

**Dr inż. Konrad Laber**

**Załącznik 2A**

Politechnika Częstochowska

Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa

## **AUTOREFERAT**

przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych,  
w szczególności określonych w art. 16 ust. 2 ustawy,  
w języku polskim

Częstochowa, 24.01.2019 r.

## Spis treści

1. Imię i nazwisko .....	2
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe.....	2
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych .....	2
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. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.).....	3
5. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze.....	14
5.1. Działalność prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych .....	14
5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.....	18
6. Działalność dydaktyczna .....	29
7. Działalność organizacyjna.....	32
8. Inne osiągnięcia .....	34

## 1. Imię i nazwisko

Konrad Laber

## 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

- Świadectwo ukończenia II Liceum Ogólnokształcącego im. Heleny Malczewskiej w Zawierciu, Świadectwo nr 31, Zawiercie, dnia **07.06.1996 r.**
- Dyplom ukończenia studiów wyższych magisterskich na kierunku Metalurgia, specjalność: Informatyka w Procesach Produkcyjnych, uzyskany tytuł: magister inżynier, Dyplom nr 3167, Częstochowa, dnia **29.10.2001 r.**  
Temat pracy magisterskiej: „Badanie temperatury i opracowanie technologii walcowania prętów płaskich”, Politechnika Częstochowska, Wydział Metalurgii i Inżynierii Materiałowej<sup>1</sup>.  
Promotor: Prof. dr hab. inż. Henryk Dyja.
- Dyplom ukończenia studiów wyższych magisterskich na kierunku Metalurgia, specjalność: Organizacja i Zarządzanie w Przemśle Metalurgicznym, uzyskany tytuł: magister inżynier, Dyplom nr 3243, Częstochowa, dnia **19.11.2002 r.**  
Temat pracy magisterskiej: „Logistyka zaopatrzenia i dystrybucji na Wydziale Walcowni Huty „Zawiercie” S.A.”, Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej<sup>1</sup>.  
Promotor: Prof. dr hab. inż. Wiesław Waszkielewicz.
- Świadectwo Ukończenia Studium Pedagogicznego, Politechnika Częstochowska, Międzywydziałowe Studium Kształcenia i Doskonalenia Nauczycieli, Częstochowa, dnia **05.01.2006 r.**
- Dyplom uzyskania stopnia naukowego **doktora nauk technicznych** w dyscyplinie: **Metalurgia**. Tytuł rozprawy: „Modelowanie i optymalizacja procesów regulowanego walcowania i kontrolowanego chłodzenia wyrobów walcowni bruzdowych”, Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej<sup>1</sup>, Uchwała Rady Wydziału nr 548/2008, Częstochowa, dnia 15.07.2008 r., Dyplom nr 606, Częstochowa, dnia **31.07.2008 r.**  
Promotor: Prof. dr hab. inż. Andriy Milenin, Politechnika Częstochowska.  
Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Andrzej Nowakowski, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,  
Prof. dr hab. inż. Henryk Dyja, Politechnika Częstochowska.

## 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- **2002 r.-2007 r.** – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej<sup>1</sup>, Instytut Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej, doktorant, stypendium doktoranckie,

---

<sup>1</sup>Od 2014 r. Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

- **01. 10. 2007 r.÷30.09.2008 r.** – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej<sup>1</sup>, Instytut Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej, asystent naukowy, umowa o pracę,
- **01. 10. 2008 r.÷30.09.2009 r.** – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej<sup>1</sup>, Instytut Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej, adiunkt, umowa o pracę,
- **01.11.2009 r.÷31.10.2017 r.** – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów<sup>1</sup>, Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, adiunkt, akt mianowania,
- **01.11.2017 r.÷30.09.2018 r.** – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów, Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, adiunkt, umowa o pracę,
- **01.10.2018 r. ÷do chwili obecnej** – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów, Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, adiunkt, umowa o pracę.

#### **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. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)**

Jako osiągnięcie naukowe po uzyskaniu stopnia doktora, stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny Metalurgia, określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.), stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego wskazuję autorską monografię.

