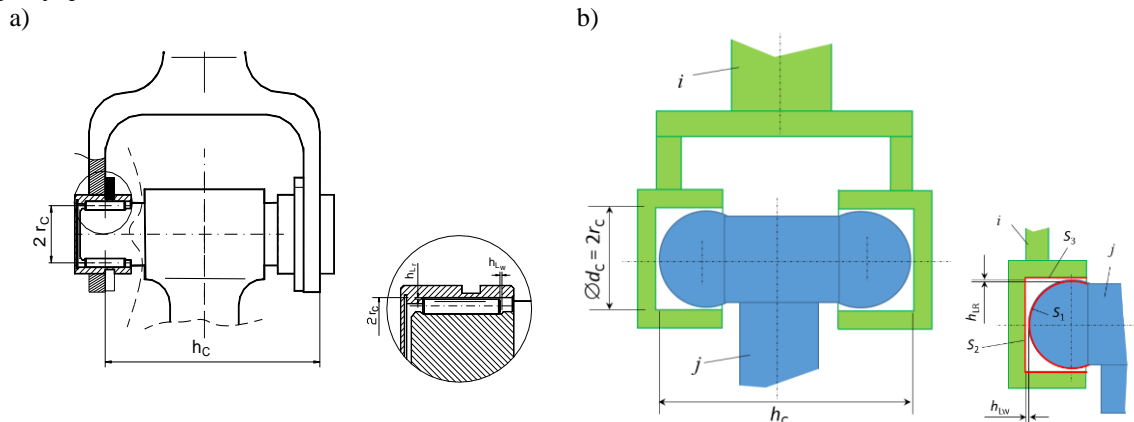
Badanie wpływów luzów w parach kinematycznych na własności ruchowe członów mechanizmu było kolejnym zagadnieniem rozpatrzonym przez wnioskodawcę. Dla mechanizmów równoległych istotnym problemem badawczym jest określenie jak bardzo człony układu mogą się zbliżyć do położen osobliwych nie wnosząc do układu szkodliwych oddziaływań w postaci znaczącego zwiększenia sił i momentów w parach kinematycznych. Zagadnienie się komplikuje, gdy w parach kinematycznych pojawią się luzy. Występowanie luzów skutkuje tym, że zamiast położenia osobliwego mamy strefę położen osobliwych – pewien zakres w którym nie może się znajdować mechanizm.

Zbadanie wpływu luzów na dokładności ruchu mechanizmów równoległych zwłaszcza w otoczeniu położen równoległych jest zadaniem trudnym, obejmującym problemy kinematyczne i dynamiczne. Nie jest jeszcze dobrze opisane i zbadane. Badanie dynamiki i kinematyki mechanizmów równoległych przyjmujących konfiguracje osobliwe przy wykorzystaniu typowych systemów analizy dynamicznej układów wielocłonowych (np. Adams, LMS DADS) może nie być skuteczne. Wykonywanie badań symulacyjnych po doprowadzeniu układu do położenia osobliwego jest niemożliwe, obliczenia zostają przerwane w momencie osiągnięcia osobliwości. Równania dynamiki i kinematyki w punkcie osobliwym stają się nieoznaczone. Możliwość kontynuowania symulacji przy użyciu modeli zbudowanych ze standardowych teoretycznych więzów (modeli par kinematycznych, wymuszeń) kończą się niepowodzeniem.

Dla tych przypadków było niezbędne zbudowanie nowych bibliotek więzów umożliwiających wprowadzenie luzów, których równania będą miały dynamiczne rozwiązania również w położeniach osobliwych. Umożliwiło to prowadzenie badań symulacyjnych nawet w położeniach osobliwych.

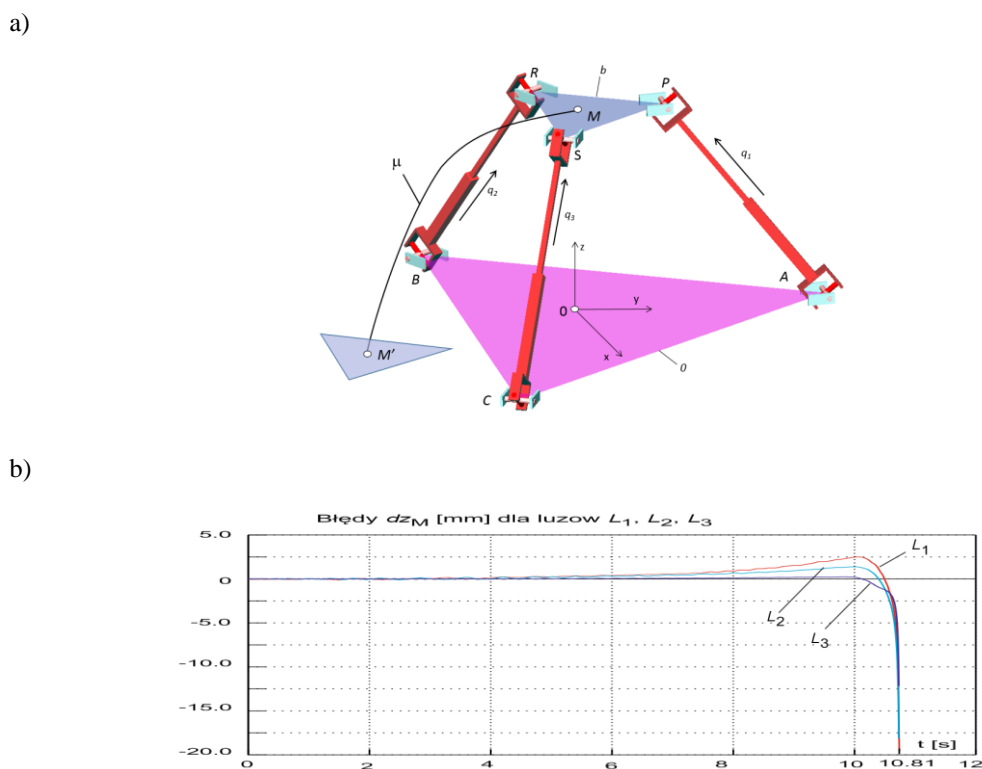
Wnioskodawca w swoich pracach przedstawił nowy sposób modelowania mechanizmów równoległych z uwzględnieniem występowania luzów w parach kinematycznych. Autor zaproponował utworzenie modelu par kinematycznych jako połączeń kształtowych i więzów w postaci oddziaływań sił kontaktowych pomiędzy dwiema powierzchniami na styku dwóch członów tworzących parę kinematyczną. Różnica promieni wewnętrznych r_c cylindra i kuli określa luz promieniowy h_{LR} , zaś różnica w rozstawie h_c gniazd i kuli wyznacza luz osiowy h_{LW} (rys. 6). Siły kontaktowe są definiowane pomiędzy powierzchniami zakończeń członów tworzących przegub. Jeżeli w wyniku przemieszczenia członów nastąpi kontakt pomiędzy członami, w punkcie styku pojawi się oddziaływanie w postaci siły kontaktowej. Wartości siły wynikające z nacisków powierzchniowych są wyliczane zgodnie z modelem sił kontaktowych na podstawie przemieszczeń i odkształceń

współpracujących członów. Tak zbudowane połączenia zapewniają przeniesienie wymaganych obrotów i ruchów wynikających z luzów. Opracowana nowa metoda modelowania i przeprowadzone badania symulacyjne ruchu wybranych translacyjnych mechanizmów równoległych pokazały ilościowy i jakościowy wpływ luzów na pogorszenie dokładności pozycjonowania członów mechanizmu.



Rys. 6. Widoki pary obrotowej: a) widok ogólny i przekrój przez lewe łożysko z luzami; b) widok modelu i widoki luzów promieniowego i osiowego

Badania wykazały, że w pobliżu położenia osobliwego wrażliwość mechanizmu na błędy w pozycjonowaniu znacząco wzrasta. Wartości luzów, będące setnymi częściami milimetra, skutkują w skrajnych przypadkach nawet centymetrowymi błędami pozycjonowania. Na rys. 7 pokazano widok modelu obliczeniowego mechanizmu *mt-utu*, schemat symulacji ruchu po trajektorii *MM'* oraz przebiegi błędów d_{z_M} pozycjonowania

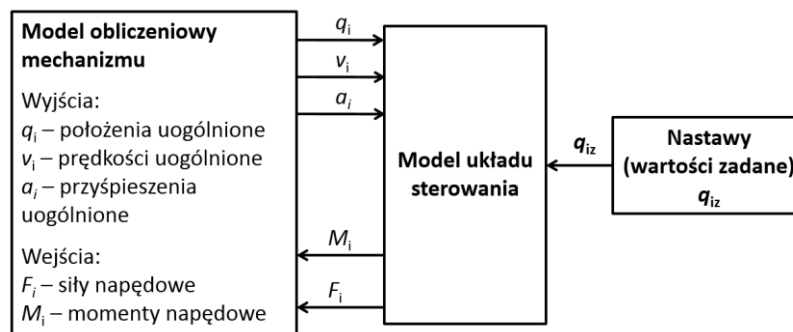


Rys. 7. Schemat symulacji ruchu po trajektorii *MM'*: a) widok modelu mechanizmu *mt-utu*; b) przebiegi błędów d_{z_M} pozycjonowania punktu *M* platformy podczas ruchu po zadanej trajektorii *MM'* dla układu z luzami L_i (promieniowe, osiowe [mm]): $L_1(0,025; 0,025)$, $L_2(0,025; 0,001)$ i $L_3(0,001; 0,025)$

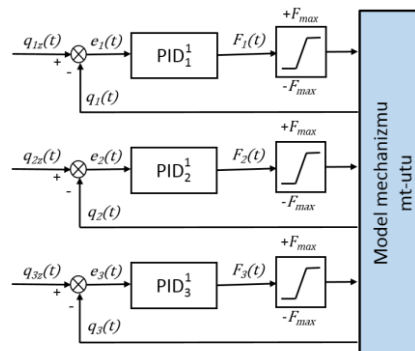
punktu M platformy podczas ruchu po tej trajektorii dla trzech kombinacji luzów L_i promieniowych i osiowych. Mechanizm w położeniu M jest w konfiguracji osobliwej. Jak pokazały wyniki obliczeń w wyniku istnienia luzów mechanizm będący teoretycznie w bezpiecznej odległości od konfiguracji osobliwej może przyjąć to położenie znacząco pogarszając swoje charakterystyki kinematyczne i przyjmując położenie martwe.

