

Autoreferat

do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora
habilitowanego

Dr inż. Paweł Lonkwic

Lublin 2023

Spis treści:

1.	DANE OSOBOWE	3
2.	POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE	3
3.	INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH ORAZ W PRZEMYSŁE	4
4.	OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT. 2 USTAWY	5
4.1.	Tytuł osiągnięcia naukowego	5
4.2.	Prace projektowo-konstrukcyjne w zakresie budowy chwytacza	5
4.3.	Prace projektowo-konstrukcyjne w zakresie budowy głowicy diagnostycznej	19
4.4.	Uzyskane patenty w zakresie urządzeń zwiększających bezpieczeństwo użytkowania dźwigów osobowych	27
4.5.	Aplikacje prac projektowo-konstrukcyjnych	28
4.6.	Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze z całego okresu całej kariery zawodowej	32
4.7.	Współpraca w zakresie opiniowania dla wymiaru sprawiedliwości oraz podmiotów gospodarczych	38
4.8.	Współpraca w zakresie opiniowania projektów	38
5.	AKTYWNOŚĆ NAUKOWA REALIZOWANA NA WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI	38
6.	INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZATORSKICH	41
7.	TABELARYCZNE ZESTAWIENIE OSIĄGNIĘĆ PRZED I PO DOKTORACIE	44

1. DANE OSOBOWE

Imię i Nazwisko: **Paweł Waldemar Lonkwic**
Stopień naukowy: **doktor nauk technicznych**
Miejsce i adres zatrudnienia: **Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie**
Instytut Nauk Technicznych i Lotnictwa
Ul. Poczтовая 54, 22-100 Chełm
Telefon kontaktowy: **+82 562 06 25**
Adres e-mail: **plonkwic@panschelm.edu.pl**

2. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE

- 1996 Tytuł zawodowy technik mechanik, Technikum Mechaniczne przy Fabryce Samochodów Ciężarowych FSC w Lublinie o specjalności Technologia Maszyn, ocena bardzo dobra.
- 2001 Tytuł zawodowy inżynier, Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn o specjalności Technologia Maszyn uzyskany dnia 1 czerwca 2001, dyplomowa praca inżynierska pt.: *„Dokumentacja modernizacyjna dźwigu zainstalowanego w budynku Wydziału Mechanicznego, Politechniki Lubelskiej”*, ocena dobra plus, promotor: *Dr hab. inż. Jerzy Lipski, prof. PL.*
- 2003 Tytuł zawodowy magister inżynier, Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn o specjalności Technologia Maszyn uzyskany dnia 10 lipca 2003, praca magisterska pt.: *„Dokumentacja dźwigu elektrycznego instalowanego w budynku Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej”*, ocena bardzo dobra, promotor: *Dr hab. inż. Jerzy Lipski, prof. PL.*
- 2009 Stopień naukowy doktor nauk technicznych w dyscyplinie Mechanika i Budowa Maszyn, Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny uzyskany 21 stycznia 2009 roku, rozprawa pt.: *„Identyfikacja procesu zużycia pary kinematycznej koło – lina z wykorzystaniem sygnału akustycznego”*.
promotor: Dr hab. inż. Jerzy Lipski, Prof. PL

recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy Warmiński

recenzent: Dr hab. inż. Jerzy Kwaśniewski, Prof. AGH

3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH ORAZ W PRZEMYSŁE

Zatrudnienie w jednostkach naukowo-dydaktycznych:

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie, ul. Pocztowa 54, 22-100 Chełm

2022 – nadal adiunkt

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, ul. Pocztowa 54, 22-100 Chełm

2010 – 2020 starszy wykładowca

2020 – 2022 adiunkt

Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, ul. Projektowa 4, 20-209 Lublin

2016 – 2017 umowa zlecenie

2017 – 2018 adiunkt

2018 – nadal umowa godzinowa

Zatrudnienie w jednostkach przemysłowych:

Lubelska Wytwórnia Dźwigów Osobowych LIFT Service S.A., ul. Roztocze 6, 20-722 Lublin

2000 – 2001 pomocnik elektromontera dźwigów

2001 – 2007 specjalista projektant

2007 – 2009 lider sekcji Nowych Rozwiązań Technicznych

2009 – 2016 kierownik Wydziału Produkcji Mechanicznej

Verano Ryszard Miazga, ul. Vetterów 7a, 20-277 Lublin

2016 – 2018 kierownik techniczny produkcji

PM Solution S.C., ul. Inżynierska 5/115, 20-484 Lublin

2018 – nadal współwłaściciel biura projektowo-inżynierskiego

4. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT. 2 USTAWY

Jako osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego, wynikające z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, przedstawiam:

- Opracowania projektowo-konstrukcyjne urządzeń zwiększających bezpieczeństwo transportu pionowego wraz z publikacjami znajdującymi się w bazie JCR jako uzupełnienie opracowań:
 - hamulca poślizgowego typu CHP2000 - wdrożenie Lift Service S.A. Lublin,
 - urządzenia do oceny stanu technicznego prowadnic dźwigowych,
- udzielone patenty.

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Projekt, konstrukcja i wdrożenie urządzeń zwiększających bezpieczeństwo użytkowania dźwigów osobowych

4.2. Prace projektowo-konstrukcyjne w zakresie budowy chwytnicy

Podjęta tematyka związana jest z bardzo szybkim rozwojem urządzeń transportu bliskiego, w związku z zaostrzającymi się przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa. Tym samym ich rosnąca złożoność stanowi nieustanną motywację do opracowywania kolejnych metod umożliwiających: optymalizację konstrukcji, opracowanie nowych i doskonalenie istniejących sposobów wytwarzania, znacząco ograniczających koszt nowych konstrukcji, także diagnozowanie ich stanu. Prezentowany cykl stanowi podsumowanie moich wieloletnich prac nad zagadnieniami związanymi z projektowaniem, wytwarzaniem i eksploatacją podzespołów stosowanych w budowie i eksploatacji maszyn zwłaszcza urządzeń zwiększających bezpieczeństwo dźwigów.

Chwytnice dźwigowe są urządzeniami zaliczanymi się do grupy urządzeń hamujących. Z uwagi na coraz bardziej znaczący aspekt ekonomiczny (konieczność zmniejszania kosztów wytwarzania), opracowywane są nowe, bardziej ekonomiczne konstrukcje.

Tworzenie i wdrażanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych w przypadku urządzeń hamujących musi być poparte właściwym certyfikatem wydanym przez jednostkę notyfikowaną. Aby doszło do etapu certyfikowania, podmiot gospodarczy w pierwszej kolejności musi na własny koszt przeprowadzić badania, aby upewnić się, że opracowane urządzenie spełnia wymagania normy PN-EN 81-20, a także działa zgodnie z założeniami. Testowanie chwytaczy, zgodnie z cytowaną normą odbywa się na stanowisku wykorzystującym metodę spadku swobodnego. Budowa takiego stanowiska, dla podmiotu gospodarczego mającego szeroki program produkcji, chcącego dodatkowo go poszerzyć o chwytacze, stanowi znaczący koszt. Na całościowy koszt wszystkich etapów związanych z procesem uzyskania certyfikatu składają się koszty: projektowania chwytacza, projektowania stanowiska badawczego, aparatury pomiarowej, produkcji: stanowiska, prototypów chwytaczy i w końcu chwytaczy przeznaczonych do certyfikowania oraz certyfikowania przez jednostkę notyfikowaną. Zważywszy, że koszty związane z projektowaniem i budową stanowiska są ponoszone jednorazowo (stanowiska najczęściej nie można wykorzystać do innych badań z uwagi na jego specyfikę), są to tzw. koszty zamrożone.

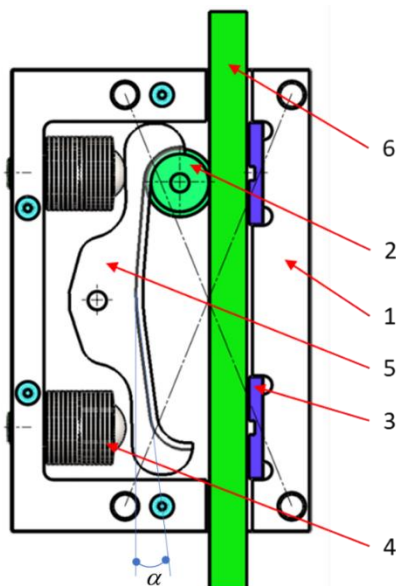
W związku z powyższym oraz brakiem wzmianek w literaturze (dokonałem szczegółowego przeglądu literatury krajowej i międzynarodowej oraz baz patentowych) umożliwiających optymalne ich projektowanie, zasadne jest poszukiwanie zastępczych metod symulacyjnych. Dlatego **stosując symulacje komputerowe, poszukiwałem metody pozwalającej na wyeliminowanie kosztownych metod badawczych lub ograniczenie wykonywania kosztownych testów przemysłowych pozwalających na ocenę poprawności procesu hamowania w odniesieniu do wymagań normy PN-EN 81-20.**

W związku z potrzebą wprowadzania nowych rozwiązań na lokalnym rynku (tym samym potrzeba uniezależniania się od zachodnich dostawców) powstała koncepcja wdrożenia chwytacza poślizgowego, dwukierunkowego własnej konstrukcji w LWDO Lift Service S.A..

Powodem stosowania hamulców poślizgowych w dźwigach ciernych jest mniejszy współczynnik przeciążenia, który w przypadku tego typu hamulców wynosi 2 (w przypadku hamulców natychmiastowych współczynnik przeciążenia wynosi 3). Skutkiem zastosowania hamulców poślizgowych jest możliwość zastosowania przewodnic o mniejszym przekroju, co zmniejsza ogólny koszt urządzenia. Jak wspomniano na wstępie, nowe konstrukcje chwytaczy wymagają nakładów finansowych na badania własne. Wykonanie szczegółowego przeglądu

literatury w zakresie budowy oraz eksploatacji chwytaczy ze szczególnym uwzględnieniem międzynarodowych baz urzędów patentowych pokazał, że brak jest jakichkolwiek wzmianek zawierających wiedzę na ten temat. Dostępne rozwiązania konstrukcyjne zachodnich producentów są opatrzone jedynie certyfikatami, natomiast brakowało ogólnodostępnego opisu matematycznego.

Przeгляд wspomnianych rozwiązań doprowadził do opracowania autorskiego, wirtualnego modelu chwytacza, przedstawionego na rysunku 4.1 z wykorzystaniem oprogramowania SolidWORKS. Opracowana konstrukcja posłużyła do opracowania szczegółowej dokumentacji produkcyjnej na podstawie, której wykonano pierwsze modele badawcze.



Rys. 4.1 Model autorskiej koncepcji chwytacza CHP 2000: 1-korpus, 2-rolka hamująca, 3-płytki hamujące, 4-pakiet sprężyn talerzowych, 5-krzywka, 6-prowadnica

Według opracowanej koncepcji w monolitycznym korpusie 1 na sworzniu osadzona jest krzywka 5. Po krzywce w obu kierunkach porusza się rolka hamująca 2. **Cechą znaną** rozwiązania jest to, że krzywka 5 w górnej i dolnej jej części opiera się punktowo o sworznie, na którym są usytuowane pakiety sprężyn talerzowych 4. Rozwiązanie takie daje możliwość regulacji siły hamowania w dużym zakresie, w zależności od udźwigu nominalnego. Działanie chwytacza polega na przemieszczaniu się rolki hamującej po krzywce za pomocą dźwigni nie pokazanej na rysunku 4.1, do chwili pierwszego styku z powierzchnią prowadnicy 6. Podczas dalszego procesu hamowania, rolka mająca powierzchnię radełkowaną wbija się w prowadnicę wywołując jednocześnie ugięcie sprężyn 4 w wyniku nacisku krzywki 5.

Skutkiem ugięcia sprężyn było dociskanie rolki do prowadnicy siłą skumulowaną w sprężynach. Przedstawiona konstrukcja chwytacza posłużyła do wykonania szeregu prac badawczo-rozwojowych.

Przeprowadzenie szczegółowych badań w warunkach przemysłowych wymagało opracowania stanowiska badawczego do walidacji przyjętej koncepcji chwytacza. W związku z tym samodzielnie opracowałem model numeryczny oraz przygotowałem dokumentację konstrukcyjną stanowiska, której efekt pokazany został na rysunku 4.2 (z uwagi na duże gabaryty konstrukcji pokazane zostały tylko jej fragmenty).

Następnym etapem prac konstrukcyjnych było zaprojektowanie ramy nośnej umożliwiającej montaż różnego typu chwytaczy bez konieczności jej demontowania z układu pomiarowego przy ich wymianie. Ostatnim etapem było zaprojektowanie układu pomiarowego, umożliwiającego pomiar opóźnienia w trzech osiach oraz określenie drogi hamowania.

Wszystkie wyżej wymienione etapy prac konstrukcyjnych oraz doboru aparatury pomiarowej wykonałem samodzielnie, natomiast ich wykonanie oraz montaż realizowane były pod moim nadzorem autorskim.

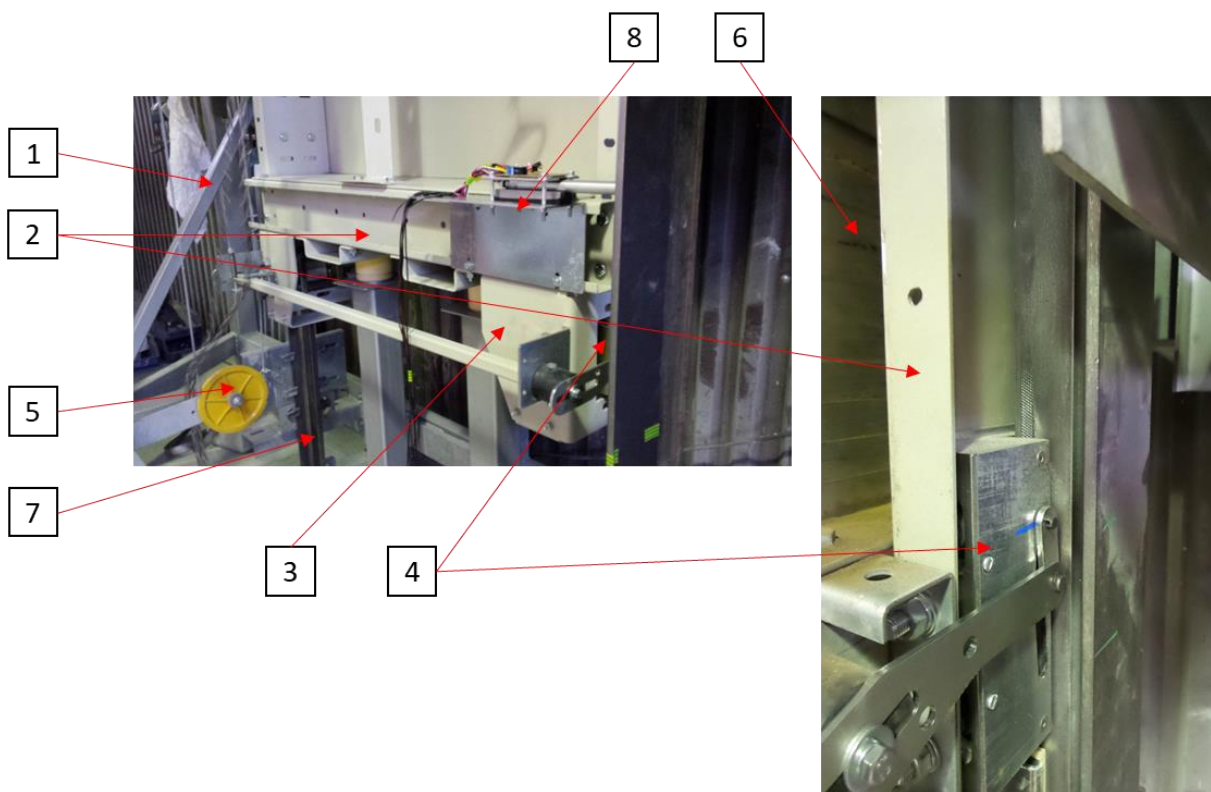
Kolejnym etapem było wykonanie stanowiska badawczego umożliwiającego badania metodą spadku swobodnego, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 81-1, a później PN-EN 81-20 i 81-50 wykorzystując wcześniej przygotowaną dokumentację konstrukcyjną.