##### **a) Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego**

Monografia habilitacyjna „**Nowe aspekty wytwarzania walcówki ze stali do spęczania na zimno**”.

##### **b) Autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy**

**Konrad Laber: „Nowe aspekty wytwarzania walcówki ze stali do spęczania na zimno”,** Seria: monografie nr 79, Częstochowa 2018, ISBN 978-83-63989-64-4, ISSN 2391-632X, wydana przez Wydawnictwo Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Recenzenci wydawniczy: prof. dr hab. inż. Bogdan Garbarz, Instytut Metalurgii Żelaza w Gliwicach, dr hab. inż. Krzysztof Muszka, prof. AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

---

<sup>1</sup>Od 2014 r. Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

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

Problematyką badawczą dotyczącą poprawy jakości wyrobów walcowanych zajmuję się od początku swojej działalności naukowej, uczestnicząc w pracach badawczych realizowanych w Instytucie Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa na Wydziale Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Prace te związane były zarówno z opracowywaniem nowych technologii walcowania wyrobów długich oraz płaskich, jak również z modyfikacją dotychczas stosowanych technologii produkcji, w celu poprawy własności wyrobów gotowych. W ostatnim okresie prowadzone przeze mnie badania dotyczyły głównie technologii walcowania walcówki ze stali wysokowęglowych oraz ze stali do spęczania na zimno w walcowniach ciągłych wyposażonych w bloki walcownicze oraz systemy umożliwiające prowadzenie przeróbki cieplno-plastycznej.

Obecnie do wytwarzania walcówki budowane są nowoczesne walcownie wyposażone w bloki walcownicze NTM (NO-TWIST MILL – blok bezskrętny) oraz RSM (REDUCING SIZING MILL – kalibrujący blok wykańczający), w których proces walcowania odbywa się w wielu przepustach (nawet 31 przepustów) z dużą prędkością odkształcenia do  $2500\text{ s}^{-1}$ , w temperaturze  $800\div 1100^{\circ}\text{C}$  oraz przy bardzo krótkich czasach przerw pomiędzy końcowymi przepustami, rzędu  $0,045\div 0,015\text{ s}$ . W tak dynamicznych warunkach szczególnie ważną rolę w kształtowaniu mikrostruktury i własności mechanicznych odgrywają precyzyjnie dobrane parametry procesu odkształcania oraz przyspieszonego i kontrolowanego chłodzenia. Parametry te powinny być dostosowane do przerabianego gatunku (czy grupy) stali z uwzględnieniem stopnia przerobu plastycznego oraz wymaganych własności mechanicznych i technologicznych wyrobu gotowego. Prowadzenie badań bezpośrednio w warunkach przemysłowych jest kosztowne i zazwyczaj nie pozwala na optymalizację parametrów procesu walcowania.

Alternatywą dla badań przemysłowych są nowoczesne metody numerycznego i fizycznego modelowania. Jednak z uwagi na dynamikę samego procesu walcowania, a tym samym zjawisk zachodzących w odkształcanym materiale, modelowanie procesu walcowania walcówki jest zagadnieniem skomplikowanym, wymagającym zastosowania odpowiedniej metodyki badawczej oraz weryfikacji w warunkach rzeczywistych.

Jak wynika z literatury technicznej, wielkość produkcji walcówki na świecie w latach 2007÷2016 wyniosła blisko 160 mln ton, co stanowi prawie 11% całkowitej produkcji wyrobów walcowanych na gorąco. W ostatnich latach zużycie walcówki w Polsce wynosiło około 10% zużycia wszystkich wyrobów hutniczych. Zużycie to jest zaspokajane w 85% przez producentów krajowych, natomiast pozostała część pochodzi z importu. **Utrzymanie dominującej pozycji na rynku przez krajowych producentów walcówki będzie możliwe tylko w przypadku ciągłego poszerzania przez nich wytwarzanego asortymentu i podwyższania własności mechanicznych, technologicznych oraz dokładności wymiarowej oferowanych wyrobów.**