Wyniki badań wskazują na bezwzględną konieczność uwzględniania luzów w projektowaniu tego typu mechanizmów – zaproponowane modele okazały się efektywne w określaniu zachowanie układu w pobliżu konfiguracji osobliwych.

Synteza geometryczna była następnym etapem prac autora. Badania skoncentrowane były na opracowaniu metod doboru wymiarów podstawowych dla wybranych translacyjnych mechanizmów równoległych. Podstawowym celem opracowanych metod syntezy był taki dobór wymiarów podstawowych, aby w założonej strefie roboczej projektowanego układu nie było położen osobliwych. Autor sformułował ogólne założenia metody syntezy, z których wywiódł dwie nowe metody doboru wymiarów podstawowych dla dwóch szczególnych rozwiązań układów $mt-ruu$ (rys. 1b) i $mt-utu$ (rys. 7a).



Rys. 8. Blokowy model obliczeniowy mechanizmu równoległego z układem sterowania



Rys. 9. Schemat blokowy układu sterowania mechanizmu z 3 regulatorami PID dla mechanizmu równoległego $mt-utu$ z trzema napędami liniowymi

Kolejnymi aspektami badań rozważanymi w pracy były **badania symulacyjne dynamiki** celem ostatecznej identyfikacji podstawowych parametrów kinematycznych i dynamicznych. Autor opracował i pokazał skuteczną procedurę budowy modelu obliczeniowego mechanizmu równoległego z układem sterowania w systemach analizy dynamicznej układów wieloczłonowych (rys. 8). Przedstawiono została procedura budowy układu sterowania opartego na regulatorach PID i jego integracja z modelem obliczeniowym (rys. 9). Utworzona procedura pozwala zbudować modele obliczeniowe mechanizmu i

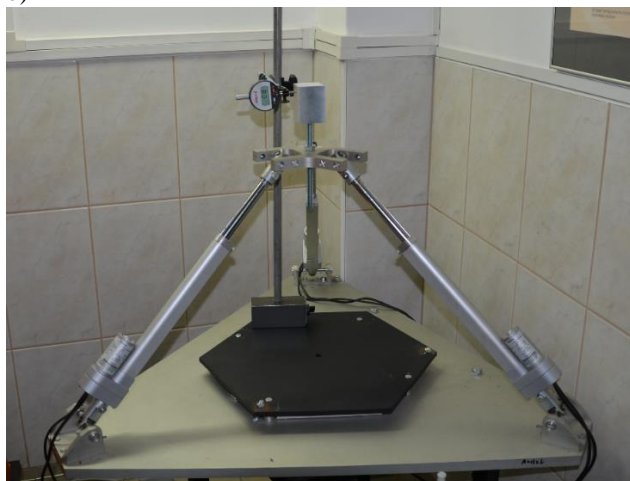
układu sterowania, dobrać parametry regulatorów oraz umożliwić przeprowadzanie badań symulacyjnych dynamiki mechanizmu równoległego polegających na wymuszaniu ruchu mechanizmu po typowych trajektoriach roboczych w celu określenia parametrów kinematyki i dynamiki ruchu.

Opracowane metody syntezy i analizy posłużyły autorowi do opracowania i wyselekcjonowania dwóch struktur nowych translacyjnych mechanizmów równoległych: jednego z napędami liniowymi *mt-utu* i drugiego z napędami obrotowymi *mt-ruu* (rys. 10). Układy te były bazą do opracowania i wykonania dwóch kompletnych stanowisk badawczych mechanizmów równoległych, które posłużyły do zweryfikowania eksperymentalnego opracowanych metod.

a)



b)



Rys. 10. Widoki translacyjnych mechanizmów równoległych: a) *mt-ruu*; b) *mt-utu*

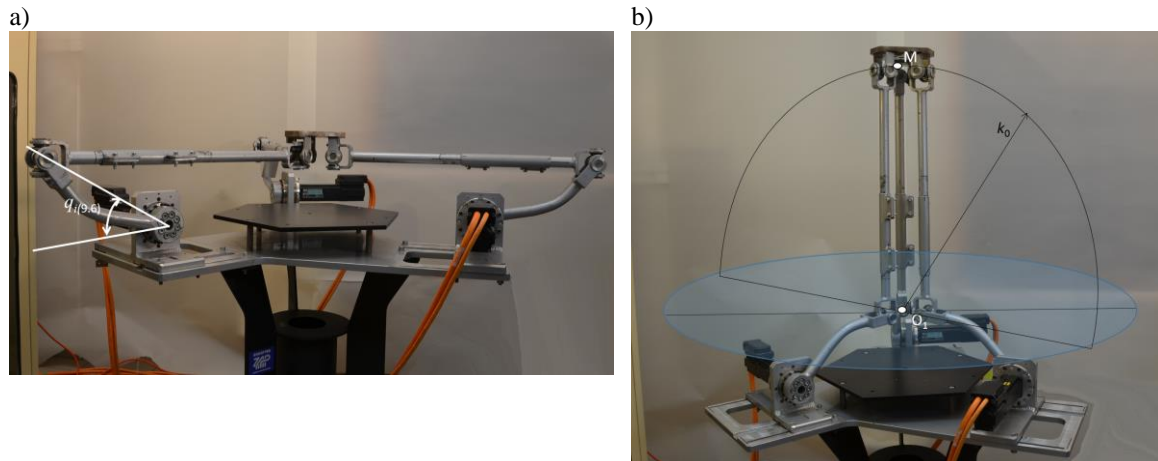
Badania eksperymentalne miały na celu ostateczną walidację poprawności działania układów oraz ocenę jakości realizowanych ruchów roboczych. Podczas badań stanowiskowych wykonano pomiary dokładności realizacji ruchu układu po zadanych trajektoriach oraz badania powtarzalności ruchu członu wykonawczego – platformy. Wykonane pomiary mechanizmu rzeczywistego umożliwiły określenie dokładności realizowanych ruchów, a także wykazały poprawność zbudowanego układu sterowania.

Przebadane trajektorie wykazały, że zmierzone wartości dokładności realizowanych trajektorii rzeczywistych są podobne do wartości uzyskanych teoretycznie i numerycznie. Otrzymane dokładności realizacji trajektorii są wystarczające dla założonych dla tego układu zastosowań (proste prace manipulacyjne). Przeprowadzone następnie badania powtarzalności ruchu układu potwierdziły wysoką dokładność osiągnięcia pozycji przez efektor. Wykonane badania eksperymentalne potwierdziły wnioski wywiedzione z prac teoretycznych dotyczące wrażliwości konstrukcji mechanicznej na odkształcenia sprężyste i występujące luzy w parach. Dla poprawy jakości ruchu konstrukcja mechanizmu powinna charakteryzować wysoką sztywnością, zastosowane pary kinematyczne powinny być o jak najmniejszych luzach.

Nowymi aspektami badań eksperymentalnych były pomiary mechanizmów równoległych w konfiguracji osobliwych z zadania prostego kinematyki. Mechanizmy równoległe *mt-utu* i *mt-ruu* zostały zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby podczas ruchu ich człony nie mogły przyjąć szkodliwych konfiguracji osobliwych. Cel ten został osiągnięty odpowiednim określeniem geometrii ich członów na etapie syntezy geometrycznej. Stąd przeprowadzenie badań stanowiskowych tych mechanizmów w konfiguracjach osobliwych było niemożliwe. Celem doświadczalnego sprawdzenia

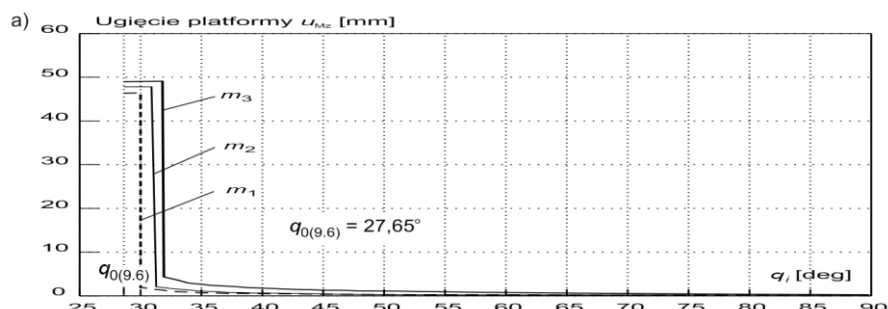
zachowania mechanizmu w konfiguracjach osobliwych w konstrukcji mechanizmu *mr - ruu* wprowadzono modyfikacje, które umożliwiły zmianę geometrii wybranych członów. Wprowadzone zmiany pozwalają wprowadzać układ w położenia osobliwe.