W celu odzwierciedlenia pracy dźwigu, opracowana konstrukcja 1 została wyposażona w prowadnice 7, po których porusza się rama nośna 2. Ponieważ, skupiono się na powtarzalności eksperymentu, w opracowanej ramie zastosowano wymienne wsporniki mocowania chwytaczy 3, których konstrukcja umożliwiała ich wymianę bez konieczności ingerencji w zainstalowany na ramie układ pomiarowy 8. Taka koncepcja umożliwiała wykonanie pomiarów dla różnych typów chwytaczy w niezmiennych warunkach pracy. Prędkość spadku swobodnego była nadzorowana przez układ ogranicznik prędkości (niepokazany na rysunku 4.2) – obciążka 5.

Ponieważ, konstrukcja chwytacza była przewidziana dla zakresu nośności od 450 do 1000 kg, ocena jego działania wymagała wykonania badań w zakresach nośności: minimalnym, maksymalnym oraz pośrednich. Wykonanie powyższych badań było możliwe dzięki opracowanej konstrukcji ramy, która umożliwiała umieszczanie obciążenia o różnej wartości w jej wnętrzu. W celu sprawdzenia poprawności projektu chwytacza oraz projektu układu

pomiarowego wykorzystującego trójosiowy akcelerometr oraz optyczny czujnik pomiaru drogi hamowania, wykonałem wstępne pomiary opóźnienia oraz drogi hamowania.

Wykonane wstępne badania pozwoliły na uzyskanie zadowalających wyników działania, co pozwoliło na ich kontynuację w zmiennych warunkach pracy. Ostatecznie po wykonaniu stanowiska badawczego, serii prototypów chwytaczy oraz przeanalizowaniu całkowitych kosztów poniesionych do realizacji tego zadania, w późniejszych pracach zdecydowano się na zastosowanie komputerowych metod symulacyjnych, które w rezultacie miały ograniczyć koszty.

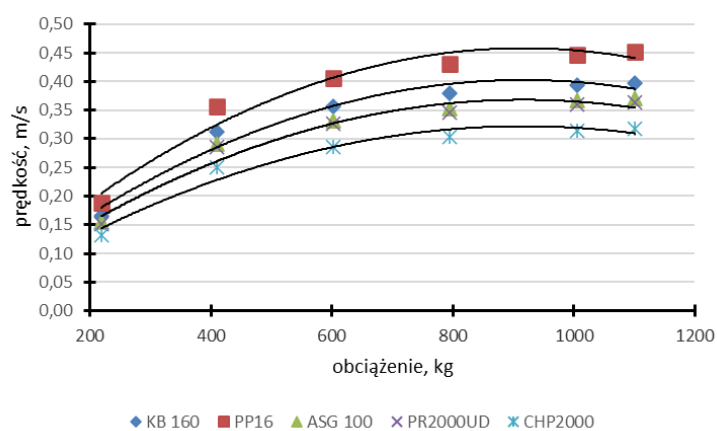


Rys. 4.2. Konstrukcja stanowiska do badań chwytaczy metodą spadku swobodnego: 1-konstrukcja nośna, 2-rama, 3-wspornik mocowania chwytacza, 4-chwytacz, 5-obciążka, 6-wkłady obciążające, 7-prowadnica, 8-układ pomiarowy

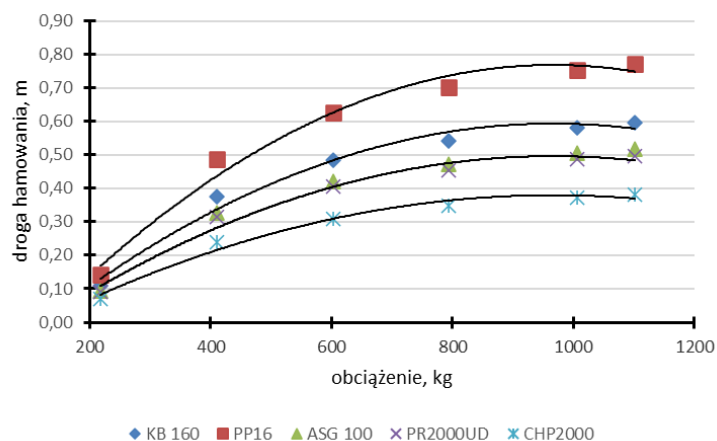
Otrzymane wyniki z przeprowadzonych badań posłużyły do opublikowania szeregu prac w przedstawionym zakresie.

Pierwszą pracą dotyczącą zagadnień związanych z chwytaczami była praca **[B.1.2.1]** pt.: „*Influence of friction drive lift gears construction on the length of braking distance*” autorstwa Lonkwic P., która opublikowana została w 2015 roku czasopiśmie *Chinese Journal of Mechanical Engineering (IF 0,531)*. Dane uzyskane z analizy istniejących rozwiązań chwytaczy typu: ASG100 (firmy Montanarii), KB160 (firmy Wittur), PP16 (firmy Montanarii), PR2000UD (firmy Dynatech) posłużyły do weryfikacji geometrii opracowanego rozwiązania chwytacza

CHP 2000. W pracy przedstawiłem wpływ konstrukcji chwytacza na długości drogi hamowania z uwzględnieniem wartości skoku jałowego rolki hamującej. Przedstawiłem ponadto wyniki analiz wpływu obciążenia na długość efektywnej drogi hamowania, a także na prędkość opadającej kabiny dźwigu w czasie hamowania. Zaprezentowane w pracy wyniki analiz teoretycznych posłużyły do opracowania założeń związanych z budową stanowiska badawczego, na którym wykonano pomiary długości drogi hamowania oraz opóźnień jakie są generowane w czasie spadku swobodnego dla opisanych typów chwytacza w różnych warunkach eksploatacyjnych oraz z różnym obciążeniem. Wybrane wykresy, sporządzone na podstawie przeprowadzonych analiz pokazane zostały na rysunkach 4.3 i 4.4.



Rys. 4.3. Zależność prędkości hamowania od obciążenia

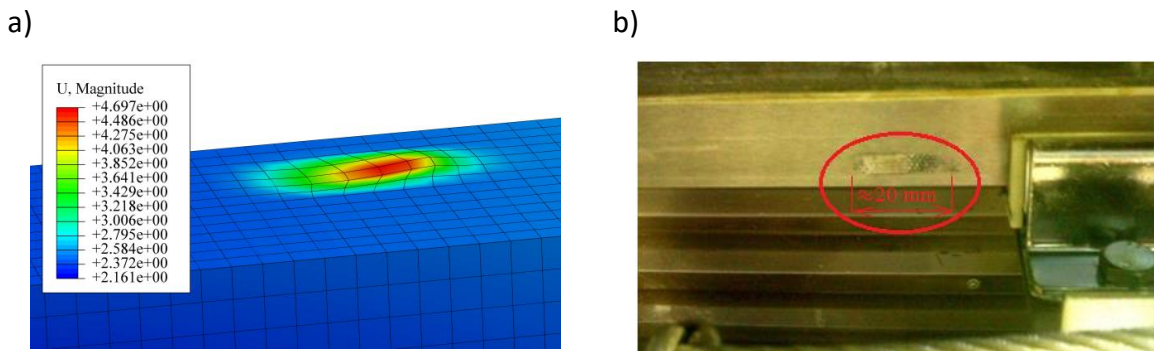


Rys. 4.4. Zależność efektywnej drogi hamowania od obciążenia

Dalsze prace rozwojowe pod moim kierunkiem realizowane były w trakcie stałej współpracy z Lubelską Wytwórnią Dźwigów Osobowych Lift Service w Lublinie.

Opracowana konstrukcja chwytacza została poddana analizie MES wykorzystując do tego celu program Abaqus®. Wyniki przeprowadzonych symulacji numerycznych oraz

wstępnych badań eksperymentalnych procesu hamowania chwytacza opublikowano w kwartalniku *Eksploatacja i Niezawodność (IF 1,248)* [B.1.2.2] pt.: „*Analysis of the loading impact on the stresses value of the progressive gear body with the use of finite element method*” autorstwa Lonkwic P., Różyło P., Dębski H.. Analizie poddano symulację przemieszczania rolki chwytacza podczas hamowania z pozycji neutralnej do pozycji maksymalnego położenia. W modelu numerycznym zastosowano typ interakcji kontaktowych określanych w programie ABAQUS® jako surface-to-surface, stanowiących kontakt powierzchniowy, określający wzajemne oddziaływanie pomiędzy współpracującymi elementami układu na kierunku normalnym i stycznym, przy uwzględnionym współczynniku tarcia wynoszącym 0,3. Model chwytacza utwierdzono odbierając mu wszystkie stopnie swobody. Podczas pracy układu, rolka hamująca przemieszczała się po drodze jaką wyznacza krzywka, w kierunku ujemnego zwrotu osi Z. Krzywka, współpracując ze sprężynami talerzowymi, powodowała docisk rolki do prowadnicy, a tym samym prowadnicy do płytek oporowych w kierunku osi X. Elementy odwzorowujące sprężyny talerzowe zostały ukształtowane w sposób umożliwiający uzyskanie określonej charakterystyki sprężystej, poprzez ich odkształcenie w trakcie procesu hamowania awaryjnego. Dyskretyzację poszczególnych elementów chwytacza przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch typów elementów objętościowych: heksagonalnych – typu C3D8R oraz tetragonalnych – typu C3D4. W obydwu przypadkach zastosowany został rodzaj elementu pierwszego rzędu, przy czym w przypadku elementów ośmiowęzłowych zastosowano zredukowane całkowanie. W przypadku elementów czterowęzłowych, w celu zapewnienia odpowiedniej dokładności obliczeń zastosowano zagęszczenie siatki elementów tetragonalnych (rolka chwytacza), w porównaniu do ogólnego rozmiaru siatki MES modelu numerycznego. Wyniki obliczeń numerycznych przemieszczenia rolki hamującej pod obciążeniem porównano z rezultatami badań eksperymentalnych, poddając analizie długość drogi hamowania. Otrzymane wyniki pokazane zostały na rysunku 4.5. W obu przypadkach materiał został trwale uplastyczniony na zbliżonej w obydwóch przypadkach długości wynoszącej ok. 20 mm. Na podstawie otrzymanych wyników, stwierdzono, że przeprowadzona analiza numeryczna wykazała jakościową i ilościową zgodność wyników z rezultatami badań doświadczalnych, prowadzonymi na fizycznym modelu konstrukcji.



Rys. 4.5. Porównanie wyników: a) symulacji MES, b) eksperymentu hamowania dla chwytacza CHP2000

Weryfikacji poddano obszar uplastycznienia przewodnicy chwytacza po symulacji hamowania awaryjnego. Uplastycznienie przewodnicy symulowane z wykorzystaniem MES, oddawało naturę zachodzącej deformacji na drodze eksperymentu. Stwierdzona zgodność symulacji numerycznych z wynikami eksperymentu, wskazywała na możliwości zastosowania symulacji do podobnych zagadnień, wspomagających w istotnym zakresie procesy badawczo-konstrukcyjne.

W czasie eksploatacji urządzeń dźwigowych zaobserwowano wpływ jakości powierzchni przewodnicy na długość drogi hamowania poprzez pojawiające się zanieczyszczenia.

W związku z tym, przygotowany warsztat badawczy (w postaci stanowiska do badań metodą spadku swobodnego oraz serii chwytaczy) posłużył do wykonania szeregu prac eksperymentalnych, mających na celu rejestrację opóźnienia oraz drogi hamowania dla pięciu typów chwytaczy w różnych warunkach eksploatacyjnych oraz z różnym obciążeniem. W związku z powyższym, na stanowisku badawczym dokonano kolejnego eksperymentu z udziałem chwytaczy PP16 oraz CHP2000 pod zmiennym obciążeniem oraz w różnych warunkach eksploatacji. Różne warunki eksploatacyjne symulowano na stanowisku badawczym poprzez naniesienie na powierzchnię przewodnicy środków zanieczyszczających w następującej formie:

- bez smarowania – powierzchnia sucha S,
- smarowanie olejem – powierzchnia olejona OL,
- smarowanie mieszanką O50B,
- powierzchnia smarowana smarem stałym SM,
- smarowanie mieszanką S50B.