Istnieje wiele metod poprawy własności mechanicznych i technologicznych wyrobów stalowych otrzymanywanych metodami przeróbki plastycznej na gorąco. Najczęściej oczekiwany efekt uzyskuje się

poprzez prawidłowy dobór parametrów procesu wytwarzania, chłodzenia, a także właściwie przeprowadzoną obróbkę cieplną. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest ściśle powiązanie wymienionych elementów procesu produkcyjnego. Pozwala to na zmniejszenie zużycia energii i obniżenie kosztów produkcji. Ponadto przeróbka cieplno-plastyczna jest jedyną technologią, która umożliwia jednoczesny wzrost własności plastycznych, wytrzymałościowych oraz odporności na pękanie w obniżonych temperaturach.

Walcówka ze stali niskowęglowej przeznaczona do spęczania na zimno powinna charakteryzować się wysokimi własnościami plastycznymi i poziomą wytrzymałością na rozciąganie spełniającym wymagania ustalone dla wyrobu finalnego. Prawidłowo przeprowadzony proces wytwarzania walcówki do spęczania na zimno powinien gwarantować uzyskanie wyrobu gotowego o własnościach określonych w normach odbiorczych. W przypadku stali przeznaczonych do dalszego kształtowania metodami przeróbki plastycznej na zimno istotnym parametrem jest określana w próbie spęczania zdolność do przeróbki plastycznej na zimno. Jeżeli normy przedmiotowe lub warunki zamówienia nie podają szczegółowych własności, jako minimum należy przyjąć wartości względnego odkształcenia plastycznego 0,5 i wskaźnika wysokości próbki po spęczaniu 50%. Jednak w związku ze stale rosnącymi wymaganiami odbiorców należy dążyć do ciągłej poprawy własności produkowanej walcówki. Należy przy tym pamiętać, że wyprodukowanie walcówki o określonej strukturze i własnościach mechanicznych uwarunkowane jest pozyskiwaniem wysokiej jakości wsadu (wlewków ciągłych), pozbawionego wad i charakteryzującego się równomiernym rozłożeniem węgla oraz dodatków stopowych w jego objętości.

Z przeprowadzonej przeze mnie analizy stosowanej dotychczas w kraju technologii walcowania walcówki ze stali niskowęglowej do spęczania na zimno w gatunku 20MnB4 wynika, że niejednokrotnie otrzymany wyrób nie spełnia wymagań aktualnie obowiązujących norm branżowych w zakresie poziomu i stabilności własności mechanicznych lub spełnia je dla dolnych wartości wymaganego zakresu. Ponadto produkowana walcówka charakteryzuje się niższą jakością w porównaniu z wyrobami oferowanymi przez wiodących producentów światowych. Posiada ona bowiem gruboziarnistą, niejednorodną mikrostrukturę ferrytyczno-perlityczną z wyraźną pasmowością, która charakteryzuje się występowaniem ferrytu i perlitu w postaci na przemian ułożonych pasm. Obserwowana pasmowość mikrostruktury może być spowodowana zbyt wolnym chłodzeniem walcówki i możliwością odwyfundowania węgla na większą odległość, co jest niezbędne do powstania grubych pasm ferrytu. Zmniejszenie pasmowości można osiągnąć poprzez zwiększenie prędkości chłodzenia i skrócenie czasu, w którym może zachodzić dyfuzja węgla. Stale o strukturze pasmowej cechują się dużą anizotropią własności plastycznych, które są gorsze w kierunku poprzecznym do kierunku walcowania. Na podstawie wnikliwej oceny zdolności do dalszej przeróbki plastycznej na zimno wytwarzanej obecnie walcówki ze stali do spęczania na zimno stwierdziłem, że po przekroczeniu odkształcenia względnego 50% w materiale zaczynają pojawiać się rysy oraz głębokie pęknięcia, co dyskwalifikuje go do dalszego przerobu plastycznego na zimno. Przyczyną powstawania tych pęknięć, oprócz parametrów procesu walcowania i chłodzenia, są również wady powierzchniowe powstałe w procesie walcowania i wady pochodzenia metalurgicznego (wtrącenia niemetaliczne – zanieczyszczenia oraz nieciągłości wewnętrzne). Z przeprowadzonej przeze mnie analizy literatury