Przeprowadzone eksperymentalne badania mechanizmu w położeniach osobliwych pozwoliły autorowi potwierdzić wnioski uzyskane metodami analitycznymi: człony mechanizmu w takiej konfiguracji mogą przyjąć położenia martwe (rys. 11a) lub uzyskać dodatkowe stopnie swobody, tracona jest kontrola nad przemieszczeniem członów (rys. 11b).



Rys. 11. Widoki mechanizmu *mt-ruu* w konfiguracjach osobliwym

W wyniku eksperymentów wykazano, że mechanizm poddany obciążeniu dynamicznemu może wejść w położenie osobliwe będąc nawet kinematycznie w pewnej odległości od tej konfiguracji. Przyczyną tego zjawiska są luzy w parach i podatność członów mechanizmu. Stąd przy planowaniu trajektorii roboczych należy unikać ruchów członów w pobliżu położen osobliwych. Na rys. 12 przedstawiono przebiegi ugięcia u_{Mz} platformy mechanizmu pod wpływem obciążenia różnymi masami m_i w zależności kąta q_i ustawienia członów czynnych. Dokonując analizy wykresu można zauważyć, że w miarę zbliżania się do położenia osobliwego ($q_i = q_{0(9,6)}$) wartości ugięcia zmieniają się skokowo. Wskazuje to, że układ w położeniu osobliwym gwałtownie traci sztywność.



Rys. 12. Zmierzone ugięcia u_{Mz} platformy mechanizmu równoległego *mt-ruu* pod obciążeniem masami m_1, m_2, m_3 w funkcji kąta obrotu q_i członów napędów

Badania eksperymentalne potwierdziły wykazane teoretycznie zalecenia zakazu wprowadzania mechanizmów równoległych w konfiguracje osobliwe z zadania prostego kinematyki w przypadku zastosowań rzeczywistych.

Opracowane przez autora metody syntezy i analizy mechanizmów równoległych stanowią ilustrację metodyki postępowania projektowego od syntezy strukturalnej do

końcowej budowy urządzenia. Każda grupa układów mechanicznych wymaga odrębnego podejścia do procesu projektowania celem rozwiązania specyficznych zagadnień związanych z istotą ich działania. W przypadku mechanizmów równoległych takimi problemami są między innymi analiza i wyznaczanie konfiguracji osobliwych oraz synteza warunków geometrycznych niezbędnych do zapewnienia określonych ruchów członowi wykonawczemu.

Opracowane autorskie metody są skutecznym narzędziem do tworzenia innowacyjnych rozwiązań mechanizmów równoległych. Utworzone nowe układy i otrzymane wyniki badań mogą przyczynić się do poszerzenia pola zastosowań tych układów w technice. Jednym z przyszłościowych obszarów zastosowania mechanizmów równoległych jest m.in. wykorzystanie ich w budowie mikroukładów elektromechanicznych (MEMS), mikro-robotów czy mikro-platform do pozycjonowania.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze przedstawiono na podstawie kryteriów zdefiniowanych w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r., art. 3 pkt 4 w obszarze nauk technicznych, art. 4 określający kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych dla wszystkich obszarów wiedzy oraz art. 5 w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej we wszystkich obszarach wiedzy (Dz. U. nr 196, poz. 1165).

5.1. Zestawienie prac publikowanych i niepublikowanych wykonanych przed i po uzyskaniu stopnia doktora z wyszczególnieniem publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports

W poniższej tabeli wnioskodawca zawarł osiągnięty dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Pełen wykaz dorobku przedstawiono w załączniku nr 1, zaś w załączniku nr 2 zamieszczono oświadczenia współautorów dotyczące udziału wnioskodawcy w pracy nad przygotowaniem artykułów.

Dorobek naukowy w okresie po uzyskaniu stopnia Doktora		
Rodzaj pracy		
Publikacje naukowe ogółem		75
Artykuły naukowe ogółem	Krajowe	15
	Zagraniczne	10
Artykuły z listy filadelfijskiej		4
Publikacje naukowe w bazie JCR		4
Monografie		1
Rozdziały w książkach i monografiach (zagraniczne i krajowe)		7 (2+5)
Referaty zagraniczne i krajowe		34 (14+20)
Projekty badawcze (bad. stosowane)		7
Patenty		7 (+ 5 zgłoszeń)
Cytowania	Web of Science	8³
	Google Scholar	62 (23³)
Wskaźnik Hirscha:	Web of Science	1
	Google Scholar	4
Prace niepublikowane – raporty, wyniki badań		20

W dorobku habilitanta w okresie po doktoracie znajduje się łącznie 95 prac, wśród których są 75 prace naukowe i 20 prac niepublikowanych realizowanych na rzecz projektów badawczych, badań statutowych i opracowań dla przemysłu, w tym 7 patentów oraz 5 zgłoszeń patentowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych wnioskodawca znacząco powiększył dorobek naukowy. Publikacje w głównej mierze koncentrowały się w obszarze analizy i syntezy mechanizmów równoległych, problemów projektowania maszyn roboczych, modelowania i badań symulacyjnych układów napędowych i układów jazdy pojazdów oraz problemów syntezy, analizy i modelowania robotów mobilnych.

Wyniki badań opublikowano łącznie w 25 artykułach krajowych i zagranicznych, 4 publikacje znajdują się w czasopismach ujętych w bazie Journal Citation Reports (załącznik nr 1, poz. [2, 3, 4, 13]).

Sumaryczny *impact factor* dla wymienionych publikacji z bazy JCR wynosi odpowiednio:

a) bez uwzględniania udziałów

$$\text{impact factor} = 1,793 + 0,679 + 0,767 + 2,194 = 5,433$$

b) z uwzględnieniem udziału habilitanta

$$\text{impact factor} = 1,793 + 0,679 + 50\% * 0,767 + 2,194 = 5,0495$$

gdzie: % procentowy udział habilitanta (wg załącznika nr 1 i 2)

Liczba cytowań publikacji habilitanta według bazy: Web of Science (WoS): 8³

według bazy: Google Scholar : 62 (23³)

Indeks Hirsch'a opublikowanych prac według bazy: Web of Science: 1

według bazy: Google Scholar : 4

W załączniku nr 3 zamieszczono analizę cytowań prac habilitanta wykonaną przez Centrum Wiedzy i Informacji Technicznej Politechniki Wrocławskiej (baza Web of Science) oraz wyciąg ze strony Google Scholar.

³ bez uwzględniania autocytowań

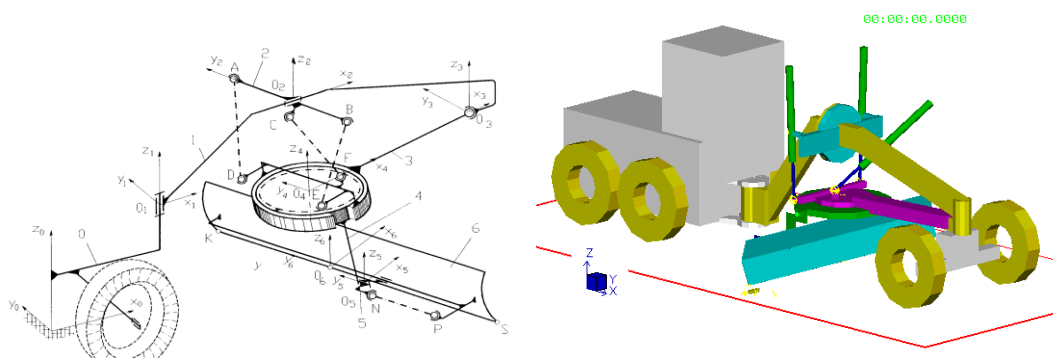
5.2. Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego

Osiągnięcia naukowe i techniczne wnioskodawcy nie wchodzące w skład głównego osiągnięcia naukowego, a będące współautorstwem rozwiązań badawczych, projektowych i konstrukcyjnych:

A. Problemy analizy i syntezy maszyn roboczych

Przedmiotem prac naukowych związanych z maszynami roboczymi były badania podstawowe dotyczące syntezy strukturalnej i geometrycznej oraz analizy kinematycznej i dynamicznej.