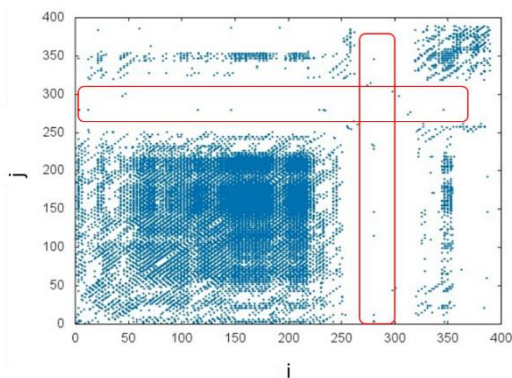
W ten sposób uzyskano 5 stanów powierzchni przewodnic. W artykule [B.I.2.3] opublikowanym w *Journal of Vibroengineering* (IF 0,398) pt.: „Nonlinear analysis of braking

process delay dynamics for the progressive gears under changeable operating conditions” autorstwa Lonkwic P., Syta A. przedstawiono analizę wykresów rekurencyjnych, stanowiących pomoc w analizie otrzymanych przebiegów. Analizie poddano takie wskaźniki jak:

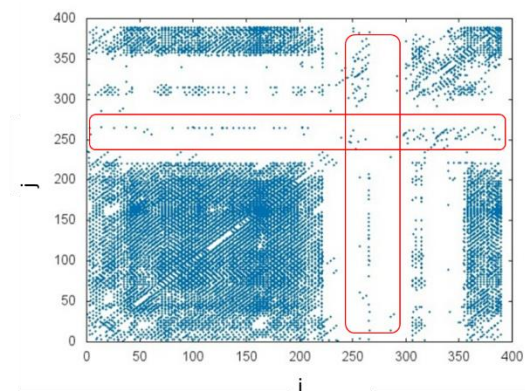
- wskaźnik rekurencji, będący stosunkiem punktów rekurencji do wszystkich punktów wykresu,
- determinizm, będący stosunkiem liczby punktów tworzących linie skośne wykresów do wszystkich punktów,
- laminarność, będąca stosunkiem liczby punktów rekurencyjnych tworzących linie poziome do wszystkich punktów wykresu,
- średnią długość linii pionowych wykresów.

Zastosowanie w/w narzędzi analitycznych pozwoliło na potwierdzenie sformułowanej hipotezy o występowaniu korelacji między obciążeniem, drogą hamowania oraz zmiennymi warunkami eksploatacyjnymi. Na podstawie szeregów czasowych przyspieszeń (400 punktów pomiarowych) dokonano rekonstrukcji przestrzeni, w której porównywano okresowość procesu. Przykładowe wykresy rekurencyjne, otrzymane na podstawie zarejestrowanych danych, pokazane zostały na rysunku 4.6.

a)



b)



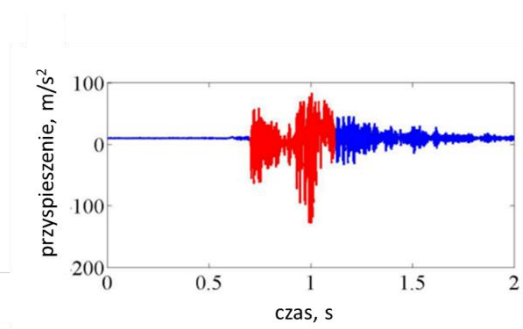
Rys. 4.6. Wykresy rekurencyjne: a) prowadnicy smarowanej, b) prowadnicy suchej, dla chwytacza CHP 2000 z obciążeniem nominalnym 1000 kg

Stwierdzone, dodatkowe punkty izolowane (obszary w czerwonych ramkach) wskazują na dynamikę nieperiodyczną lub hałas, natomiast linie pionowe są charakterystyczne dla stanów przerywanych. Porównując wykresy powtarzalności umieszczone na otrzymanych wykresach zauważono podobieństwo pomiędzy kilkoma przypadkami, ale w różnych warunkach pracy. Obecność białych obszarów zawartych na otrzymanych wykresach

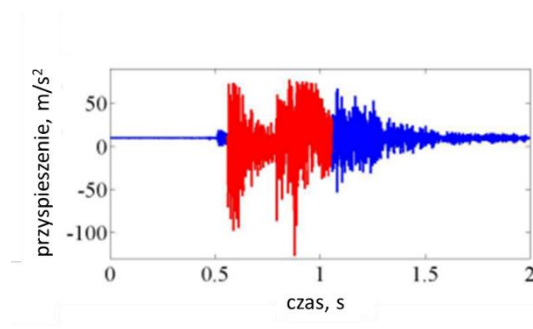
odzwierciedla niestacjonarność badanych szeregów czasowych. Koncentracja punktów powtarzalności, widoczna w lewym dolnym rogu na wykresach, wskazuje na bardziej regularny charakter dynamiki hamowania w początkowej fazie procesu. Podobne skupiska punktów można obserwować w prawym górnym rogu, co świadczy o większej regularności zjawiska w końcowej fazie. Stwierdzono ponadto, że wizualna analiza wykresów powtarzalności może być pomocna przy określaniu charakteru procesów dynamicznych.

Inne ujęcie analizy procesu hamowania chwytaczy przedstawiono w artykule [B.I.2.4] pt.: „*Braking deceleration variability of progressive safety gears using statistical and wavelet analyses*” autorstwa Lonkwic P., Łygas K., Wolszczak P., Molski Sz., Litak G. opublikowanym w czasopiśmie *Measurement (IF 2,218)*. Analizie poddano szeregi czasowe otrzymane na podstawie badań laboratoryjnych chwytaczy PP16 oraz CHP2000. Do analizy danych wykorzystano wykresy opóźnienia hamowania (rysunek 4.7) oraz ciągłą transformatę wavelet CWT (rysunek 4.8).

a)

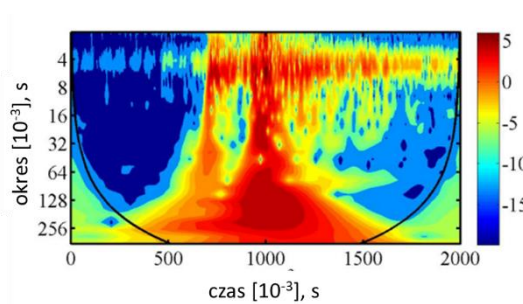


b)

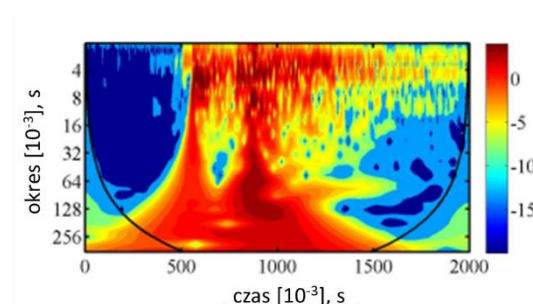


Rys. 4.7. Wykresy opóźnienia hamowania dla chwytaczy: a) CHP 2000, b) PP16; obciążenie nominalne 1000 kg, prowadnica sucha

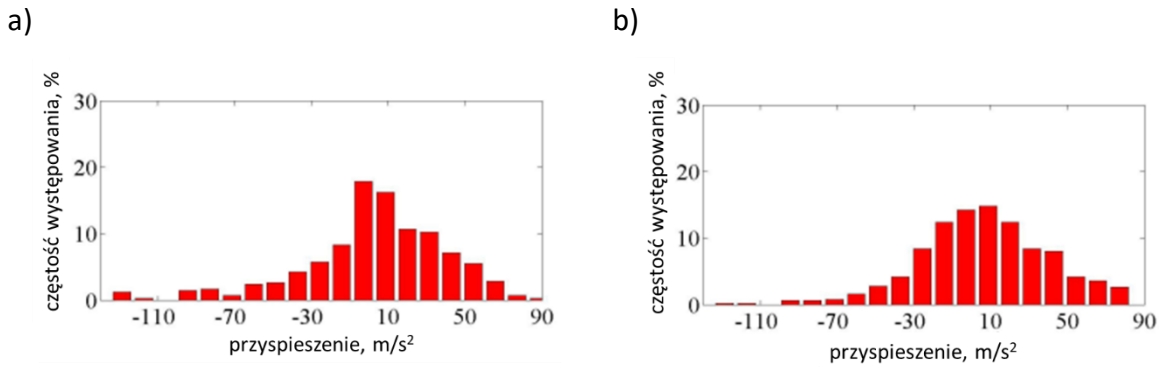
a)



b)



Rys. 4.8. Wykresy wavelet (CWT) opóźnienia hamowania dla chwytaczy: a) CHP 2000, b) PP16; obciążenie nominalne 1000 kg, prowadnica sucha



Rys. 4.9. Histogramy opóźnienia hamowania dla chwytaczy: a) CHP 2000, b) PP16; obciążenie nominalne 1000 kg, prowadnica sucha

Na podstawie przeprowadzonej analizy zaobserwowano, że obszar odpowiadający opóźnieniu hamowania, na rysunku 4.8 pokazany w kolorze bordowym, dla chwytacza typu PP16 jest bardziej rozmyty niż dla chwytacza CHP 2000. Konsekwencją tego jest również zwiększona wartość opóźnienia przedstawiona w publikacji za pomocą histogramów opóźnienia - rysunek 4.9.

Dalszy etap prac dotyczył optymalizacji konstrukcji chwytacza z użyciem aparatu matematycznego. Optymalizacji poddano kąt α krzywki oraz siłę wywieraną przez pakiet sprężyn talerzowych F_s . Na wstępie pracy zawarty został model matematyczny chwytacza CHP2000 uwzględniający zarówno zależności geometryczne jak i zależności tribologiczne współpracujących części. W oparciu o równania bilansu sił wyznaczono ostatecznie jakościowy, matematyczny model obiektu badań (MMOB) opisujący siłę hamującą F_h :

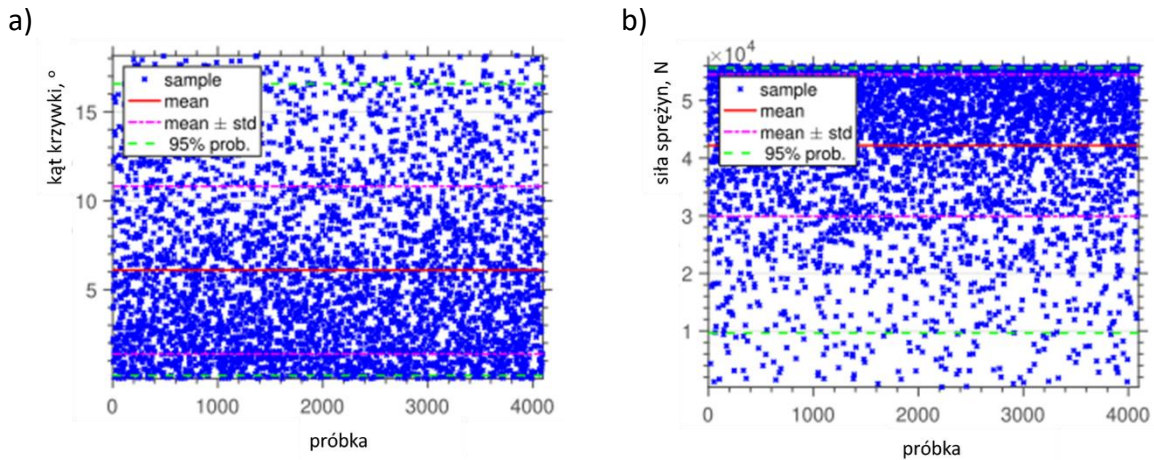
$$F_h = f(\alpha, F_s, F_g, F_b, \mu_1, \mu_2, \mu_4, a, b, c, d, e, f, l, m, n, R) \quad (1)$$

gdzie:

α – kąt krzywki,
 F_s – siła generowana przez pakiet sprężyn talerzowych,
 F_g – siła ciężkości,
 F_b – siła od udźwigu nominalnego,
 μ_1, μ_2, μ_4 – współczynniki tarcia,
 a, b, c , itd. – cechy geometryczne chwytacza,
 R – promień rolki hamującej.

W pracach uczestniczył Prof. Americio Cunha Jr z Uniwersytetu w Rio de Janeiro, który wykorzystał opracowany model z uziemiennymi parametrami, łącząc go z opracowaną przez siebie metodą optymalizacji. Wykorzystując program Matlab wykonano symulację zmienności

parametrów poddanych optymalizacji oraz wyznaczono dla nich niepewność pomiarową. Wykonano wykresy prób (rys. 4.10) dla kąta α oraz siły F_s , sporządzono także model stochastyczny.



Rys. 4.10. Wykresy prób: a) dla kąta krzywki, b) dla siły sprężyn

Na podstawie analizy rezultatów przeprowadzonych symulacji zmienności kąta α oraz siły F_s stwierdzono, że siła sprężyn w większym stopniu wpływa na niepewność pomiarową niż kąt krzywki, co w rezultacie może mieć wpływ na sprawność układu hamulcowego windy. Szczegółowy opis opracowanego modelu matematycznego hamulca oraz wyniki otrzymane z przeprowadzonych analiz matematycznych zostały zawarte w artykule [B.1.2.5] pt.: „Robust optimization and uncertainty in the elevator braking model” autorstwa Wolszczak P., Lonkwick P., Cunha Jr. A., Litak G., Molski Sz. opublikowanym na łamach czasopisma *Meccanica* (IF 2,316).

Otrzymane wyniki prac symulacyjnych jasno pokazały, że w warunkach laboratoryjnych z dużym powodzeniem można wykorzystywać techniki oparte na aparacie matematycznym wykorzystując do tego celu zaawansowane oprogramowanie takie jak Matlab czy Statistica. W warunkach przemysłowych lepszym rozwiązaniem jest stosowanie metod numerycznych opartych o metodę elementów skończonych. Znajomość procesu fizycznego przebiegu zmian pozwoliła na uzyskanie zbieżnych wyników symulacji na stanowisku badawczym i symulacji numerycznej. Ostatecznie, przeprowadzone symulacje uwzględniające aparat matematyczny doprowadziły do opracowania algorytmu doboru elementu podatnego w chwytaczu z uwzględnieniem jego nośności nominalnej, a opracowana parametryczna dokumentacja konstrukcyjna pozwoliła na optymalne zarządzanie produktem w skali firmy.

Podsumowanie

Dynamiczny rozwój inżynierii mechanicznej w zakresie bezpieczeństwa maszyn i urządzeń staje się coraz większym priorytetem. Opracowany opis matematyczny hamulca oraz analiza otrzymanych wyników badań może być podstawą do wyeliminowania czasochłonnych oraz kosztownych metod badawczych w odniesieniu do zapotrzebowania rynkowego. Ponadto może on wyznaczać kierunki do projektowania nowych oraz optymalizowania istniejących rozwiązań, co doskonale wpisuje się w rozwój nauki w zakresie budowy i eksploatacji maszyn.

Podsumowując, należy wyróżnić przede wszystkim naukowe, ale także praktyczne cechy wspólne przedstawionych prac.

- Do głównego osiągnięcia zaliczam opis matematyczny autorskiej konstrukcji hamulca, który następnie został wykorzystany do stworzenia algorytmu, za pomocą którego wyznaczano wartość obciążenia elementu podatnego odpowiadającego za wytworzenie siły hamowania. Przeprowadzone badania umożliwiły przekształcenie ogólnego, jakościowego matematycznego modelu badanego obiektu w ilościowe zależności cech konstrukcyjnych decydujących o efektywności działania hamulca. Zastosowane w badaniach metody w większości są znane jednak ich aplikacja w nowych obszarach wymagała każdorazowo opracowania indywidualnych procedur, co także można uznać za osiągnięcie naukowe, przyczyniające się do rozszerzenia wiedzy w zakresie budowy i eksploatacji maszyn.
- Osiągnięciem praktycznym możliwym do uzyskania dzięki ww. osiągnięciu naukowemu było opracowanie oraz wdrożenie nowatorskiej konstrukcji chwytacza.
- Na podstawie już przeprowadzonych badań można uznać, że dalsze badania należy ukierunkować na zwiększenie trwałości elementów hamujących hamulca, np. poprzez stosowanie dodatkowych powłok zwiększających ich odporność na ścieranie.