dotyczącej przede wszystkim wpływu pasmowości mikrostruktury na własności mechaniczne wyrobu gotowego wynika, że zdania autorów co do istotności tego wpływu są podzielone. **Prowadzenie dalszych badań w celu wyjaśnienia wpływu pasmowości mikrostruktury na własności mechaniczne oraz technologiczne walcówki ze stali niskowęglowych przeznaczonych do dalszej przeróbki plastycznej na zimno jest zatem uzasadnione. Również celowe jest określenie właściwej prędkości chłodzenia walcówki ze stali niskowęglowych do spęczania na zimno po procesie walcowania na gorąco.**

W dostępnej literaturze technicznej niewiele jest szczegółowych danych dotyczących technologii walcowania walcówki ze stali do spęczania na zimno w walcowniach walcówki, wyposażonych w nowoczesne bloki walcownicze oraz rozbudowane systemy kontrolowanego chłodzenia. W związku z tym uzasadnione jest prowadzenie badań nad nowymi technologiami walcowania walcówki ze stali przeznaczonych do dalszej przeróbki plastycznej na zimno, które zapewnią otrzymanie wyrobu gotowego o wymaganej mikrostrukturze i własnościach mechanicznych oraz technologicznych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury technicznej oraz dotychczasowych badań własnych związanych z procesem walcowania walcówki sformułowałem następującą tezę naukową pracy:

**Bazując na wsadzie o wysokiej czystości metalurgicznej, poprzez prawidłowo dobrane warunki przeróbki cieplno-plastycznej można otrzymać wysokiej jakości walcówkę ze stali do spęczania na zimno, charakteryzującą się równomierną, drobnoziarnistą mikrostrukturą, bez wyraźnych cech pasmowości oraz o podwyższonej odkształcalności w procesach przeróbki plastycznej na zimno.**

Głównym celem naukowym badań przedstawionych w monografii było określenie parametrów procesu walcowania oraz warunków wieloetapowego kontrolowanego chłodzenia, których spełnienie winno zapewnić uzyskanie wysokojakościowej walcówki ze stali 20MnB4, o równomiernej drobnoziarnistej mikrostrukturze bez wyraźnych cech pasmowości, o podwyższonej odkształcalności na zimno, porównywalnej z wyrobami oferowanymi przez wiodących producentów światowych.

Ważnym osiągnięciem pracy o charakterze aplikacyjnym jest określenie parametrów technologii wytwarzania walcówki w zakresie temperatury pasma oraz prędkości chłodzenia dla konkretnego asortymentu, na podstawie dogłębnej i wieloaspektowej analizy wpływu parametrów procesu walcowania na mikrostrukturę oraz własności badanego materiału.

Istotny wkład pracy habilitacyjnej do nauki w dyscyplinie Metalurgia dotyczy rozwiązania problemu numerycznego i fizycznego modelowania analizowanego procesu walcowania z wykorzystaniem dostępnego na rynku oprogramowania i aparatury badawczej, uwzględniając jej ograniczenia w zakresie stosowanej wartości całkowitego odkształcenia, prędkości odkształcenia oraz czasów przerw pomiędzy kolejnymi odkształceniami.

Dla udowodnienia tezy naukowej oraz zrealizowania celu pracy przeprowadzono numeryczne i fizyczne modelowanie procesu walcowania walcówki, po czym uzyskane wyniki badań modelowych zweryfikowano podczas badań eksperymentalnych w warunkach przemysłowych.

Przedstawione w pracy badania przeprowadzono dla kilku wariantów technologicznych różniących się temperaturą, w której odbywało się walcowanie pasma w bloku RSM (w zakresie 750°C÷990°C) oraz prędkością chłodzenia po procesie walcowania (w zakresie 0,1÷15°C/s). Parametry przeróbki cieplno-plastycznej dla poszczególnych wariantów badań określono na podstawie analizy przemysłowych technologii walcowania walcówki oraz doświadczeń autora.