Równiarki. Pierwszymi badaniami zrealizowanymi w zakresie tego tematu były prace związane z projektowaniem równiarek. Prace polegały na modyfikacji rozwiązań standardowych (np. równiarka RH150) oraz na badaniach związanych z opracowaniem nowych rozwiązań strukturalnych i kinematycznych równiarek. Prace prowadzone były we współpracy z Przemysłowym Instytutem Maszyn Budowlanych w Kobyłce oraz w formie projektu badawczego KBN (nr 7 T07C 009 12) [93]. Wnioskodawca był współautorem metody syntezy strukturalnej, której wyniki zaowocowały utworzeniem nowych rozwiązań, z których część została objęta ochroną patentową (Patenty nr 185979, 185791, 185792) [46, 47, 48]. W wyniku prac została opracowana nowa metoda analizy kinematycznej, która posłużyła do analiz ruchowych lemiesza względem ramy maszyn (rys. 13). Wnioskodawca był również współtwórcą procedury modelowania numerycznego i badań symulacyjnych dynamiki tych maszyn [61, 62, 65].



Rys. 13. Schemat kinematyczny i model obliczeniowy nowej równiarki RH150

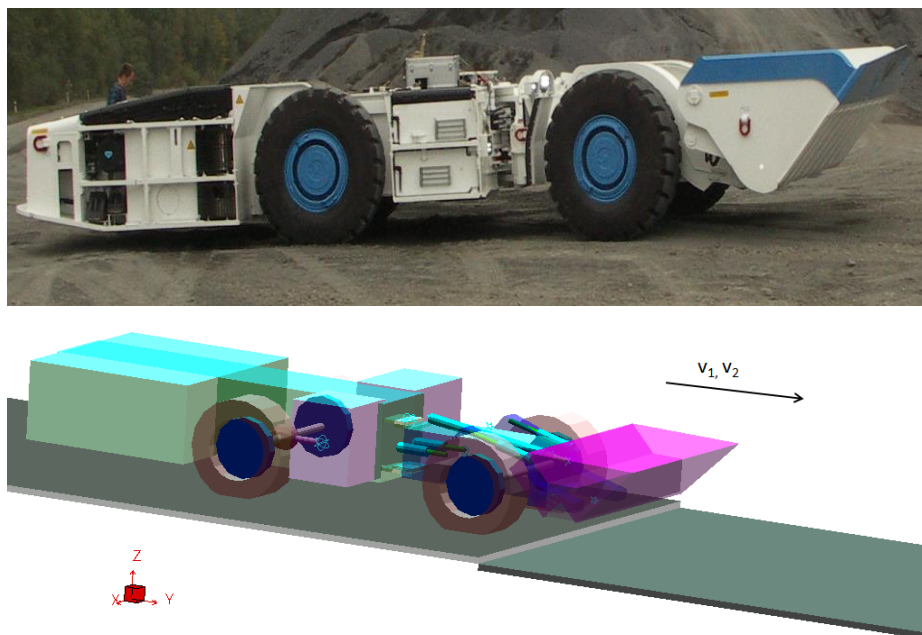
Wiertnice górnicze. Kolejną grupą maszyn roboczych, których istotne problemy projektowe były rozwiązywane przez autora były wysięgniki wiertnic używanych w górnictwie podziemnym. Są to maszyny używane do wiercenia długich (ok. 4 m) otworów strzałowych na powierzchni czołowej (do 30 m²) górotworu z jednej pozycji pracy maszyny. Wysięgniki tych maszyn są przestrzennymi otwartymi łańcuchami kinematycznymi (o różnej budowie strukturalnej, charakterystycznej dla danego wytwórcy) pracującymi w układzie hydraulicznego prostowodu. Wnioskodawca jest współautorem unikalnej metody syntezy geometrycznej takich układów oraz metody analizy kinematycznej zastosowanych do opracowania i modyfikacji istniejących

rozwiązań. Na potrzeby badań układów opracowana została również metoda budowy modeli obliczeniowych i przeprowadzania badań symulacyjnych dynamiki. Wnioskodawca jest współautorem modyfikacji w budowie wiertnicy FaceMaster 1.7 z wysięgnikami HD02, HD02n oraz wiertnicy Face Master 2.5 NVR zrealizowanych na zlecenie producenta firmy MINEMASTER S.A. w Złotoryi oraz współautorem modyfikacji w wysięgnikach RWP zrealizowanych dla producenta firmy KGHM ZANAM S.A. w Polkowicach (rys. 14).



Rys.14. Modyfikowane wiertnice górnicze: FaceMaster 1.7 firmy MINEMASTER SA (lewe zdjęcie) i RWP firmy KGHM ZANAM SA (prawe zdjęcie)

Ładowarki górnicze. Kolejnym aspektem badań autora związanych z maszynami roboczymi był problemy modelowania i badań dynamiki jazdy ładowarek czołowych. Ładowarki te są stosowane w górnictwie podziemnym do transportu urobku (np. kopalnie miedzi KGHM S.A.). Maszyny te podczas jazdy w podziemnych chodnikach o nierównych podłożach poddane są znacznym oddziaływaniom



Rys. 15. Widok ogólny ładowarki GHH SLP8H podczas testów naziemnych (zdjęcie górne) i jej modelu obliczeniowego (zdjęcie dolne)

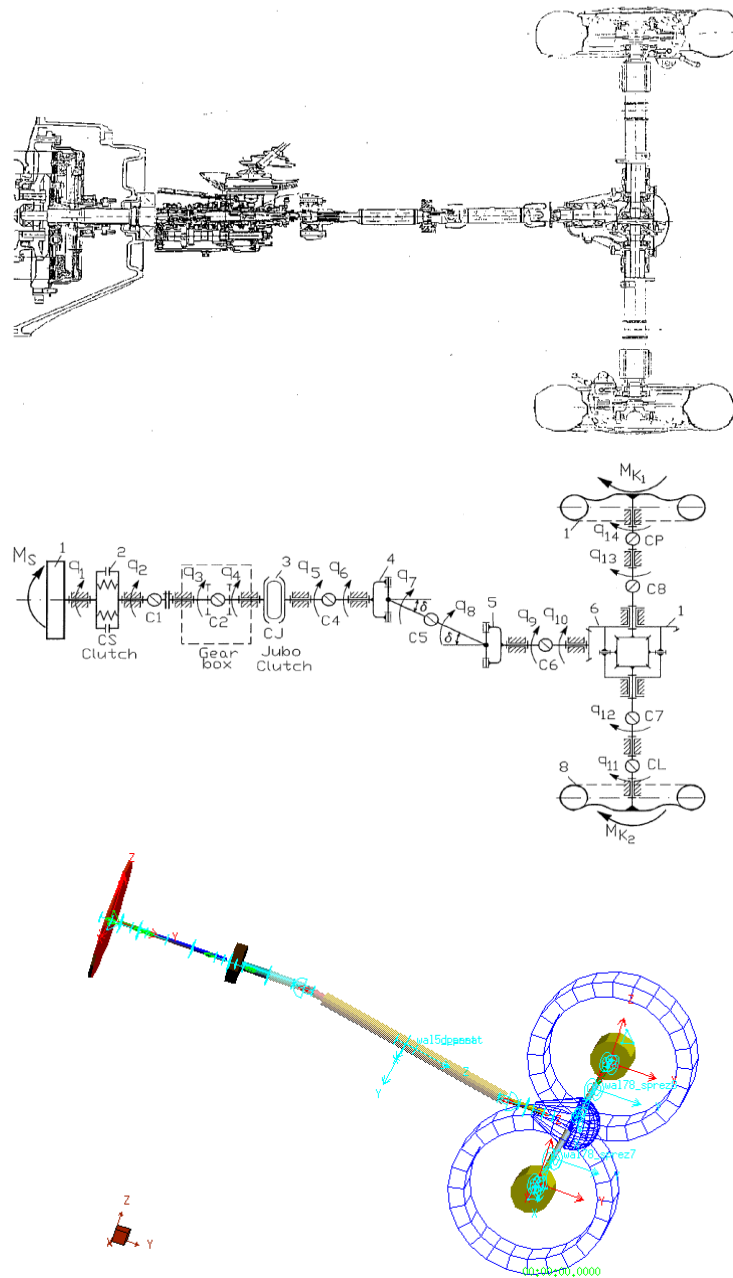
dynamicznym. Dla ciężkich maszyn (łączna masa z urobkiem ok. 40 t) jazda po nierównym podłożu skutkuje dużymi obciążeniami dynamicznymi węzłów konstrukcyjnych maszyny w porównaniu do obciążeń statycznych. W celu wyznaczenia stanu obciążenia głównych węzłów konstrukcyjnych ładowarki prowadzone są badania teoretyczne i eksperymentalne. Wnioskodawca jest autorem metody budowy modeli obliczeniowych i badań symulacyjnych dynamiki takich maszyn uwzględniających, oddziaływania opona-podłoże i mechanikę jazdy po podłożu z nierównościami (rys. 15).

Opracowane metody zostały zastosowane do badań symulacyjnych dynamiki jazdy po nierównościach ładowarki SLP8H firmy GHH stosowanej w kopalniach miedzi w Polsce. Celem badań była identyfikacja obciążeń dynamicznych węzłów konstrukcyjnych dla określenia maksymalnych prędkości jazdy maszyny z i bez urobku [11, 77].