Opisana powyżej konstrukcja chwytacza w przedstawionym kształcie uzyskała ochronę patentową, której opis zawarty został w załączniku 10 w punkcie **B.III.3.6**. Wdrożenie opisanej konstrukcji nastąpiło w LWDO Lift Service w Lublinie, co zostało poparte referencją w postaci załącznika **6a**.

Do innowacyjnych cech urządzenia zaliczyć można:

- modułową budowę chwytacza umożliwiającą szybką zmianę jego nośności poprzez wymianę pakietu sprężyn talerzowych,
- uzyskanie zakresu nośności od 450 do 1000 kg, co umożliwia jego zastosowanie w 85% urządzeń oferowanych na rynku,
- uniwersalny kształt korpusu powoduje, że jednostkowa produkcja chwytacza jest stosunkowo tania i może być on wytwarzany w formie półproduktowej.

Mój udział w realizację tego zadania polegał na:

- opracowaniu założeń nowego chwytacza – **100%**,
- opracowaniu modelu numerycznego oraz dokumentacji produkcyjnej chwytacza – **100%**,
- opracowaniu modelu numerycznego oraz dokumentacji produkcyjnej stanowiska badawczego – **100%**,
- opracowaniu modelu numerycznego oraz dokumentacji produkcyjnej uniwersalnej ramy nośnej – **100%**,
- nadzoru autorskiego w procesie produkcji – **80%** (20% nadzór brygadzystów),
- opracowaniu oraz doborze układu pomiarowego – **100%**,
- współudziale w prowadzeniu prób technologicznych i badań eksploatacyjnych w warunkach pracy – **80%** (20% nadzór brygadzystów),
- przygotowaniu instrukcji użytkowania chwytacza – **100%**,
- współudziale przy tworzeniu publikacji naukowych – stosownie do udziału procentowego współautorów,
- przygotowaniu dokumentacji patentowej – **100%**.

Reasumując, metodykę optymalizacji konstrukcji w celu ich udoskonalania oraz ograniczenia kosztów wytwarzania stosuję w pracach badawczo-rozwojowych, wdrożeniach przemysłowych oraz dydaktyce.

4.3. Prace projektowo-konstrukcyjne w zakresie budowy głowicy diagnostycznej

Długoletnia współpraca kandydata z Lubelską Wytwórnią Dźwigów Osobowych pozwoliła na dostrzeżenie problemów związanych z oceną stanu technicznego podzespołów dźwigowych. O ile część podzespołów można ocenić wzrokowo np.: elementy konstrukcyjne kabiny, ramy kabinowej lub ramy znajdującej się pod zespołem napędowym, pod kątem ich przydatności do dalszej eksploatacji, tak niektóre z nich takie jak: liny czy prowadnice już nie do końca.

W przypadku lin nośnych w czasie eksploatacji następuje ich wycieranie poprzez współpracę z kołem ciernym, przewężanie na skutek ich wyciągania oraz pęknięcie drutów w splotkach. W przypadku, kiedy współpraca lin z kołem powoduje nadmierne gromadzenie się wiórów pod kołem ciernym jest to oznaką, że ta para kinematyczna nie funkcjonuje poprawnie. Natomiast w przypadku miejscowego przewężenia czy pęknięcia drutów w splotkach używane są metody nieniszczące pozwalające zidentyfikować miejsca uszkodzenia. Duże osiągnięcia w tej dziedzinie posiada Prof. Jerzy Kwaśniewski z AGH w Krakowie, który opracował aparaturę do diagnostyki cięgien z wykorzystaniem metody magnetycznej.

Rynek modernizacyjny związany z wymianą urządzeń UTB ukierunkowany został na maksymalne oszczędności. Wiąże się to z modernizacją tzw. **pełną**, czyli wymianą całego urządzenia na nowe oraz tzw. **częściową**, w której wymieniane są podzespoły nie spełniające wymagań normowych z zakresie ich bezpieczeństwa lub które zostały zużyte. Ponieważ, wymiana urządzeń wiąże się ze znaczącymi kosztami, a w większości przypadków, budżet na ich wymianę jest ograniczony rozpoczęto poszukiwania obszarów, w których oszczędności te mogłyby być poczynione.

W związku z tym, kandydat zaprosił do konsultacji podmioty zajmujące się konserwacją oraz wymianą urządzeń UTB (**wybrane listy intencyjne zawarte są w formie załączników 7a – 7e**). W ramach przeprowadzonych konsultacji, zwrócono uwagę na fakt, że prowadnice dźwigowe w wielu przypadkach są w stanie nienaruszonym, a ich wymiana wraz z mocowaniami przysparza niepotrzebnej pracy oraz pochłania koszty, które można w tym przypadku zaoszczędzić.

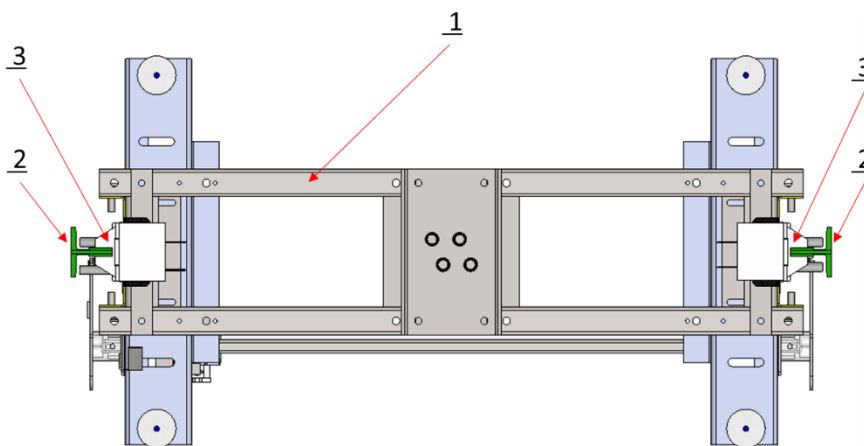
Wspomniane konsultacje oraz projekt Prof. J. Kwaśniewskiego ukierunkowały prace kandydata nad opracowaniem metody diagnostyki prowadnic dźwigowych.

Efektorem prac kandydata było opracowanie koncepcji głowicy diagnostycznej do oceny stanu technicznego prowadnic dźwigowych. Pomysł i metodyka pomiarowa zostały docenione w projekcie *ELEVATOR WORLD's 2020 Project of the Year*, uzyskując I nagrodę w kategorii Elevators – Upgrades and Repairs, rysunek 4.11, a sama koncepcja głowicy uzyskała ochronę w formie wzoru użytkowego o numerze Ru072199.



Rys. 4.11. Statuetka I nagrody otrzymanej w ramach projektu ELEVATOR WORLD's 2020 Project of the Year w kategorii Elevators – Upgrades and Repairs

Urządzenia UTB, potocznie nazywane windami (1), poruszają się na dwóch, stalowych prowadnicach w kształcie litery T (2), pokazanych na rysunku 4.12.



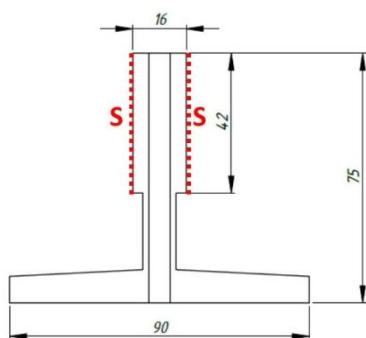
Rys. 4.12. Położenie prowadnic względem ramy nośnej dźwigu osobowego: 1 – rama nośna, 2 – prowadnica (kolor zielony), 3 – prowadnik ślizgowy

W czasie eksploatacji, prowadnice narażone są na działanie chwytaczy, których elementy konstrukcyjne naruszają ich powierzchnię roboczą - rysunek 4.13.b. W rezultacie tej współpracy, powstaje deformacja, która jest usuwana poprzez mechaniczne zaczyszczanie (szlifowanie), które powoduje, że w miejscu szlifowania prowadnica ma

zmniejszoną szerokość części prowadzącej. Ponieważ większość wind wyposażona jest w prowadniki ślizgowe (3), a same prowadnice są smarowane układ taki powoduje, że lokalizacja takich miejsc jest utrudniona.

Głównym celem wynikającym z powyższych rozważań było zbudowanie głowicy pozwalającej na **identyfikację miejsca uszkodzenia prowadnicy** czyli, powstałego po mechanicznym jego wyrównaniu bez konieczności usuwania środka smarnego z jej powierzchni.

a)



b)



Rys. 4.13. Prowadnica typu T90/A: a) widok prowadnicy od góry z zaznaczoną na czerwono powierzchnią roboczą *S*, b) widok z plastycznie uszkodzoną powierzchnią roboczą

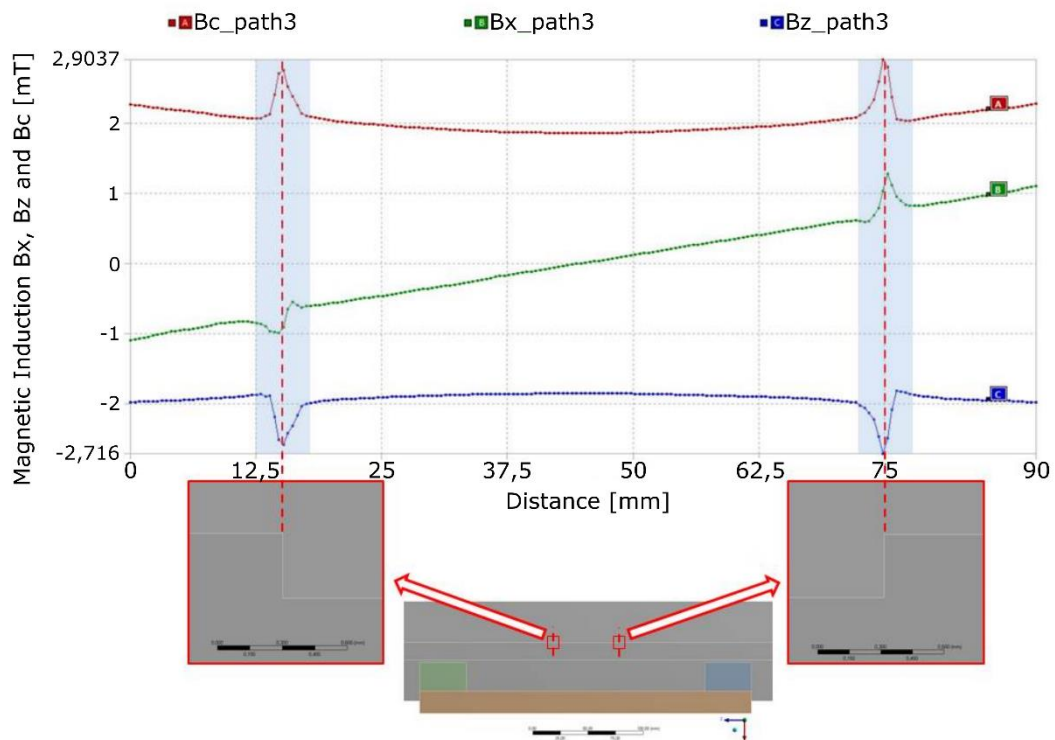
Założenia użytkowe, jakie przyświecały osiągnięciu postawionemu celowi, były następujące:

- możliwość wymiany wkładek, pozwalających na montaż głowicy na prowadnicach o różnej szerokości,
- możliwość dokonywania diagnostyki w sposób ręczny,
- możliwość dokonywania diagnostyki poprzez montaż na ramie nośnej dźwigu.

We wstępnej fazie prac wraz z dr inż. Tomaszem Krakowskim oraz dr inż. Hubertem Rutą, rozpoczęliśmy prace nad budową szczegółowego modelu numerycznego w zakresie konstrukcji mechanicznej oraz budowy magnetowodu, a także wykonaliśmy badania laboratoryjne.

Opracowane modele oraz znane warunki początkowe umożliwiły wykonanie badań symulacyjnych jeszcze przed wykonaniem fizycznym prototypu głowicy. W ramach tych prac powstała publikacja **[B.1.2.6]** pt.: „*Application of Stray Magnetic Field for Monitoring the Wear*

"Degree in Steel Components of the Lift Guide Rail System" autorstwa Lonkwick P., Krakowski T., Ruta H., która opublikowana została w 2020 roku w czasopiśmie *Metals (IF 2,351)*. Otrzymane wyniki na drodze symulacji komputerowej wykazały możliwość zastosowania magnetycznego pola rozproszenia do oceny stanu technicznego przewodnic, co pokazane zostało na rysunku 4.14, a szersze spojrzenie na przedstawioną tematykę szczegółowo opisano w powyższej publikacji.



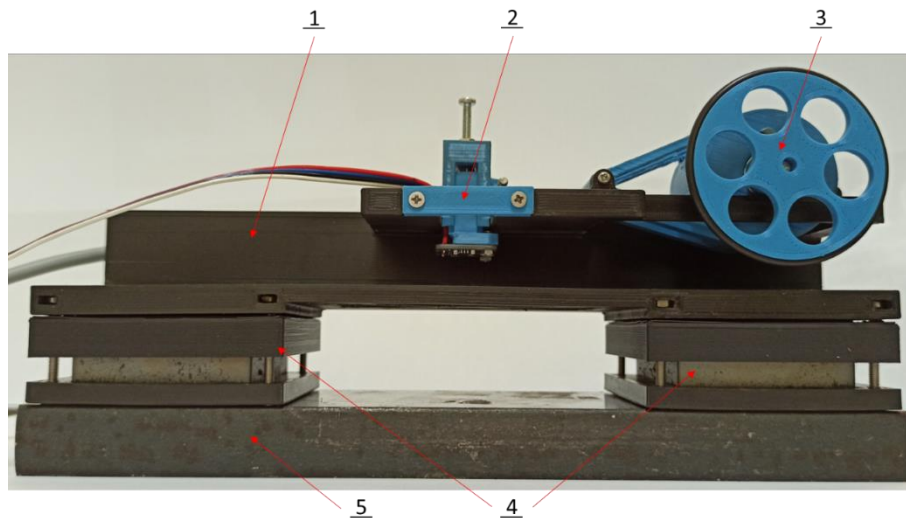
Rys. 4.14. Składowe pola magnetyczne wzdłuż linii detekcyjnej oraz zaburzenia tych składowych jako reprezentantów pola rozproszenia w obszarze zużycia

Uzyskane wyniki oraz dalsze prace zaowocowały opracowaniem szczegółowej koncepcji głowicy pomiarowej, która została zmaterializowana w Laboratorium Transportu Linowego Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu w AGH, m.in. w ramach mojego dwumiesięcznego stażu jaki odbyłem we wspomnianej katedrze. Większość elementów konstrukcyjnych została wyprodukowana w oparciu o opracowany model numeryczny konstrukcji głowicy z wykorzystaniem techniki przyrostowej, natomiast z symulacji komputerowej określono wymiary oraz właściwości elementów magnetowodu. Ostateczny kształt głowicy pokazany został na rysunku 4.15.