**Zakres badań podczas numerycznego modelowania procesu walcowania walcówki obejmował:**

- określenie warunków brzegowych procesu walcowania walcówki o średnicach 5,5 i 16,5 mm,
- opracowanie charakterystyki własności reologicznych stali 20MnB4 na podstawie badań plastometrycznych, dobór współczynników funkcji naprężenia uplastyczniającego, stworzenie tabeli z rzeczywistymi danymi badań plastometrycznych i zaimplementowanie otrzymanych wyników do bazy danych komputerowego programu FORGE 2011®,
- analizę rozkładu temperatury, pól intensywności odkształcenia, intensywności prędkości odkształcenia oraz intensywności naprężenia w walcowanym paśmie.
- analizę parametrów energetyczno-siłowych dla rozpatrywanych wariantów procesu walcowania walcówki,
- opracowanie rzeczywistego wykresu OCTPc badanego gatunku stali i jego implementację do bazy danych komputerowego programu QTSteel®,
- analizę rozwoju mikrostruktury badanej stali dla rozpatrywanych wariantów procesu walcowania walcówki,
- określenie wpływu parametrów procesu walcowania na wybrane własności mechaniczne badanej stali.

**Podczas fizycznego modelowania procesu walcowania przeprowadzono:**

- fizyczne symulacje procesu na podstawie opracowanej metodyki z wykorzystaniem symulatora GLEEBLE 3800,
- analizę wpływu warunków odkształcania na zmiany naprężenia uplastyczniającego badanej stali,
- analizę metalograficzną w celu określenia wpływu warunków odkształcania i kontrolowanego chłodzenia na mikrostrukturę badanej stali,
- badania twardości i wybranych własności mechanicznych stali 20MnB4 dla analizowanych warunków procesu odkształcania i kontrolowanego chłodzenia.

**W celu zweryfikowania wyników badań teoretycznych i doświadczalnych w warunkach przemysłowych wykonano:**

- badania rozkładu temperatury pasma podczas rzeczywistego procesu walcowania walcówki,
- badania metalograficzne, w których określono wpływ parametrów procesu walcowania i kontrolowanego chłodzenia na mikrostrukturę gotowego wyrobu,
- analizę wpływu zastosowanej przeróbki cieplno-plastycznej na wybrane własności mechaniczne oraz technologiczne otrzymanej walcówki,

- analizę wpływu temperatury walcowanego pasma na parametry energetyczno-siłowe procesu walcowania walcówki,
- badania dokładności wymiarowej walcówki.

Na podstawie analizy zapotrzebowania rynku wyrobów stalowych do badań wytypowano walcówkę ze stali niskowęglowej w gatunku 20MnB4 wg PN-EN 10263-4:2004, o średnicach 5,5 oraz 16,5 mm. Gatunek ten jest szeroko stosowany w przemyśle budowlanym w postaci nitów, wkrętów, nakrętek czy śrub. Wyroby walcowane z tej stali powinny cechować się jednolitą mikrostrukturą i stałymi (tzn. o małej zmienności na długości wyrobu gotowego) własnościami mechanicznymi, jak również wysoką jakością powierzchni i małymi tolerancjami wymiarowymi oraz dobrą podatnością do kształtowania w dalszej przeróbce plastycznej na zimno (głębokotłocznością). Stal ta powinna być łatwo spawalna i zgrzewalna (podstawowy sposób łączenia) oraz powinna zapewniać tanie wytwarzanie wyrobów o złożonych kształtach (bez pęknięć, przewężeń, pofałdowań).

Przedstawione w pracy badania przeprowadzono dla całego przykładowego procesu technologicznego walcowania walcówki w warunkach przemysłowych. Materiałem wejściowym do procesu walcowania walcówki były pręty okrągłe gładkie, wytwarzane w walcowni ciągłej średniej, z kęsów pochodzących z procesu ciągłego odlewania stali.