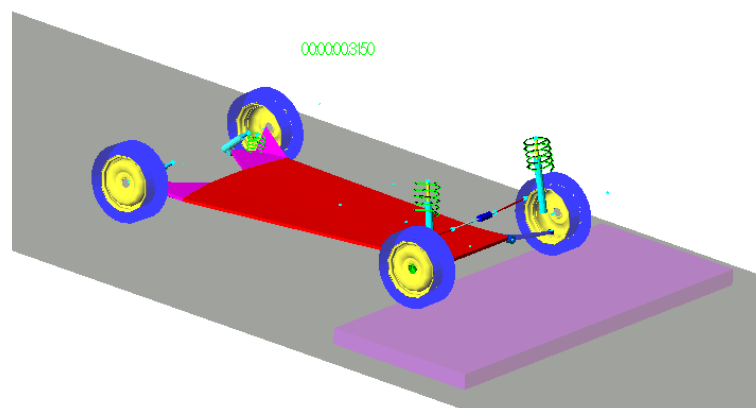
B. Modelowanie i badania symulacyjne układu napędowego i układu jazdy pojazdu

W ramach współpracy z Ośrodkiem Badawczo - Rozwojowym Samochodów Małolitrażowych BOSMAL w Bielsku-Białej były prowadzone w jednostce wnioskodawcy badania nad układami napędowymi i jezdnyymi samochodów. Układy napędowe są to wieloczłonowe mechanizmy z masowymi i podatnymi członami służące do transformacji momentu napędowego pochodzącego od silnika, przenoszonego do kół samochodu. Układy te poddawane są różnorodnym wymuszeniom wywołującymi powstawanie drgań związanych z cyklicznymi przemianami energii kinetycznej członów masowych w energię potencjalną elementów sprężystych. Obiektem analizy był układ napędowy samochodu typu 4x2 (pojazd z napędem na tylne koła) (rys. 16). W ramach badań podjęto problem budowy autorskiego modelu dynamiki układu uwzględniającego podatność skrętną wszystkich wałów, sprzęgła głównego i elastycznego (Jubo). Na bazie opracowanego modelu przeprowadzono badania symulacyjne dynamiki układu celem identyfikacji i późniejszej weryfikacji eksperymentalnej. Wnioskodawca był współautorem opracowanych metod i głównym wykonawcą badań. Uzyskane wyniki posłużyły do analizy własności dynamicznych układu napędowego samochodu. Stworzony model i przeprowadzone analizy posłużyły do zmian i modyfikacji badanego układu dla poprawy jego własności [58, 95].

Kolejne badania realizowane we współpracy z Ośrodkiem BOSMAL dotyczyły układu jazdy samochodu małolitrażowego klasy Seicento. Prace obejmowały budowę kompletnego modelu podwozia samochodu z mechanizmami zawiesznień przednich i tylnych kół (z podatnymi sprężynami i amortyzatorami), układu kierowniczego oraz modelu oddziaływania opona-podłoże (rys. 17). Szczegółowe badania dotyczyły modelowania i sformułowania autorskich algorytmów i przeprowadzenia obliczeń dla modelu opon Dugoffa-Uffelmanna oraz modelu opon Pacejki. Wnioskodawca był współautorem opracowanych metod i modeli oraz głównym wykonawcą badań [90, 91].



Rys. 16. Schemat i model obliczeniowy układu napędowego samochodu z napędem 4x2

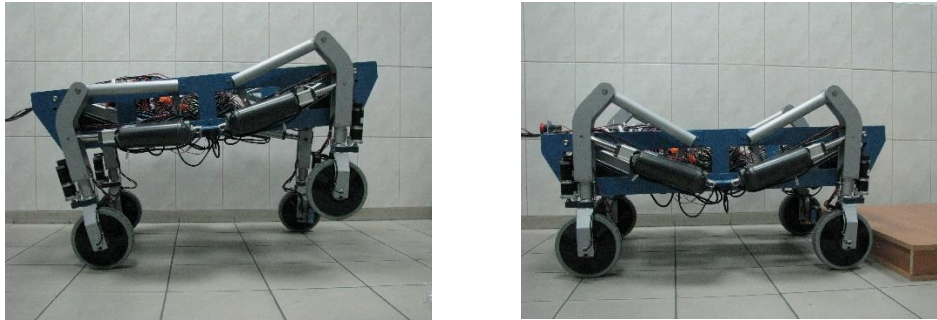


Rys. 17. Model obliczeniowy układu jazdy samochodu osobowego klasy Seicento

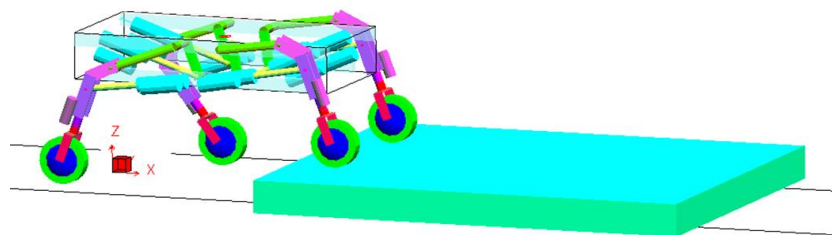
C. Problemy projektowania robotów mobilnych kołowo-kroczących

Jedną z odmian robotów mobilnych są układy kołowo-kroczące. Roboty takie łączą sprawność szybkiego przemieszczania się na kołach po gładkim terenie z możliwościami pokonywania przeszkód za pomocą ruchów kroczących. Takim układem jest robot kołowo-kroczący zbudowany w jednostce wnioskodawcy w ramach projektu badawczego finansowanego ze środków na naukę (NCBIR nr N N502 271037) (rys. 18) [78]. Istotnym wyzwaniem projektowym w takim układzie jest opracowanie zawieszenia koła, które oprócz jazdy powinno zapewnić możliwość wykonywania ruchów kroczących. W ramach prac prowadzonych przy projektowaniu i budowie tego robota zostały opracowane metody syntezy strukturalnej i geometrycznej oryginalnego zawieszenia, metody analizy kinematycznej i metody modelowania dynamiki układu krocząco - jezdnego, których wnioskodawca był współautorem [9, 15, 17, 18]. Autorskie dokonania wnioskodawcy miały znaczący wkład przy tworzeniu opisu zjawisk kontaktowych na styku opona i podłoże oraz przy opracowaniu algorytmów jazdy i kroczenia. Wnioskodawca był również autorem algorytmów procedury automatycznego poziomowania korpusu robota podczas jazdy [4, 7].

a)



b)



Rys. 18. Widoki opracowanego robota kołowo-kroczącego: a) zdjęcia robota podczas kroczenia; b) widok modelu obliczeniowego robota podczas symulacji kroczenia

5.3. Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe

W wyniku prac badawczych realizowanych przez wnioskodawcę w czasie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych złożono łącznie dwanaście wniosków patentowych, których habilitant był współautorem. Decyzją Urzędu Patentowego RP udzielono ochrony patentowej na 7 zgłoszeń. Pozostałe zgłoszenia są w trakcie rozpatrywania.

Są to następujące patenty i zgłoszenia:

1. **Bagiński A., Balchanowski J., Sperzyński P., Twaróg W.** : Patent. Polska, nr 219294. Układ do otwierania i zamykania parasola wielkogabarytowego : Int. Cl. A45B 25/14, A45B 25/02. Zgłosz. nr 398966 z 24.04.2012. Opubl. 30.04.2015 / Politechnika Wrocławska, Wrocław, 5 s.
2. **Balchanowski J., Szrek J., Twaróg W.:** Patent. Polska, nr 212037. Sprzęgło wzdluzne : Int. Cl. F16D 3/16, F16D 3/26, F16D 3/02. Zgłosz. nr 384767 z 25.03.2008. Opubl. 31.07.2012 / Politechnika Wrocławska, 4 s.
3. **Balchanowski J., Szrek J., Twaróg W.:** Patent. Polska, nr 211950. Jednokierunkowe sprzęgło wzdluzne : Int. Cl. F16B 7/00, F16B 7/18, F16D 41/00. Zgłosz. nr 384766 z 25.03.2008. Opubl. 31.07.2012 / Politechnika Wrocławska, 4 s.
4. **Bagiński A., Balchanowski J., Twaróg W.:** Patent. Polska, nr 212468. Proteza dłoni : Int. Cl. A61F 2/56. Zgłosz. nr 379607 z 04.05.2006. Opubl. 31.10.2012 / Politechnika Wrocławska, 4 s.
5. **Balchanowski J., Twaróg W., Wudarczyk S.:** Patent. Polska, nr 185979. Układ prowadzenia lemiesza równiarki. IntCl17 E02F 3/76, E02F 3/85. Zgłosz. nr 321978 z 5.09.1997. Opubl. 30.09.2003 / Politechnika Wrocławska, 4 s.
6. **Miller S., Balchanowski J., Twaróg W.:** Patent. Polska, nr 185791. Układ prowadzenia lemiesza równiarki. IntCl17 E02F 3/76, E02F 3/85. Zgłosz. nr P 321977 z 5.09.1997. Opubl. 31.07.2003 / Politechnika Wrocławska [i in.]. 4 s. :
7. **Twaróg W., Balchanowski J., Gronowicz A.:** Patent. Polska, nr 185792. Układ prowadzenia lemiesza równiarki. IntCl17 E02F 3/76, E02F 3/85. Zgłosz. nr 321979 z 5.09.1997. Opubl. 31.07.2003 / Politechnika Wrocławska, 4 s.