Dalsze prace poskutkowały opracowaniem toru pomiarowego pokazanego na rysunku 4.16. Jego budowa zakładała jednoczesny pomiar dwóch wartości:

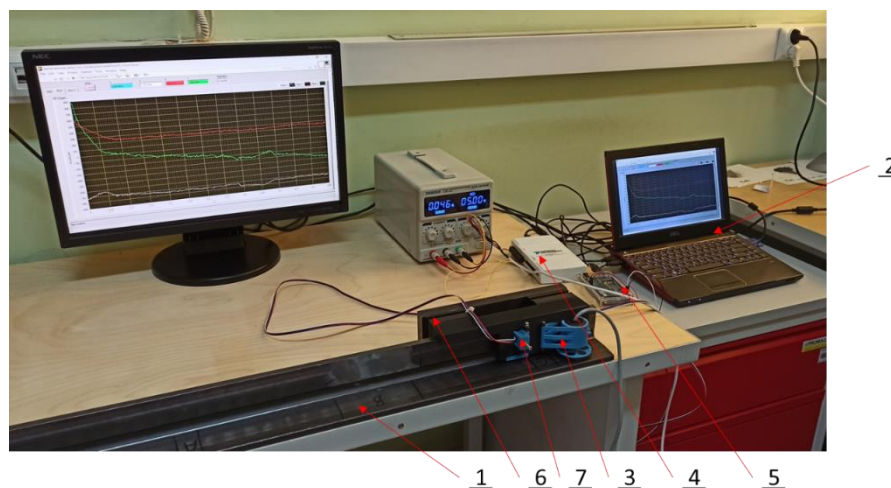
- zmiany położenia głowicy na przewodnicy,

- zmiany pola magnetycznego w obszarach uszkodzenia w stosunku do obszarów nieuszkodzonych.



Rys. 4.15. Głowica pomiarowa wraz z głównymi jej podzespołami: 1 – korpus, 2 – enkoder, 3 – napęd z kołem, 4 – magnetowody, 5 – płyta korpusu

Opracowany tor pomiarowy składał się z karty NI 6210 połączonej z enkoderem za pomocą, której rejestrowano sygnał przemieszczenia, natomiast czujnik magnetyczny został połączony z kartą Arduino Mega 2560, która umożliwiała rejestrowanie sygnału cyfrowego z czujnika. Dane pomiarowe były zapisywane w komputerze, a wizualna strona rejestracji była realizowana za pomocą programu LabView.



Rys. 4.16. Laboratoryjny tor pomiarowy: 1 – przewodnica, 2 – komputer, 3 – napęd, 4 – karta NI 6210, 5 – karta Arduino Mega 2560, 6 – magnetowód, 7 - enkoder

Walidacja działania opracowanej głowicy została przeprowadzona w warunkach laboratoryjnych z użyciem prowadnicy typu T90/A, której geometria pokazana została na rysunku 4.13.a, a jej sposób położenia względem powierzchni pomiarowej na rysunku 4.16.

Odcinek użytej prowadnicy (pokazanej na rysunku 4.17) pochodził z demontażu dźwigu, a jej odcinek został dobrany bez żadnych deformacji plastycznych.



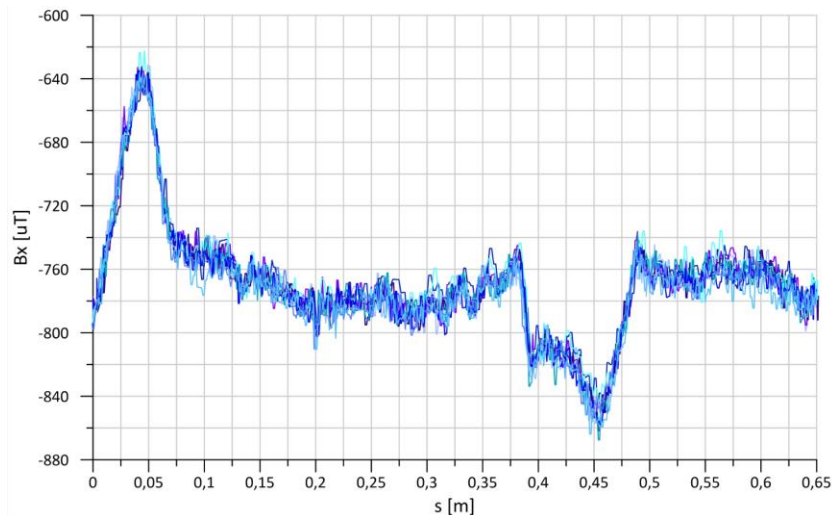
Rys. 4.17. Odcinek prowadnicy użyty do badań laboratoryjnych

W celu potwierdzenia poprawności koncepcji głowicy pomiarowej, na jej powierzchni wykonano dwie różne formy deformacji plastycznej oznaczone na rysunku 4.18. jako obszary A i B.



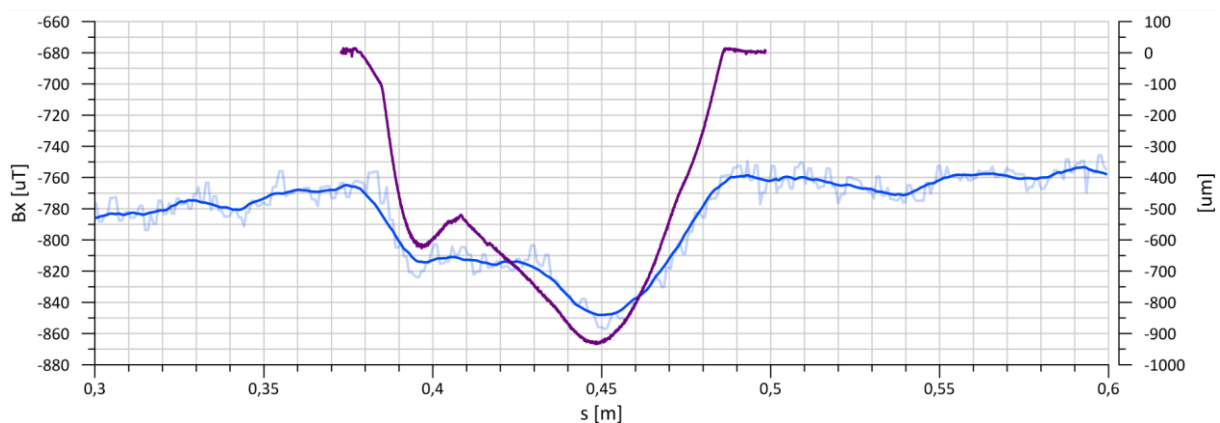
Rys. 4.18. Obszary deformacji plastycznej, wykonane w celu walidacji toru pomiarowego: A – ślad rolki hamującej chwytacza, B –obszar o znacznej powierzchni symulujący wyrównanie śladu po chwytaczu

Wykonane wstępne badania laboratoryjne wykazały jakościowe związki pomiędzy zużyciem przewodnicy oraz otrzymanymi wynikami pomiarów głównie w obszarze deformacji **B**. Zarejestrowane zmiany pola magnetycznego w analizowanym obszarze pokazane zostały na rysunku 4.19 w postaci 10 kolejno wykonanych po sobie pomiarów.



Rys. 4.19. Zarejestrowane sygnały (10 powtórzeń) zmian pola magnetycznego w obszarze deformacji **B** powierzchni przewodnicy

W celu walidacji przyjętego rozwiązania głowicy oraz przyjętej metodyki pomiarowej, przewodnica będąca obiektem badań w obszarze **B** została również poddana ocenie powierzchni z zastosowaniem profilometru, co pokazane zostało na rysunku 4.20.



Rys. 4.20. Porównanie odczytów deformacji powierzchni przewodnicy: kolor jasnoniebieski – średnia z 10 kolejnych pomiarów zarejestrowanego sygnału, kolor ciemnoniebieski – średnia ruchoma zarejestrowanego sygnału z 20 punktów, fioletowy odczyt z profilometru w analizowanym obszarze

Zarejestrowane dane z układu pomiarowego, zostały poddane obróbce mającej na celu uzyskanie wygładzonego wykresu, co zostało pokazane na rysunku 4.20 w postaci średniej ruchomej zarejestrowanego sygnału. Na tym samym rysunku pokazany został odczyt zmiany przekroju przewodnicy zarejestrowany za pomocą profilometru.

Otrzymana zbieżność wyników, pozwoliła na kontynuowanie rozpoczętych prac w zakresie optymalizacji konstrukcji głowicy pod kątem możliwości zastosowania jej w warunkach normalnej pracy urządzenia dźwigowego w sposób ręczny oraz umieszczenia go na ramie dźwigu.

Uzyskane wyniki z badań laboratoryjnych zostały zaprezentowane na VII Międzynarodowej Konferencji pt.: Computational Methods in Engineering Science w 2022 roku.

Dalsza optymalizacja konstrukcji głowicy miała na celu uzyskanie możliwie jak najszybszej wymiany wkładek umożliwiających zamontowanie jej na prowadnicach o różnej szerokości oraz możliwości dokonywania pomiarów:

- w sposób ręczny, przy zachowaniu norm bezpieczeństwa,
- w sposób mechaniczny poprzez szybki montaż na istniejącej ramie nośnej dźwigu.

Potwierdzeniem realizacji powyższego opracowania jest referencja w formie **załącznika 6b**.

Do innowacyjnych cech urządzenia zaliczyć można:

- możliwość oceny stanu technicznego prowadnicy w czasie rzeczywistym,
- możliwość dokonywania pomiarów bez konieczności usuwania zanieczyszczeń smarnych z powierzchni prowadnicy,
- możliwość znaczącego ograniczenia czasu oceny stanu technicznego prowadnic,
- możliwość oceny prowadnic pod kątem nowych przepisów dotyczących resursu elementów instalacji dźwigowych i potrzeb ich monitorowania.

Mój udział w realizację tego zadania polegał na:

- opracowaniu założeń głowicy pomiarowej – **100 %**,
- przygotowaniu dokumentacji do Urzędu Patentowego RP – **100 %**,
- wykonaniu projektu części mechanicznej, we współpracy z kolegami z AGH w Krakowie – **80 %**,
- wykonaniu dokumentacji umożliwiającej wyprodukowanie prototypu – **33 %**,
- nadzorze autorskim w procesie produkcji prototypu – **80%**,
- współudziale w prowadzeniu badań eksploatacyjnych w warunkach laboratoryjnych – **33 %**,

- współdziałanie w przygotowaniu artykułów naukowych – **(zgodnie z udziałem współautorów)**,
- współdziałanie w optymalizacji konstrukcyjnej głowicy pod kątem zastosowania na urządzeniach w warunkach pracy – **33 %**,
- przygotowaniu dokumentacji użytkowej – **33 %**.

4.4. Uzyskane patenty w zakresie urządzeń zwiększających bezpieczeństwo użytkowania dźwigów osobowych

Oprócz wymienionych powyżej prac, do niniejszego dorobku jako uzupełnienie zaliczam udzielone patenty w następującym zakresie:

- Urządzenie do ograniczenia ruchu tłoka,
- Urządzenie do ograniczenia ruchu kabiny,
- Urządzenie napinania linki ogranicznika prędkości,
- Urządzenie do ograniczenia ruchu kabiny lub przeciwwagi dźwigu,
- Urządzenie do ograniczenia ruchu kabiny, zblocza lub przeciwwagi dźwigu,
- Urządzenie do użytkowania dźwigu osobowego,
- Obciążka do dźwigu,

które zostały wdrożone w otoczeniu biznesowym, co potwierdza **referencja 6a**. Oprócz w/w uzyskanych patentów, przy moim udziale dokonano następujących zgłoszeń:

- Urządzenie do oceny wydłużenia lin stalowych zwłaszcza dźwigu,
- Urządzenie indukcyjne do oceny stanu technicznego prowadnic dźwigowych,
- Koło linowe dźwigu ciernego,
- Urządzenie do wiercenia prowadnic dźwigowych,
- Sposób pomiaru naciągu lin nośnych dźwigu, zwłaszcza elektrycznego.

W 2022 roku kandydat został laureatem konkursu ogłoszonego przez Rektora Politechniki Lubelskiej w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pt. „**PROTOTYP**”. Celem konkursu było wyłonienie najlepszych wynalazków zgłoszonych do ochrony patentowej oraz przygotowanie ich do komercjalizacji poprzez wykonanie prototypu potwierdzającego istotę rozwiązania. Patent pt.: Sposób pomiaru naciągu lin nośnych dźwigu, zwłaszcza elektrycznego został złożony w 2019 roku. Zespół wraz z kandydatem otrzymał dofinansowanie na budowę

prototypu-demonstratora w kwocie 58500 zł (szczegółowy spis patentów oraz zgłoszeń zawarty został w załączniku 10 w części **B.II.3**).

4.5. Aplikacje prac projektowo-konstrukcyjnych

Poza wyżej opisanymi osiągnięciami, jako uzupełnienie przedstawionego dorobku wskazuję moje najciekawsze osiągnięcia projektowe i konstrukcyjne, które zostały wdrożone w przemyśle dotyczące obszarów:

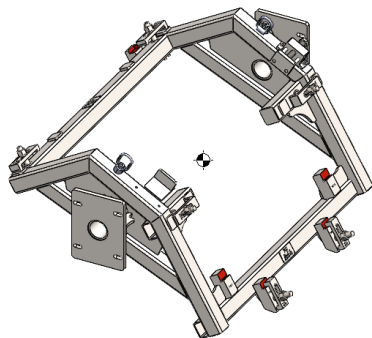
- oprzyrządowania technologicznego,
- konstrukcji maszyn,
- oprzyrządowania transportowego.

Po podjęciu pracy w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Chełmie moja współpraca z przemysłem ukierunkowała się na obszary związane z oprzyrządowaniem technologicznym w zakresie optymalizacji procesów spawalniczych w celu minimalizowania pomyłek na stanowiskach spawalniczych spowodowanych przez spawaczy.

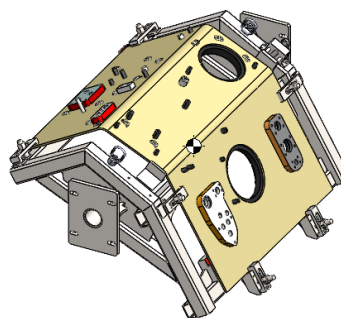
Jedną z firm, z którą nawiązałem współpracę jest firma Caterpillar Polska, na zlecenie której opracowałam szereg rozwiązań. Na rysunku 4.21 pokazane zostało rozwiązanie przyrządu współpracującego z obrotnikiem spawalniczym, którego konstrukcja umożliwiała spawanie trzech elementów o podobnych gabarytach, lecz różniących się wyposażeniem.

Zastosowanie przedstawionego rozwiązania pozwoliło na skrócenie czasów technologicznych poprzez wyeliminowanie konieczności wymiany przyrządu przy zmianie produkcji elementu. Na rysunku 4.22 pokazany został model numeryczny kolejnego przyrządu spawalniczego przeznaczonego do robota spawalniczego z obrotnikiem.

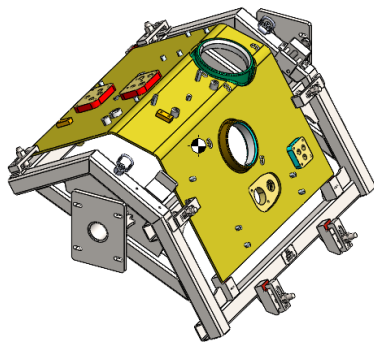
a)



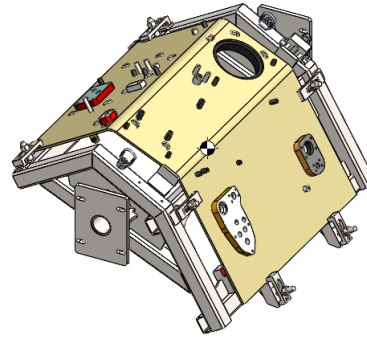
b)



c)

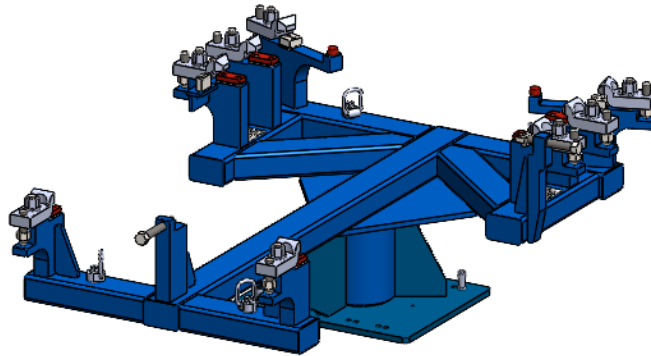


d)



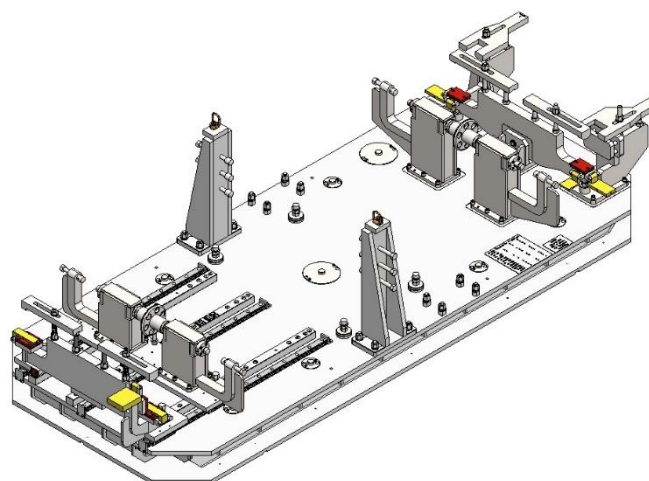
Rys. 4.21. Przyrząd spawalniczy przeznaczony do spawania robotem spawalniczym trzech typów elementów: a) przyrząd bez elementu, b) przyrząd z I elementem, c) przyrząd z II elementem, d) przyrząd z III elementem

Problem jaki tutaj był do rozwiązania polegał na tym, że detale składowe wyrobu musiały być spawane w jak najkrótszym czasie. Zastosowanie przedstawionego przyrządu wraz z robotem spawalniczym pozwoliło na osiągnięcie założonych celów.



Rys. 4.22. Przyrząd spawalniczy przeznaczony do spawania na robocie spawalniczym dla trzech typów detali

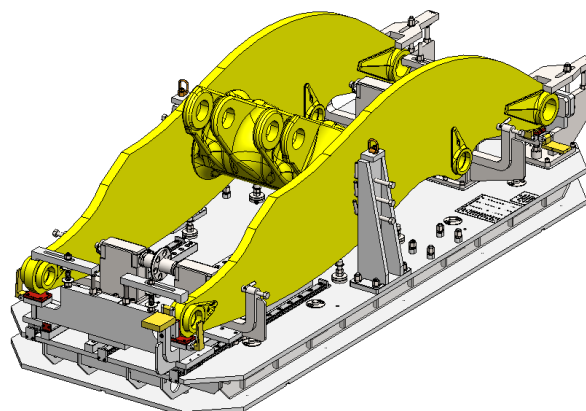
Kolejnym obszarem współpracy było zaprojektowanie przyrządu obróbkowego przeznaczonego do obróbki otworów sworzni w 13 typach ram koparek. Dodatkowym wyzwaniem w tym wdrożeniu było to, że przyrząd miał być dostosowany do trzech różnych frezarek mających trzy różne systemy mocowania: Pama III, Erowa Union oraz Scharmann. Należy tutaj dopowiedzieć, że frezarka z systemem Pama III znajduje się w fabryce w Sosnowcu, a frezarki z systemami Erowa Union oraz Scharmann w Grenoble we Francji. Głównym zamierzeniem wdrożenia była unifikacja oprzyrządowania obróbkowego niezależnie od zakładu, w którym był on stosowany. Cechą charakterystyczną obrazującą rozmiar detali obrabianych na tym przyrządzie, pokazany na rysunku 4.23 jest płyta, która ma wymiary 4.5 x 1.8 m, a waga netto samego przyrządu wynosi 6000 kg.



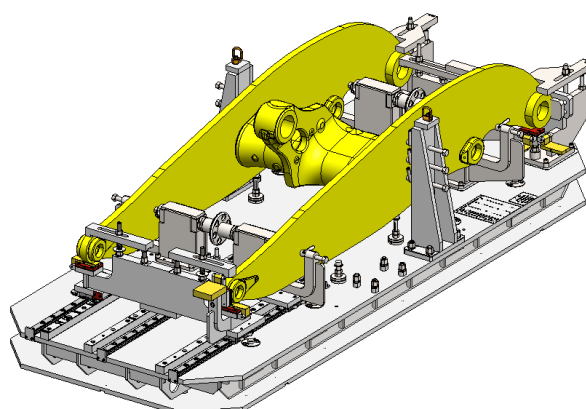
Rys. 4.23. Model przyrządu obróbkowego

Na rysunku 4.24 pokazany został przyrząd z wybranymi, trzema typami ram.

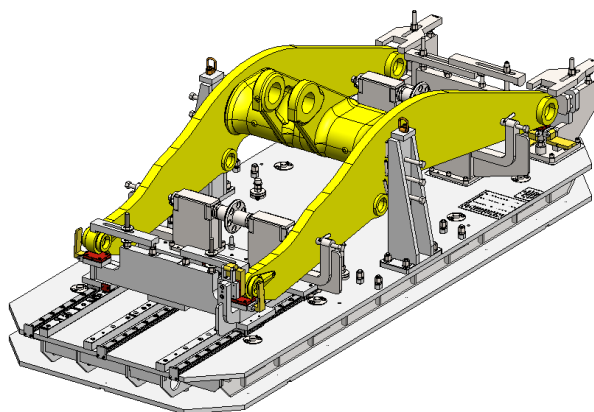
a)



b)



c)



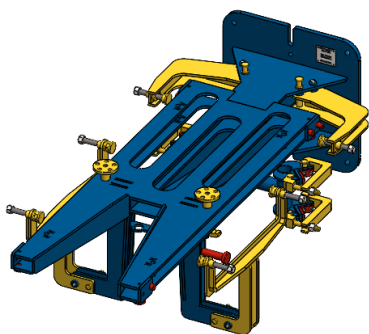
Rys. 4.24. Przyrząd obróbkowy, na którym umieszczone są wybrane modele ram poddawanych obróbce

Niestety, firma Catterpillar nie wystawia referencji w zakresie współpracy, co zaświadcza pismem w postaci **załącznika 6d**, tak więc zakres mojego udziału w tym przedsięwzięciu nie może być potwierdzony.

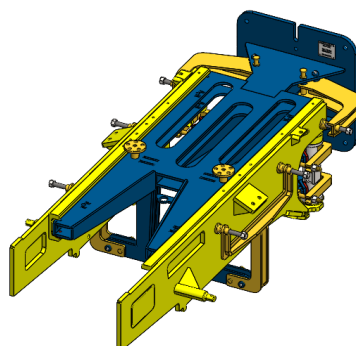
Kolejną dużą firmą, z którą współpracowałem w obszarach konstrukcji oprzyrządowania była firma Fortaco JP, której siedziba znajduje się w Janowie Lubelski. Podobnie jak z firmą Caterpillar, moja współpraca polegała na opracowaniu nowych konstrukcji oprzyrządowania technologicznego. Najbardziej znaczącym projektem wdrożonym do procesu produkcyjnego był przyrząd spawalniczy pokazany na rysunku 4.25. Był on przeznaczony do mocowania na jednokolumnowym obrotniku spawalniczym, natomiast konstrukcja samego przyrządu miała umożliwić montaż 6 różnych typów podzespołów tzw. 4-way (kolor żółty). Rozwiązanie zostało wdrożone do produkcji.

Niestety, firma Fortaco JP nie wystawia referencji oraz zaświadczeń w żadnej postaci.

a)



b)



Rys. 4.25. Przyrząd spawalniczy przeznaczony do spawania podzespołów typu 4-way: a) przyrząd, b) przyrząd z przykładowymi podzespołami

Podsumowanie

Dynamiczny rozwój maszyn i urządzeń w zakresie specjalnych maszyn, oprzyrządowania technologicznego oraz urządzeń zwiększających bezpieczeństwo staje się coraz większym priorytetem. Modelowanie numeryczne konstrukcji w zakresie konstrukcyjnym jak i obliczeniowym jest podstawą do wyeliminowania czasochłonnych oraz kosztownych metod badawczych w odniesieniu do zapotrzebowania rynkowego. Ponadto może ono wyznaczać kierunki do projektowania nowych oraz optymalizowania istniejących rozwiązań, co doskonale wpisuje się w rozwój nauki w zakresie budowy i eksploatacji maszyn.

Opracowania z zakresu oprzyrządowania technologicznego w dziedzinie procesów spawalniczych również stanowią znaczący wkład w rozwój inżynierii mechanicznej, zwłaszcza w dobie deficytu wykwalifikowanego personelu spawalniczego. Zdobyte w tym zakresie doświadczenie wykorzystałem opracowując nowe, a także ulepszając istniejące przyrządy technologiczne wdrożone w praktyce, stosując do tego metodę elementów skończonych. Ich wykorzystanie pozwoliło na ograniczenie kosztów, wynikających m.in. z minimalizacji pomyłek w procesie produkcyjnym.

Metodykę optymalizacji konstrukcji w celu ich udoskonalania oraz ograniczenia kosztów wytwarzania stosuję w pracach badawczo-rozwojowych, wdrożeniach przemysłowych oraz dydaktyce.

Oprócz wyżej wymienionych, najciekawszych projektów wdrożeniowych w ramach mojej współpracy z jednostkami przemysłowymi, byłem twórcą kilkunastu innych projektów konstrukcyjnych opisanych w Załączniku 10 pod numerami **[B.III.4]**.

4.6. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze z całego okresu całej kariery zawodowej

Moje zainteresowania naukowe zaczęły krystalizować się już w czasie studiów inżynierskich i później magisterskich, a dotyczyły one szeroko rozumianej branży dźwigowej. W wyniku tego w 2000, roku podjąłem pracę zawodową w Lubelskiej Wytwórni Dźwigów Osobowych Lift Service S.A. Równoległe nawiązałem współpracę z Panem Profesorem Jerzym Lipskim, a efektem tego była praca inżynierska, która dotyczyła opracowania dokumentacji modernizacji dźwigów osobowych znajdujących się w budynku Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej. Wraz z upływem czasu zauważyłem, że struktura budynku uniemożliwia studiowanie osobom niepełnosprawnym ruchowo. W rezultacie mojej pracy

(jako praca magisterska) powstała dokumentacja dźwigu elektrycznego, która uwzględniała możliwości adaptacyjne budynku pod kątem spełnienia wymagań dostępności osób niepełnosprawnych oraz spełniała wymagania ewakuacyjne na wypadek pożaru.

Rozwijając swoje zainteresowania branżą dźwigową, nawiązałem krótką współpracę z firmą DIGIPara, w efekcie czego dostałem do testowania ich pionierski program o nazwie Lift Designer służący do projektowania (nie konstruowania) urządzeń dźwigowych, wykorzystujący bazy danych czołowych producentów europejskich podzespołów dźwigowych. Moim zadaniem wówczas miało być sprawdzenie możliwości adaptacyjnych programu do stosowania go w warunkach polskiej zabudowy, tzn. miałem sprawdzić czy możliwości graficzne programu pozwolą na łatwą i szybką adaptację budynków tak, aby szybko i łatwo stworzyć dokumentację projektową dźwigu. Z czasem nabrałem doświadczenia w posługiwaniu się tym programem i byłem jedną z nielicznych osób, które biegle posługiwały się tym zintegrowanym systemem projektowym. Sposób posługiwania się tym specyficznym oprogramowaniem opisałem w publikacji **[A.II.5.1]**. Równoległe prowadziłem badania nad zastosowaniem systemu diagnostycznego umożliwiającego monitorowanie wydłużania się lin nośnych dźwigu będących pod ciągłym obciążeniem przeciwwagi. Wyniki swojej pracy opisałem w artykule **[A.II.5.6]** jako propozycję zastosowania metody diagnostycznej, dzięki której personel techniczny był w stanie w miesięcznych odstępach czasu reagować na wydłużające się liny, wskutek czego zmniejszały się tzw. wolne przejazdy kabiny i przeciwwagi, w wyniku skracania ich odpowiednio wcześniej. Zastosowanie tego systemu w kilku urządzeniach pozwoliło na wyeliminowanie przestojów dźwigów związanych z usuwaniem skutków wyciągania się lin.