Zgłoszenia patentowe:

1. **Balchanowski J., Twaróg W.:** Sprzęgło wzdluzne. Zgłosz. pat. nr P 384768 z 25.03.2008, 5 s. Politechnika Wrocławska.
2. **Balchanowski J., Twaróg W., Wudarczyk S.:** Mechaniczna przekładnia bezstopniowa. Zgłosz. pat. nr P 383881 z 26.11.2007, 6 s. Politechnika Wrocławska.
3. **Balchanowski J., Twaróg W.:** Mechaniczna przekładnia bezstopniowa. Zgłosz. pat. nr P 383884 z 26.11.2007, 6 s. Politechnika Wrocławska
4. **Balchanowski J., Twaróg W., Wudarczyk S.:** Mechaniczna przekładnia bezstopniowa. Zgłosz. pat. nr P 383882 z 26.11., 6 s. Politechnika Wrocławska
5. **Balchanowski J., Twaróg W.:** Mechaniczna przekładnia bezstopniowa. Zgłosz. pat. nr 383883 z 26.11.2007, 6 s. Politechnika Wrocławska

5.4. Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Uzyskane latami pracy i badań doświadczenie naukowe, badawcze, konstrukcyjne oraz opanowany przez wnioskodawcę warsztat modelowania numerycznego zaowocował udziałem w 6 projektach badawczych KBN i NCBiR, z których dwa były przez habilitanta bezpośrednio kierowane.

Tematy, którymi kierował habilitant były bezpośrednio związane z jego głównym osiągnięciem naukowym - analizą i syntezą mechanizmów równoległych.

Zrealizowane projekty rozwojowo-badawcze (KBN i NCBiR)		
Lp.	Nazwa projektu	Charakter udziału habilitanta
1.	Topologia, kinematyka i dynamika manipulatorów o strukturze równoległej (nr 7T07C 021 16) - 1999-2001	Kierownik
2.	Projektowanie struktury i geometrii mechanizmów równoległych o wielu stopniach swobody (nr 4T07C 002 29), 2006-2008	Kierownik
3.	Synteza strukturalna układów kinematycznych - katalog struktur i schematów (nr 7 T07C 022 08), 1996-1997	Wykonawca
4.	Struktura i mechanika układów kinematycznych prowadzenia lemiesza równiarek (nr 7 T07C 009 11), 1997-1998	Główny wykonawca
5.	Metody projektowania i modelowania układów kinematycznych o wielu stopniach swobody w ujęciu mechatronicznymi (nr 7 T07C 002 14), 2000-2001	Główny wykonawca
6.	Opracowanie konstrukcji, budowa i badania dynamiczne autonomicznego robota kołowo-kroczącego, (nr N N502 271037) - 2010-2012.	Główny wykonawca

5.5. Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców

Zrealizowane projekty badawcze dla ośrodków badawczych i przedsiębiorstw:

Lp.	Nazwa projektu	Firma	Charakter udziału habilitanta
1.	Badania symulacyjne dynamiki układu napędowego samochodu - 1997	Ośrodek badawczy samochodów małolitrażowych BOSMAL Sp. z o.o., Bielsko-Biała	Główny wykonawca
2.	Sformułowanie modelu samochodu Seicento w systemie DADS - 1999	BOSMAL Sp. z o.o., Bielsko-Biała	Główny wykonawca
3.	Sformułowanie algorytmów i przeprowadzenie obliczeń dla modelu opon Dugoffa-Uffelmanna - 2000	BOSMAL Sp. z o.o., Bielsko-Biała	Główny wykonawca
4.	Przeprowadzenie obliczeń symulujących ruch samochodu z wykorzystaniem modelu opon Pacejki - 2000	BOSMAL Sp. z o.o., Bielsko-Biała	Główny wykonawca
5.	Ekspertyza techniczna termoformierki PEX D-2500 - 2007	Ruben Design, Sp. z o.o., Wrocław	Główny wykonawca
6.	Obliczenia i badania symulacyjne żurawia-manipulatora - 2008	HAK Sp. z o.o., Wrocław	Kierownik
7.	Opracowanie i analiza kinematyki układu prostowodu nowego wyciągnika dedykowanego do wiertnicy Face Master 1.7 Light - 2012	MINEMASTER S.A., Złotoryja	Kierownik
8.	Opracowania układu kinematycznego układu roboczego składającego się z wyciągnika teleskopowego z ramą wiertniczą wyposażoną w obrotnik o dwóch osiach obrotu - 2013	MINEMASTER S.A., Złotoryja	Kierownik

9.	Analiza kinematyczna wysięgnika RWP z uwzględnieniem układu hydraulicznego - 2016	KGHM ZANAM S.A., Polkowice	Kierownik
10	Projekt modernizacji łożka elektrycznego na pantografie z trendelemburgiem i anty-trendelemburgiem - 2016	Metalowiec Sp. z o.o., Namysłów	Kierownik

5.6. Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową albo artystyczną

Za osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne wnioskodawca otrzymał nagrody Dziekana Wydziału Mechanicznego i Rektora Politechniki Wrocławskiej

Nagroda Dziekana Wydziału Mechanicznego - 2005
 Złota Odznaka Politechniki Wrocławskiej - 2005
 Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej - 2007
 Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej - 2008
 Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej - 2012
 Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej - 2014
 Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej - 2016

W roku 2010 habilitant otrzymał od Prezydenta Rzeczypospolitej Srebrny Medal za Długoletnią Służbę.

5.7. Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Wnioskodawca brał udział w dwóch komitetach organizacyjnych konferencji krajowej i międzynarodowej. W komitetach organizacyjnych pełnił funkcje:

1. XVIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów, Wrocław-Lądek Zdrój, 18-20 września 2002 – **sekretarz komitetu organizacyjnego.**
2. XXIV International Conference on Theory of Machines and Mechatronic Systems, Wrocław-Szklarska Poręba, 21-24 wrzesień 2014 – **wiceprzedniczący komitetu organizacyjnego.**

5.8. Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Habilitant łącznie wziął udział w 41 konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych, gdzie prezentował (w formie sesji plenarnej lub plakatowej) 56 referatów, których był autorem lub współautorem.

Wnioskodawca uczestniczył w 11 międzynarodowych konferencjach na których prezentował 15 referatów. Konferencje nr 1 i 9 są międzynarodowymi konferencjami organizowanymi przechodnio przez różne kraje. Habilitant uczestniczył w ich szczególnych edycjach, które miały miejsce w Polsce.

1. Mechatronic systems and materials, MSM 2014: 10th international conference, Opole, 7-10 July 2014
Balchanowski Jacek: Modelling and simulation researches of robot chassis levelling control system of the wheel-legged mobile robot - referat.
2. XI. International Conference on the Theory of Machines and Mechanisms, Liberec, Czech Republic, September, 2012
Balchanowski Jacek: Direct and inverse kinematic of 3DOF parallel mechanism with singularity analysis – referat.
Balchanowski Jacek: Mobile wheel-legged robot : researching of suspension leveling system - referat.
3. X. International Conference on the Theory of Machines and Mechanisms : proceedings, Liberec, Czech Republic, September 2-4, 2008.
Balchanowski Jacek, Wudarczyk Sławomir: Wheelchair mechanism for negotiating obstacles – referat.
Balchanowski Jacek, Wudarczyk Sławomir: Simulation researches of translational parallel mechanisms – referat.
Balchanowski Jacek, Prucnal-Wieszort Monika: Translational parallel mechanisms elements of kinematics with singularity analysis – referat
4. International Scientific Conference held on the Occasion of the 55th Anniversary of Founding the Faculty of Mechanical Engineering of the VSB - Technical University of Ostrava, Ostrava, September 7-9, 2005.
Balchanowski Jacek, Wudarczyk Sławomir: XYZ parallel manipulator design problems - referat.
Balchanowski Jacek, Wudarczyk Sławomir: Simulation research on dwell motion linkage mechanisms – referat
5. IX. International Conference on the Theory of Machines and Mechanisms in association with the II. CEACM Conference on Computational Mechanics. Liberec, Czech Republic, 31.08 – 2.09, 2004.
Balchanowski Jacek, Miller Stefan: Geneva mechanisms survey of possible solutions – referat.
6. Eighth IFToMM International Symposium on Theory of Machines and Mechanisms. SYROM 2001, Bucharest, Romania, 28 August-1 September 2001.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni: Topology and geometry of 3 DoF parallel manipulators – referat.
7. VIII. International Conference on the Theory of Machines and Mechanisms Liberec, Czech Republic, 5-7 September 2000.

- Balchanowski Jacek:** Selected problems of parallel manipulator computer simulation – referat.
8. Tenth World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms. Proceedings, Oulu, Finland, June 20-24, 1999
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni: The simulation researches of the car driving system – referat.
 9. Eurocrane '96. 5th International Conference of Cranes and Textile Machines. Gdańsk, February 26-28, 1996.
Balchanowski Jacek: Dynamic analysis of linkage driven Geneva mechanisms – referat.
 10. VII. International Congress on the Theory of Machines and Mechanisms. Liberec, Czech Republic, 3.-5. September 1996.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni: New linkage driven Geneva mechanisms - referat.
 11. Ninth World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms. Milano, Italy, August 29 - September 2, 1995.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni: Assymetric coupler curves for the jerk free intermittent motion –referat.

Habilitant uczestniczył w 30 konferencjach krajowych, z których 11 ma status konferencji międzynarodowych, lecz są stale organizowane w Polsce. Na konferencjach prezentował 41 referatów.

1. XXIV International Conference on Theory of Machines and Mechatronic Systems, Wrocław-Szklarska Poręba , 21-24 wrzesień 2014.
Balchanowski Jacek: Predykcja dokładności pozycjonowania członów w mechanizmie równoległym w otoczeniu położení osobliwych - referat.
2. 53 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń 22-26.02.2014
Balchanowski Jacek: Modelowanie i badania symulacyjne translacyjnego mechanizmu równoległego z uwzględnieniem luzów w parach kinematycznych – referat.
3. XII Międzynarodowa konferencja naukowa Computer Aided Engineering (Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich), Szklarska Poręba, 25-28 czerwca 2014.
Balchanowski Jacek, Karliński Jacek, Wudarczyk Sławomir: Modelowanie i badania symulacyjne dynamiki jazdy ładowarki –referat.
4. XXVI Konferencja naukowa Problemy rozwoju maszyn roboczych, Zakopane, 27-31.01.2013.
Balchanowski Jacek: Topologia, kinematyka i badania symulacyjne translacyjnego mechanizmu równoległego do prac montażowych – referat.
5. XXIII Ogólnopolska i III Międzynarodowa Konferencja Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych, 19-22 września 2012, Kołobrzeg.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni: Design and simulations of wheel-legged mobile robot – referat.
6. XI Międzynarodowa konferencja naukowa Computer Aided Engineering (Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich), Szklarska Poręba czerwiec, 2012.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni: Budowa i badania symulacyjne zawieszenia koła robota kołowo-kroczącego –referat.

7. XXII Ogólnopolska i II Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów, 27 – 30 czerwca 2010, Augustów.
Balchanowski Jacek, Szrek Jarosław J, Wudarczyk S.: Budowa układu sterowania równoległego manipulatora translacyjnego – referat.
Balchanowski Jacek, Gąsieniec Piotr: Budowa i badania symulacyjne robota kroczącego – referat.
Balchanowski Jacek, Twaróg Władysław: Wpływ odchyłek montażowych na obciążenia układu siłownik-pompa – referat.
8. XXII konferencja naukowa Problemy rozwoju maszyn roboczych, 19-22.01.2009, Zakopane.
Balchanowski Jacek, Prucnal-Wiesztorc Monika: Analiza położzeń osobliwych w mechanizmie równoległym o trzech stopniach swobody –referat.
9. IX Międzynarodowa konferencja naukowa Computer Aided Engineering (Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich), Szklarska Poręba, czerwiec, 2008.
Balchanowski Jacek: Topologia, geometria i kinematyka wybranych translacyjnych mechanizmów równoległych –referat.
10. XXI Ogólnopolska i I Międzynarodowa Konferencja Naukowo Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów, Szczyrk, 22 – 25 września 2008.
Balchanowski Jacek, Twaróg Władysław: Synteza strukturalna przestrzennych mechanizmów –referat.
Balchanowski Jacek, Twaróg Władysław: Metoda syntezy strukturalnej mechanizmów równoległych – referat.
Balchanowski Jacek, Szrek Jarosław, Wudarczyk Sławomir: Mechanizm wspomagający pokonywanie przeszkód przez wózek inwalidzki -referat.
Balchanowski Jacek, Wudarczyk Sławomir: Badanie symulacyjne dynamiki translacyjnych mechanizmów równoległych – referat.
11. Konferencja Naukowo-Techniczna Automatyzacja w Przemysle, Szczyrk, 22–23 października 2007.
Balchanowski Jacek, Szrek Jarosław: Budowa układów napędowych w mechanizmach równoległych – referat.
12. VIII Międzynarodowa konferencja naukowa Computer Aided Engineering (Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich), Polanica Zdrój, 21-24 czerwca 2006
Balchanowski Jacek, Twaróg Władysław: Systematyka mechanizmów równoległych – referat.
Balchanowski Jacek: Synteza manipulatora równoległego typu xyz z napędami liniowymi – referat.
13. XVIII Konferencja naukowa Problemy rozwoju maszyn roboczych., Zakopane, 17-20 stycznia 2005.
Balchanowski Jacek: Elementy syntezy geometrycznej manipulatorów równoległych z uwzględnieniem położzeń osobliwych - referat.
14. XIX Ogólnopolska Konferencja Naukowo Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów, Kraków, 12-14 października 2004.
Balchanowski Jacek, Miller Stefan: Problemy selekcji i doboru struktur nowych rozwiązań manipulatorów równoległych – referat.
15. XVII Konferencja Problemy rozwoju maszyn roboczych, Zakopane, 19-22 stycznia 2004.
Balchanowski Jacek: Wybrane problemy syntezy strukturalnej i geometrycznej manipulatorów równoległych – referat.

16. VI Konferencja nt. Metody doświadczalne w budowie i eksploatacji maszyn. Kudowa Zdrój, 18-21 maja 2003.
Balchanowski Jacek, Wudarczyk Sławomir: Badania symulacyjne i stanowiskowe dokładności realizacji trajektorii redundantnego generatora trajektorii – referat.
Balchanowski Jacek: Badania stanowiskowe manipulatora równoległego o trzech stopniach swobody – referat.
17. XVIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów, Wrocław-Lądek Zdrój, 18-20 września 2002.
Balchanowski Jacek, Król Bartłomiej: Budowa układu sterowania manipulatora równoległego MR3R6C – referat.
Balchanowski Jacek: Kinematyka manipulatora równoległego typu MR3R6C – referat.
18. VI Międzynarodowa konferencja naukowa, Polanica Zdrój, czerwiec, 2000.
Balchanowski Jacek, Prucnal-Wieszort Monika: Budowa układu sterowania i badania symulacyjne manipulatora równoległego typu MR3R6C – referat.
19. V Konferencja naukowa nt. Metody doświadczalne w budowie i eksploatacji maszyn., Wrocław-Szklarska Poręba, 14-16 maja 2001.
Balchanowski Jacek, Wudarczyk Sławomir: Układ sterowania i badania stanowiskowe manipulatora o strukturze zamkniętej – referat.
20. XVII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów. Warszawa-Jachranka, 6-8 września 2000
Balchanowski Jacek, Miller Stefan: Mechanizmy równoległe. Podstawy syntezy strukturalnej – referat.
21. V Międzynarodowa konferencja naukowa komputerowe wspomaganie prac inżynierskich., Polanica Zdrój, 31 maja - 3 czerwca, 2000.
Balchanowski Jacek, Ziemia Jacek: Badanie symulacyjne własności dynamicznych zespołu piorącego pralki automatycznej – referat.
Balchanowski Jacek, Chrapek Krzysztof, Gronowicz Antoni, Iżykowski Stanisław, Koch Tomasz, Owczarek Aleksandra: Modelowanie i symulacja układów kinematycznych typu hexapod – referat.
22. IV Międzynarodowa konferencja naukowa Computer aided engineering. Polanica-Zdrój, 18-20 listopada 1998.
Balchanowski Jacek, Chrapek Krzysztof, Gronowicz Antoni, Iżykowski Stanisław, Koch Tomasz: Zastosowanie układów kinematycznych o strukturach równoległych w budowie maszyn wytwórczych – referat.
Balchanowski Jacek: Wybrane aspekty modelowania i symulacji manipulatorów równoległych – referat.
23. XVI Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów, Rzeszów-Jawor, 22-25 września 1998
Balchanowski Jacek: Kinematyka układu prowadzenia lemiesza równiarki – referat.
24. I Krajowa konferencja Metody i systemy komputerowe w badaniach naukowych i projektowaniu inżynierskim. Kraków, 25-26.XI.1997.
Balchanowski Jacek: Modelowanie i symulacja maszyn i mechanizmów w systemie DADS – referat.
25. III Konferencja naukowa Metody doświadczalne w budowie i eksploatacji maszyn. Szklarska Poręba, 18-21 maja 1997.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni, Miller Stefan, Twaróg Władysław: Podstawowe problemy projektowania równiarek – referat.