Również w tym okresie rozpocząłem prace badawcze nad możliwością zastosowania technik wibroakustycznych w analizie zużywania koła ciernego dźwigu osobowego, które realizowałem pod kierunkiem Profesora Jerzego Lipskiego. Wybrane wyniki badań, a także modelowe przedstawienie zespołu napędowego dźwigu zostały opisane w publikacjach przed uzyskaniem stopnia doktora, m.in.: **[A.II.5.2 ÷ A.II.5.5]**. Wyniki prac naukowych publikowałem również w czasopiśmie branżowym o zasięgu międzynarodowym **[A.II.6.1]**, **[A.II.6.2]**, **[A.II.6.5]**, **[A.II.6.7]**, a także w czasopiśmie branżowym związanym z Urzędem Dozoru Technicznego pt.: „Dozór Techniczny” **[A.II.6.3 ÷ A.II.6.6]**, **[A.II.6.10]**, **[A.II.6.11]**, **[A.II.6.16]**, **[A.II.6.19]**, **[A.II.6.20 ÷ A.II.6.22]**. Tematykę dźwigową przedstawiłem również w innych czasopiśmie takich jak Narzędziowiec, Obróbka Metalu oraz Design News, których spis

znajduje się w załączniku 10 w części **[A.II.6]**. Moje zainteresowania rozszerzyły się również na zagadnienia związane z obróbką ubytkową oraz szeroko pojętą tematyką projektowania 3D oraz MES. Nawiązałem współpracę z czasopismami: *Narzędziowiec*, *Projektowanie i Konstrukcje Inżynierskie* oraz *Design News*, w których opublikowałem kilka artykułów z zakresu CAD, MES oraz obróbki ubytkowej **[A.II.6.8]**, **[A.II.6.12]**, **[A.II.6.14]**, **[A.II.6.18]**, **[A.II.6.25]**. W tym samym czasie rozpocząłem współpracę z niemieckim dostawcą łożysk, firmą ABEG. W ramach współpracy rozpowszechniłem kilka publikacji opisujących system doboru łożysk Quickfinder Pro, umożliwiający łatwy i szybki sposób doboru łożysk. W ramach tego systemu dostępne są również moduły do doboru kół zębatych oraz sprężyn. Sposób posługiwania się poszczególnymi modułami opisałem w pracach **[A.II.6.23]**, **[A.II.6.24]**, **[A.II.6.26 ÷ A.II.6.28]**. Opublikowałem również artykuły zlecane **[A.II.6.13]**, **[A.II.6.17]**, **[A.II.6.30]**.

Po zakończeniu studiów magisterskich, ciągle poszerzałem swoją wiedzę praktyczną oraz teoretyczną z zakresu budowy i eksploatacji urządzeń dźwigowych. Uwagę swoją wówczas skupiłem na pojawiającym się problemie zróżnicowanego zużycia się wieńca koła ciernego na skutek nierównomiernego naciągu lin nośnych. Nierównomierność zużycia się rowków linowych na skutek tarcia liny stalowej o koło powodowało, że profil poszczególnych rowków był zniekształcony w stosunku do teoretycznego. W czasie pracy dźwigu zauważyłem, że rowki linowe o takim nieregularnym zużyciu, powodują chwilowe zakleszczania się liny w rowku, do momentu przekroczenia wartości naprężenia liny, co powodowało „wyrwanie” liny z rowka. Skutkiem niekorzystnym takiego efektu był z jednej strony „efekt struny” pojawiający się w linie co było słyszalne dla podróżujących, wywołując niekorzystne odczucia słuchowe, z drugiej strony – eksploatacyjnej, powodowało nierównomierny poślizg lin w trakcie nagłego zatrzymania dźwigu. Drugi niekorzystny efekt powodował, że lina będąca we współpracy z rowkiem o nieregularnym zużyciu, była podciągana na skutek zakleszczenia, co powodowało nierównomierność naciągu lin, a także miejscowe zużycie liny.

Efektom moich prac nad w/w tematyką było otwarcie przewodu doktorskiego w grudniu 2005 roku, którego tematem była *„Identyfikacja procesu zużycia pary kinematycznej koło-lina z wykorzystaniem sygnału akustycznego”*.

Po wykonaniu szeregu pomiarów na rzeczywistych dźwigach z kołami ciernymi o różnym stopniu zużycia oraz przeanalizowaniu otrzymanych wyników zastosowałem w swojej dysertacji doktorskiej sieci neuronowe jako narzędzie umożliwiające uzyskanie

informacji o stanie technicznym rowków linowych na podstawie rejestracji danych wibroakustycznych.

Publiczna obrona rozprawy doktorskiej odbyła się 21 stycznia 2009 roku. W tym samym dniu, decyzją Rady Wydziału Mechanicznego otrzymałem stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Budowa i Eksploatacja Maszyn*. W rozprawie doktorskiej napisanej pod kierunkiem dr hab. inż. Jerzego Lipskiego przedstawiono wyniki badań teoretyczno-doświadczalnych wykorzystania metod wibroakustycznych do identyfikacji procesu zużycia rowków kół ciernych, będących głównym elementem przeniesienia sił między kabiną, a przeciwwagą dźwigu.

Już w trakcie przewodu doktorskiego zauważyłem duży niedostatek publikacji, które byłyby pomocne przy rozwiązywaniu pojawiających się problemów eksploatacyjnych w dźwigach. W związku z tym, powstały publikacje **[B.II.4.1 ÷ B.II.4.7]**. Brałem również udział w realizacji badań opisanych w publikacji **[B.II.4.3]**, w której przedstawiono proces degradacji w wyniku zmęczenia hydrotermicznego nowo zaprojektowanych materiałów kompozytowych. W wyniku prac wskazano, że ocena zmęczenia hydrotermicznego kompozytów polimerowo-ceramicznych może być dokonywana na podstawie pracy odkształceniowej prowadzącej do pęknięcia. Przedstawione wyniki badań mogą być bardzo szeroko wykorzystywane w technice, również w dźwigach zainstalowanych na zewnątrz budynków.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora wyniki mojej pracy naukowej związanej z działaniem hamulców licznie publikowałem w innych czasopismach znajdujących się na liście B MNiSW wymienionych w części **[B.II.5]**. W publikacjach **[B.II.5.10, B.II.5.11]** przedstawione zostały wyniki analiz nowego typu silnika BLDC jako zespołu napędowego drzwi kabinowych dźwigów. We współautorskich publikacjach **[B.II.5.7, B.II.5.8]** opisana została diagnostyka wyposażenia obrabiarek CNC realizujących obróbkę z wykorzystaniem techniki laserowej. W pracach **[B.II.5.15 ÷ B.II.5.18]** przedstawione zostały wyniki prac eksperymentalnych nad zastosowaniem lutowania oraz metod usztywnienia elementów cienkościennych kabiny dźwigu, a także ich wpływu na poziom dźwięku będącego głównym, niekorzystnym parametrem pracy każdego urządzenia dźwigowego.

Mój dorobek publikacyjny nie ograniczał się tylko do powyższych publikacji. Po uzyskaniu stopnia doktora, byłem autorem kilkunastu publikacji zawartych w czasopismach innych niż czasopisma zawarte w bazach oraz na listach MNiSW. Do głównych czasopism na łamach, których publikowałem moje opracowania należą: *Dozór Techniczny*, *Magazyn Dźwig*,

Inżynier Budownictwa (wersja tylko elektroniczna), *Magazyn Sensor*, *Służby Utrzymania Ruchu*. Oprócz opisanych powyżej prac, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora opublikowałem łącznie 30 prac wymienionych w załączniku 10 pod pozycjami **[B.II.5.1 ÷ B.II.5.41]**.

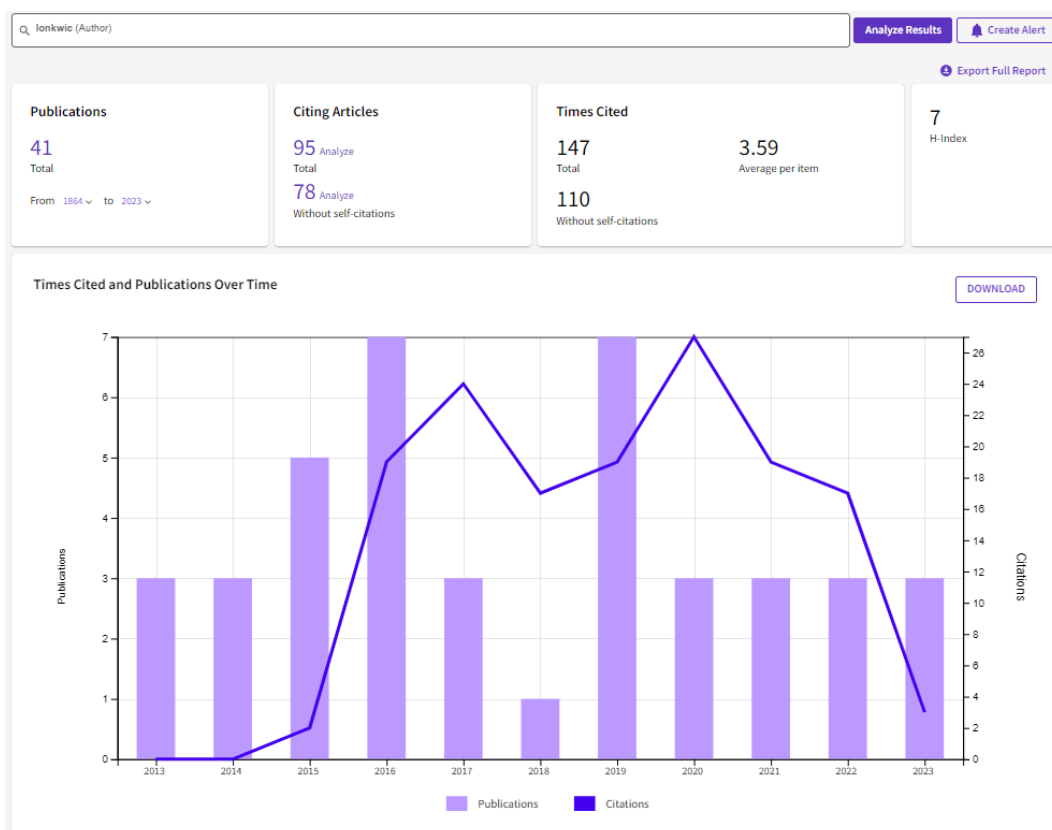
Po uzyskaniu stopnia doktora swoje wyniki prac prezentowałem także na konferencjach krajowych oraz międzynarodowych w formie wystąpień oraz publikacjach w recenzowanych czasopismach. Spis konferencji został przedstawiony w punkcie **[B.II.8]** załącznika 10. W 2017 roku uczestniczyłem w pracach Komitetu Naukowego II Międzynarodowej Konferencji Naukowej organizowanej przez Wydział Zarządzania Politechniki Lubelskiej pt.: „Metody Komputerowe w Inżynierii CMES”, a później sukcesywnie co rok, aż do 2023 roku.

Reasumując, na mój obecny dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora składają się następujące składniki:

- **około 150** wdrożeń przemysłowych
- **14 artykułów** opublikowanych w czasopismach znajdujących się w **bazie JCR** (II.A1 ÷ II.A14):
 - Chinese Journal of Mechanical Engineering,
 - Journal of Vibroengineering x2,
 - Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability,
 - Measurement,
 - Meccanica,
 - Sustainability x2,
 - Materials,
 - Metals,
 - Mechanika,
 - Applied Sciences,
 - Advances in Science and Technology Research Journal x2.
- **37 artykułów** opublikowanych recenzowanych w czasopismach międzynarodowych (3) i krajowych (34), które nie znajdują się w bazie JCR, ale są wyszczególnione w wykazie czasopism naukowych punktowanych (część B) MNiSW (II.B1 ÷ II.B36);
- **30 artykułów** w polskich czasopismach branżowych (II.F33 ÷ II.F62);

- **9 udzielonych patentów**, w tym 1 samodzielnie, 8 jako współautor oraz 6 zgłoszeń patentowych;
- **1 monografia**;
- **2 skrypty dla studentów**;
- **2 podręczniki**.

Efektorem prowadzonych przeze mnie prac naukowo badawczych oraz publikacji z nimi związanymi jest uzyskanie indeksu **Hirscha $h = 7$** , przy łącznej **liczbie cytowań 147**, zaś bez autocytowań 110 – zgodnie z bazą Web of Sciences (Thomsons Reuters) za okres 2000 – 2023. Sumaryczna wartość współczynnika **Impact Factor** moich publikacji **wynosi 22,337**. W bazie Scopus odnotowano mój indeks Hirscha na poziomie **$h = 8$** , przy łącznej **liczbie cytowań 120**, w bazie Google Scholar **$h = 11$** , przy łącznej **liczbie cytowań 347**, a w bazie Publish or Perish **$h = 11$** przy łącznej **liczbie cytowań 368**.



Rys. 4.26. Raport z bazy Web of Sciences łącznie z publikacjami urzędu patentowego, wygenerowany na dzień 10 maja 2023 roku

Za swą działalność naukową, po uzyskaniu stopnia doktora byłem trzykrotnie nagradzany Nagrodą Rektora oraz zostałem odznaczony Srebrnym Medalem za długoletnią służbę przez Rektora Państwowej Akademii Nauk Stosowanych. Szczegółowy spis znajduje się w załączniku 10 w części **B.II.11**.

Moje publikacje o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym dostrzeżono powierzając mi recenzowanie artykułów w wiodących czasopismach specjalistycznych – łącznie 101 recenzji w latach 2015÷23. Ich szczegółowe zestawienie przedstawiono w załączniku 10 w pozycji **B.II.15**.

4.7. Współpraca w zakresie opiniowania dla wymiaru sprawiedliwości oraz podmiotów gospodarczych

Z uwagi na wieloletnie doświadczenie zdobyte w branży dźwigowej, w 2016 roku zostałem ustanowiony biegłym sądowym przy Sądzie Okręgowym w Lublinie w zakresie mechaniki i budowy maszyn o specjalności: urządzenia transportu bliskiego, pionowego oraz urządzeń dźwigowych. Na dzień przygotowania niniejszego autoreferatu Sąd Okręgowy ustanowił moją osobę na trzecią kadencję.

Znajdując się na liście biegłych sądowych od 2016 roku na zlecenia sądów, prokuratur oraz podmiotów gospodarczych przygotowałem łącznie 27 opinii, których szczegółowy spis znajduje się w załączniku 10 w części **B.III.5**.