26. III Konferencja naukowa Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich. Kudowa Zdrój, 11-14 grudnia 1996.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni: Wspomaganie selekcji mechanizmów za pomocą systemu DADS – referat.
27. The 1st international conference Off-road machine and vehicles in theory and practice. Wrocław, September 23-24, 1996.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni, Miller Stefan, Twaróg Władysław: Working systems of graders topology and programme of simulation tests – referat/
28. XV Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Dydaktyczna Teorii Maszyn i Mechanizmów. Białystok-Białowieża, 17-21 września 1996.
Balchanowski Jacek: Analiza wpływu podatności członów na ruch mechanizmów dźwigniowych – referat.
Balchanowski Jacek, Adamczyk Erwin, Bagiński Antoni, Gronowicz Antoni, Miller Stefan, Twaróg Władysław: Komputerowy katalog struktur i schematów kinematycznych – referat.
29. II Konferencja naukowa Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich., Szklarska Poręba, 7-8 grudnia 1995.
Balchanowski Jacek, Adamczyk Erwin, Gronowicz Antoni, Miller Stefan, Twaróg Władysław: Katalog struktur i schematów kinematycznych mechanizmów. Baza danych dla AutoCAD-a – referat.
30. Metody i środki projektowania wspomaganego komputerowo. X Jubileuszowa konferencja. Warszawa, 22-24 listopada 1995.
Balchanowski Jacek, Gronowicz Antoni, Twaróg Władysław: Komputerowe wspomaganie projektowania mechanizmów dźwigniowych-maltańskich – referat.

Prezentowane przez habilitanta referaty zostały wydane w materiałach konferencyjnych bądź zostały rekomendowane do druku w czasopiśmie naukowych jako artykuły naukowe, lub zostały opublikowane w formie rozdziałów w książkach lub monografiach. Pełny spis publikacji naukowych habilitanta zamieszczono w Załączniku nr 1.

5.9. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

W latach 2008-2016 habilitant uczestniczył w pracach **Polskiego Komitetu Teorii Maszyn i Mechanizmów przy Komitecie Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk** jako:

- 2007-2011 – obserwator,
- 2011-2014 – ekspert.

W załączniku nr 5 zamieszczono zaświadczenia potwierdzające uczestnictwo w pracach komitetu.

W nowej kadencji 2016-2020 kandydatura habilitanta została zgłoszona na członka **Sekcji Dynamiki Układów Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk**.

5.10. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki, opieka naukowa nad studentami oraz doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego

Macierzystym wydziałem habilitanta jest Wydział Mechaniczny Politechniki Wrocławskiej i tutaj skoncentrowana jest jego działalność dydaktyczna, którą rozpoczął jako asystent w 1989 r. W ramach pracy dydaktycznej habilitant prowadzi wykłady, laboratoria i ćwiczenia projektowe w kampusie głównym (Wrocław) oraz w ośrodkach zamiejscowych (Jelenia Góra, Legnica, Wałbrzych) Politechniki Wrocławskiej dla kierunków studiów: **Mechanika i Budowa Maszyn, Mechatronika, Automatyka i Robotyka, Transport, Zarządzanie i Inżynieria Przemysłu**, zarówno na studiach stacjonarnych jak i niestacjonarnych.

W ramach pracy dydaktycznej wnioskodawca opracował programy i treści następujących wykładów (nazwa kursu, wymiar godzinowy, kierunek studiów):

1. Podstawy projektowania inżynierskiego – 30h, kierunek ZiP
2. Podstawy projektowania mechanizmów – 30h, kierunek ZiP
3. Podstawy projektowania środków transportu – 30h, kierunek Transport
4. Projektowanie układów mechatronicznych – 30h, kierunek Mechatronika
5. Podstawy Mechatroniki – 15h, kierunek Automatyka i Robotyka
6. Badania symulacyjne maszyn i manipulatorów, - 15h, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn, AiR
7. Analiza i synteza mechanizmów -30h, kierunek Inżynieria Biomedyczna

Wnioskodawca jest współautorem programów ćwiczeń projektowych i laboratoriów oraz materiałów dydaktycznych zawierających treści projektów, instrukcje do ćwiczeń oraz sprawdziany kontrolne dla następujących zajęć (nazwa kursu, wymiar godzinowy, kierunek studiów):

1. Podstawy projektowania mechanizmów, 15h, ćwiczenia projektowe, kierunek ZiP
2. Podstawy projektowania środków transportu, 15h, ćwiczenia projektowe, kierunek Transport

3. Projektowanie układów mechatronicznych, 30h, ćwiczenia projektowe, kierunek Mechatronika
4. Analiza i synteza układów kinematycznych, 30h, ćwiczenia projektowe, kierunek Mechatronika
5. Podstawy Mechatroniki, laboratorium, 15h, laboratorium, kierunek Automatyka i Robotyka
6. Teoria Maszyn i Mechanizmów, 30h, ćwiczenia projektowe, kierunek Automatyka i Robotyka
7. Teoria Maszyn i Manipulatorów, 30h, ćwiczenia projektowe, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn
8. Modelowanie układów wieloczłonowych, 30h, ćwiczenia projektowe, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn
9. Badania symulacyjne maszyn i manipulatorów, 15h, ćwiczenia projektowe, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn

Wnioskodawca jest promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim i był promotorem łącznie około 50 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich.

Promotorstwo pomocnicze:

Przewód doktorski mgr. inż. Michała Olinskiego – tytuł pracy: „*Metoda syntezy i sterowania interaktywnego systemu wspomagania rehabilitacji kończyn dolnych*”,

promotor: prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz, prof. zw. PWR,

promotor pomocniczy: dr inż. Jacek Bałchanowski,

data wszczęcia przewodu. 10.6.2014 r.

W bieżącym semestrze zimowym 2016/2017 habilitant jest promotorem 3 prac inżynierskich na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Mechanicznym.

5.11. Udział w zespołach eksperckich i konkursowych, recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych

Habilitant aktywnie uczestniczy w pracach środowisk naukowych w swojej dziedzinie. Powierzone są mu do recenzji artykuły, referaty i projekty badawcze. Habilitant napisał następujące recenzje artykułów i projektów badawczych:

Recenzje artykułów naukowych:

Archives of Civil and Mechanical Engineering (Elsevier Journal - Impact Factor: 2.194)

1. Design and static testing of a compact distributed-compliance (ACME-D-16-00081R2) – 7.04. 2016 r.
2. Dynamic responses of a gantry crane system due to a moving body considered as moving oscillator (ACME-D-13-00134R1) – 3.02.2014 r.
3. Trajectory Tracking Control of a Nonholonomic Spherical mobile Robot by Feedback Linearization Method (ACME-D-13-00140) - 25.04. 2013 r.

Acta Of Bioengineering And Biomechanics (Impact Factor IF = 0.767)

1. Load analysis of a patellofemoral joint by a quadriceps muscle number (ABB-00344-2015-02) – 26.06.2015 r.

Measurement Science Review (Journal by Walter de Gruyter - IF = 0.969)

1. A Gyro-Free System for Measuring the Parameters of Moving Objects - 30.09.2014 r.

The Journal Biuletyn of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics (lista b MNiSW – 7 pkt.)

1. A conceptual framework based on the joints of a robot to create a prototype articulated using the parametric modeling (No: 07/2013) – 15. 11.2013 r.

Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej (lista b MNiSW – 10 pkt.)

1. Robot typu quadcopter – 5.10. 2015 r.

Advances in mechanisms design, (pod red. J. Beran), Dordrecht, Springer, cop. 2012. (Mechanisms and Machine Science; ISSN 2211-0984, vol. 8)

1. Numerical Method For Determination Of Base Circle Radius Of Cam Mechanisms With Oscillating Flat-Face Follower – 25.04. 2012 r.

14. Krajowa Konferencja Robotyki

1. Manipulatory równoległe 3(PRRR) i 3(TRTR) o liniowym modelu kinematyki - 25.5.2016 r.

Recenzje projektów badawczych:

Czech Science Foundation (GA CR):

1. Projekt - No. P101/11/1627 - 20.08.2012 r.

5.12. Działalność organizacyjna wnioskodawcy

Habilitant aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej swojej Uczelni na różnych szczeblach organizacyjnych.

Na szczeblu zakładu naukowego, katedry:

1. Zakład Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych

1989 – 2008 – pracownik naukowo – dydaktyczny, organizator i szef zakładowego laboratorium układów mechatronicznych

2008-2012 – kierownik Zakładu Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych

2. Katedra Inżynierii Biomedycznej, Mechatroniki i Teorii Mechanizmów

od 2014 – kierownik zespołu Mechatroniki i Teorii Mechanizmów.

Na szczeblu instytutu naukowego:

Habilitant był wybranym przedstawicielem nauczycieli akademickich niebędących profesorami i doktorami habilitowanymi do Rady Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej w kadencjach:

2009-2012 – członek rady,

2012-2014 – członek rady (w 2014 r. instytut został rozwiązany w związku z reformą strukturalną uczelni)

Na szczeblu wydziału:

Habilitant był i jest członkiem Rady Wydziału Mechanicznego jako wybrany przedstawiciel nauczycieli akademickich niebędących profesorami i doktorami habilitowanymi w kadencjach:

2012-2016 – członek rady,

2016-2020 – członek rady.

W latach 2003-2005 habilitant był członkiem wydziałowej komisji programowej do spraw utworzenia nowego kierunku studiów Mechatronika na Wydziale Mechanicznym i aktywnie uczestniczył w jej pracach.

Aktualnie Habilitant jest członkiem komisji programowych Rady Wydziału Mechanicznego do spraw treści programowych na kierunku studiów Automatyka i Robotyka oraz Mechatronika.

Habilitant uczestniczy w pracach wydziałowego zespołu ds. oceny jakości kształcenia (komisja hospitacyjna) w sekcji dla kierunku Mechatronika.