4.8. Współpraca w zakresie opiniowania projektów

W ramach mojej aktywności, poza osiągnięciami wskazanymi powyżej, mogę wykazać się nieprzerwaną współpracą z takimi instytucjami jak: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Polską Agencją Rozwoju Przedsiębiorczości oraz Polską Akademią Nauk. W ramach tej współpracy brałem czynny udział w opiniowaniu wniosków złożonych w PARP, ramach Szybkiej Ścieżki (złożonych do NCBiR) oraz programu Innovation Coach (realizowanych przez PAN). Szczegółowy spis znajduje się w załączniku 10 w części **B.III.6**.

5. AKTYWNOŚĆ NAUKOWA REALIZOWANA NA WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI

Prowadzę stałą współpracę z Akademią Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica z Wydziałem Inżynierii Mechanicznej i Robotyki z Katedrą Inżynierii Maszyn i Transportu (dawniej z Katedrą transportu Liniowego). W ramach tej współpracy rozwijamy zagadnienia

m. in. diagnostyki układów prowadzenia dźwigów osobowych. W ramach tej współpracy, odbyłem trzy staże naukowe, a także powstały poniższe publikacje:

- Lonkwic P., Łygas K., Wolszczak P., Molski Sz., Litak G.: Braking deceleration variability of progressive safety gears using statistical and wavelet analyses. *Measurement*, vol. 110, 2017, s. 90-97, (30 punktów MNiSW), **IF 2,218**.
- Wolszczak P., Lonkwic P., Cunha Jr. A., Litak G., Molski Sz.: Robust optimization and uncertainty in the elevator braking model. *Meccanica*, <https://doi.org/10.1007/s11012-019-00992-7>, (wg listy czasopism MNiSW z 2019 roku 100 pkt), **IF 2,316**.
- Lonkwic P., Przystupa K., Krakowski T., Ruta H.: Case study of support frame optimization using distant load. *Sustainability*, doi:10.3390/su12030974, (wg listy czasopism MNiSW z 2019 roku 70 pkt), **IF 2,596**.
- Lonkwic P., Ruta H., Krakowski T.: Application of stray magnetic field for monitoring the wear degree in steel components of the lift guide rails system. *Metals* doi:10.3390/met10081008, (wg listy czasopism MNiSW z 2019 roku 70 pkt), **IF 2,117**.
- Lonkwic P., Ruta H., Krakowski T., Tofil A., Usydus I.: Case study on numerical optimization of a disc bush in the disc harrow. *Mechanika*, vol. 27 (6), 2021, s. 513-520, (40 punktów MNiSW), **IF 0,579**.
- Ruta H., Krakowski T., Lonkwic P.: Optimisation of the Magnetic Circuit of a Measuring Head for Diagnostics of Steel-Polyurethane Load-Carrying Belts Using Numerical Methods. *Sustainability*, vol. 14 (5), 2022, s. 1-21, (70 punktów MNiSW), **IF 3,889**, <https://doi.org/10.3390/su14052711>.
- Lonkwic P., Krakowski T., Ruta H., Tofil A.: Construction and verification for metrological properties of the prototype magnetic head for NDT testing of lift guide rail wear under test conditions. *Advances in Science and Technology Research Journal*, vol. 16(5), 2022, s. 28-39, (100 punktów MNiSW), brak IF w 2023.

Dalsze prace przy współpracy z zespołem kolegów z AGH są prowadzone w kierunku optymalizacji opracowanego prototypu głowicy magnetycznej oraz wykorzystania innych źródeł pola magnetycznego do oceny stanu technicznego przewodnic.

Ponadto w ramach stałej współpracy z Akademią WSEI w zakresie modelowania przestrzennego oraz symulacji numerycznych, powstała publikacja:

- Pieniak D., Przystupa K., Walczak A., Niewczas A., Krzyżak A., Bartnik G., Gil L., Lonkwić P.: Hydro-thermal fatigue of polymer matrix composite biomaterials. *Materials*, doi:10.3390/ma12223650, (wg listy czasopism MNiSW z 2019 roku 140 pkt), **IF 2,972**.

Z Panem Profesorem Danielem Pieniakiem prowadzimy wspólne badania nad zastosowaniem metod symulacyjnych do oceny wytrzymałości hełmów strażackich.

Ponadto, w ramach współpracy z uczelnią prowadzę również zajęcia dydaktyczne oraz brałem czynny udział w projektach finansowanych przez NCBiR jako wykonawca, których spis został zawarty w części 6 niniejszego autoreferatu.

Dodatkowym aspektem współpracy był mój czynny udział przy recenzowaniu 12 prac inżynierskich oraz promotorstwo 16 prac inżynierskich.

W ramach współpracy z innymi jednostkami naukowymi, mogę wykazać się odbytymi stażami realizowanymi na Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Politechnice Lubelskiej.

W okresach 07.2016 oraz 08.2019 roku odbyłem miesięczne staże zawodowe w Laboratorium Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH. W ramach tych staży czynnie uczestniczyłem w pracach mających na celu modernizację istniejących stanowisk laboratoryjnych, w ramach których przygotowałem również kompleksową dokumentację niezbędną do przeprowadzenia zajęć w laboratorium.

W okresach 19.06. do 21.07.2017 oraz 20.06 do 20.07.2018 roku odbyłem staże naukowe w Zakładzie Projektowania Procesów i Systemów Technologicznych Katedry Podstaw Inżynierii Produkcji Wydziału Mechanicznego politechniki Lubelskiej. Podczas stażu w okresie od 19.06. do 21.07.2017 roku uczestniczyłem w pracach badawczych dotyczących zagadnień technologii połączeń montażowych, w tym wpływu różnorodnych czynników technologicznych i konstrukcyjnych na wytrzymałość tego typu połączeń. W okresie od 20.06 do 20.07.2018 roku uczestniczyłem w pracach badawczych dotyczących technologii łączenia różnorodnych materiałów konstrukcyjnych oraz analizą właściwości adhezyjnych materiałów konstrukcyjnych.

W okresie od 01.07 do 31.08.2021 roku uczestniczyłem powtórnie w stażu zawodowym, który realizowałem w Laboratorium Katedry Inżynierii Maszyn i Transportu na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH. W ramach stażu byłem inicjatorem budowy przyrządu

oraz stanowiska do badań zużycia przewodnic dźwigowych. Projekt ten we współpracy z kolegami z AGH jest rozwijany do dnia dzisiejszego.

6. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZATORSKICH

Pracując w PWSZ w Chełmie aktywnie uczestniczyłem w budowaniu i rozwoju laboratorium Spajalnictwa tworząc dla niego programy nauczania. Byłem współautorem książki pt.: „Spajalnictwo” będącej zbiorem wytycznych do prowadzenia laboratorium. Podczas redagowania tej książki przygotowałem 7 z 13 rozdziałów (rozd. 1, 2, 3, 6, 7, 9, 13), jak również opracowałem redakcję całej książki oraz projekt okładki. Książka do laboratorium została wydana za zgodą rektora PWSZ w Chełmie.

Na zlecenie Polskiego Towarzystwa Producentów Dźwigów w 2018 roku wykonałem recenzję podręcznika autorstwa Rafała Jeżowskiego pt.: „Dźwigi hydrauliczne”, która ukazała się na łamach czasopisma Magazyn Dźwig.

W 2020 roku byłem współautorem książki pt.: „Metoda elementów skończonych – przykłady obliczeń numerycznych w programie SOLIDWORKS Simulation”, która została wydana przez Wydawnictwo PWSZ w Chełmie. Również w 2020 roku wydana została książka pt.: „Dźwigi elektryczne. Podstawy budowy, zasada działania” wydana pod patronatem Polskiego Stowarzyszenia Producentów Dźwigów, do której przygotowałem 4 rozdziały.

Od 2016 roku, pracując w Wyższej Szkole Ekonomii i Innowacji w Lublinie (obecnie Akademii WSEI), początkowo na umowę zlecenie, a później na umowę o pracę, prowadzę zajęcia z przedmiotów:

- Metrologia - wykład,
- Mechanika teoretyczna – ćwiczenia,
- Wytrzymałości materiałów – wykład oraz ćwiczenia,
- Automatyka - wykład, ćwiczenia,
- Teoria mechanizmów i maszyn - wykład, ćwiczenia,
- Napędy i sterowanie – wykład, ćwiczenia,
- Metody numerycznej analizy MES – wykład oraz laboratorium,
- Komputerowe wspomaganie projektowania CAD – laboratorium,
- Mechanika płynów – wykład.

Byłem ponadto inicjatorem powstania nowej specjalności: Eksploatacja Urządzeń Transportowo-Dźwigowych, będącej w ofercie dydaktycznej WSEI w Lublinie. Do przedmiotów związanych z nową specjalnością przygotowałem programy nauczania oraz materiały związane z prowadzeniem przedmiotów kierunkowych.

W ramach mojej pracy dydaktycznej w Państwowej Szkole Zawodowej w Chełmie (a od 2022 roku w Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Chełmie) prowadzę zajęcia na I oraz II stopniu z następujących przedmiotów:

- Spajalnictwo – wykład, laboratorium,
- Podstawy Konstrukcji Maszyn – wykład, ćwiczenia, projektowanie,
- Metoda Elementów Skończonych – wykład, ćwiczenia,
- Praca przejściowa – projektowanie,
- Seminarium dyplomowe.

Do wszystkich w/w przedmiotów przygotowałem niezbędne materiały dydaktyczne w formie sylabusów, podręcznika, prezentacji, zadań ćwiczeniowych.

Jako pracownik naukowo-dydaktyczny oraz praktyk z dużym doświadczeniem zawodowym byłem również promotorem **26** prac inżynierskich obronionych w PWSZ w Chełmie, **10** prac magisterskich oraz inżynierskich obronionych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej, które dotyczyły szerokiego spektrum zagadnień projektowania i modelowania części urządzeń transportu bliskiego, urządzeń symulacyjnych oraz wytwarzania części maszyn. W tym obszarze mogę wykazać się również wykonaniem **23** recenzji prac inżynierskich. Obecnie jestem **promotorem pomocniczym** w przewodzie doktorskim mgr inż. Kamila Szydło pt.: „Metoda oceny komfortu użytkowania dźwigów osobowych”, który został wszczęty dnia 16 marca 2016 roku przez Radę Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej.

Trzykrotnie uczestniczyłem w zespołach konkursowych **[B.II.18]**. W projekcie **[B.II.18.1]** pełniłem funkcję członka zespołu konkursowego, a w projektach **[B.II.18.2, B.II.18.3]** pełniłem funkcję członka zespołu opiniującego oraz członka kapituły konkursowej. Wielokrotnie uczestniczyłem w projektach takich jak: INNOTECH, Inżynier gwarancją jakości, MEGAkompetentny inżynier TRANSPORTU/PRODUKCJI wskazanych w części **[B.III.6]** pełniąc rolę zarówno wykonawcy jak i przygotowując materiały dydaktyczne z zakresu wytrzymałości materiałów, rysunku technicznego oraz modelowania 3D.

W latach 2014 ÷ 2020 byłem nieprzerwanie członkiem wydziałowej komisji ds. jakości kształcenia działającej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej.

Obecnie jestem redaktorem działowym w kwartalniku *Obróbka Metalu* (indeksowanego na liście B MNiSW – 5 pkt) oraz recenzentem w *Applied Computer Science* (indeksowanego na liście B MNiSW – 11 pkt), *Advances in Science and Technology Research Journal* (indeksowanego na liście B MNiSW – 10 pkt oraz w bazie JCR), a także w kilku czasopismach zagranicznych wykazanych jako **[B.II.14]**.

Biorę również czynny udział organizowaniu cyklicznych spotkań w Polskim Towarzystwie Spawalniczym oraz w Polskim Towarzystwie Zarządzania Produkcją. Do 2016 roku uczestniczyłem w pracach V Komitetu Programowego działającego przy UDT.

W czasie mojej pracy zawodowej oraz naukowej prowadziłem osobiście prace mające na celu podpisanie obustronnych umów o współpracy między Wydziałem Mechanicznym Politechniki Lubelskiej, a Lubelską Wytwórnią Dźwigów Osobowych LIFT Service S.A. oraz firmą Verano Ryszard Miazga. W rezultacie w/w współpracy oraz współpracy z Katedrą Transportu Linowego Akademii Górniczo-Hutniczej, byłem opiekunem praktyk zawodowych dla studentów Akademii Górniczo-Hutniczej oraz studentów Politechniki Lubelskiej. W ramach tej działalności przygotowywałem programy praktyk, prowadziłem nadzór całościowy (opracowanie programu, miejsca, szkolenia BHP, seminarium) praktyk organizowanych w ramach programów mających na celu zwiększenie kompetencji nauczycieli zawodów technicznych. Organizowałem praktyki dla studentów w ramach wymiany międzynarodowej programu Erasmus organizowanej przez Politechnikę Lubelską przygotowując plan praktyk, nadzór, szkolenia BHP oraz stanowiskowe w języku angielskim.

Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłem w 30 szkoleniach, odbywając przy tym 2 staże naukowe na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej oraz 3 staże naukowe w Katedrze Transportu Linowego Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

7. TABELARYCZNE ZESTAWIENIE OSIĄGNIĘĆ PRZED I PO DOKTORACIE

W tabeli 7.1 zebrane zostały osiągnięcia naukowe, wdrożeniowe oraz popularyzatorskie.

Tabela 7.1. Tabelaryczne zestawienie osiągnięć przed/po doktoracie

L.p.	Według kryterium	Liczba przed doktoratem	Liczba po doktoracie
1	Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR	0	14
2	Publikacje naukowe w czasopiśmie międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujących się w bazach lub na liście JCR	6	41
3	Monografie naukowe, rozdziały w monografiach oraz podręczniki	0	6
4	Konferencje oraz seminaria: <ul style="list-style-type: none"> • Udział w konferencjach oraz seminariach – prezentowane referaty • Udział w pracach gremiów naukowych konferencji 	6	16
		0	11
5	Wynalazki i wzory użytkowe: <ul style="list-style-type: none"> • Wynalazki i wzory użytkowe – prawa udzielone • Wynalazki i wzory użytkowe – zgłoszenia 	2	9
		0	6
6	Pozostałe publikacje branżowe	32	30
7	Kierowanie projektami i udział w projektach realizowanych we współpracy z naukowcami z ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przemysłem: <ul style="list-style-type: none"> • Udział w projektach • Recenzowanie projektów 	0	20
		0	34
8	Ekspertyzy i opinie zleczone	0	27
9	Udział w szkoleniach, kursach i stażach	10	36
10	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	0	6
11	Opieka nad studentami	0	19
12	Członkostwo w krajowych i międzynarodowych organizacjach oraz gremiach naukowych	0	4
13	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	0	14
14	Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową	1	5
15	Wdrożenia przemysłowe	0	~150
16	Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania	0	22,33
17	Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Sciences/Scopus	0	147/120
18	Indeks Hirsha według bazy Web of Sciences/Scopus	0	7/8

Lublin 10.05.2023

Paweł Lonkwić