W ramach badań teoretycznych wykonano numeryczne modelowanie procesu walcowania walcówki z wykorzystaniem komputerowego programu FORGE 2011®, bazującego na metodzie elementów skończonych. Określono warunki brzegowe oraz własności reologiczne stali 20MnB4 z implementacją otrzymanych wyników do bazy danych programu FORGE 2011®. Wyznaczono rozkłady temperatury, pola intensywności odkształcenia, intensywności prędkości odkształcenia oraz intensywności naprężenia w walcowanym paśmie, a także parametry energetyczno-siłowe dla rozpatrywanych wariantów procesu walcowania walcówki. Wyznaczone parametry odkształcenia zastosowano jako dane wejściowe do numerycznego modelowania analizowanego procesu z wykorzystaniem programu QSteel® oraz do fizycznych symulacji z wykorzystaniem symulatora procesów metalurgicznych GLEEBLE 3800.

Na podstawie analizy przemysłowych technologii walcowania walcówki w nowoczesnych walcowniach stwierdzono, że proces ten charakteryzuje się szerokim zakresem zmian parametrów odkształcenia oraz temperatury. Sumaryczne odkształcenie rzeczywiste w blokach NTM osiąga wartość około 5,6, natomiast w przypadku bloków RSM wynosi ono około 1,2. Z kolei prędkość odkształcenia może osiągać wartości rzędu  $2500 \text{ s}^{-1}$ . Zakres temperaturowy, w zależności od gatunku stali oraz żądanych własności mechanicznych, mieści się w przedziale od około  $700^\circ\text{C}$  do około  $1200^\circ\text{C}$ . Poprawne określenie własności reologicznych w przypadku tak dynamicznych procesów, w tak szerokim zakresie temperatury, z wykorzystaniem dostępnej na rynku aparatury badawczej jest zagadnieniem skomplikowanym. Główny problem jest związany z ograniczeniem maksymalnej wartości prędkości odkształcenia, którą oferuje dostępna aparatura badawcza. Badania plastometryczne stali 20MnB4 w celu określenia jej własności reologicznych (wyznaczenia współczynników funkcji naprężenia uplastyczniającego oraz utworzenia tabeli z rzeczywistymi danymi badań plastometrycznych) przeprowadzono w próbach jednoosiowego ściskania z zastosowaniem

symulatora GLEEBLE 3800 oraz w próbach skręcania z zastosowaniem plastometru skrętnego STD 812, w Instytucie Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa Politechniki Częstochowskiej. W badaniach tych uwzględniono wyniki prac, w których przedstawiono szczegółową analizę wpływu parametrów odkształcenia (wartości i prędkości odkształcenia, temperatury, kierunku zadawania odkształcenia oraz schematu obciążenia) na zmiany wartości naprężenia uplastyczniającego, podczas odkształcania z dużymi prędkościami różnych gatunków stali. Z badań tych wynika, że istnieje pewna graniczna wartość prędkości odkształcenia (zależna od składu chemicznego stali i możliwa do osiągnięcia w symulatorze GLEEBLE 3800), po przekroczeniu której naprężenie uplastyczniające badanego materiału nie wykazuje istotnych zmian. Zjawisko to uwzględniono zarówno podczas definiowania własności reologicznych badanego gatunku stali, jak i podczas fizycznego modelowania analizowanego procesu z zastosowaniem symulatora GLEEBLE 3800.

Następnie przeprowadzono badania modelowe nad zmianami mikrostruktury oraz własności mechanicznych badanego gatunku stali przy zastosowaniu programu QTSteel®. Opracowano rzeczywisty wykres OCTPc stali 20MnB4 i zaimplementowano go do bazy danych komputerowego programu QTSteel®. W wyniku modelowania określono udziały poszczególnych faz (ferrytu oraz perlitu) w strukturze walcówki, a także wybrane własności mechaniczne wyrobu gotowego w zależności od zastosowanych parametrów przeróbki cieplno-plastycznej. Stwierdzono, że chłodzenie badanego gatunku stali z prędkością w zakresie od 0,1 do 15°C/s zapewnia powstanie w niej mikrostruktury ferrytyczno-perlitycznej. Zwiększenie prędkości chłodzenia skutkuje powstaniem struktur bainitycznych, bainityczno-martensytycznych oraz martensytycznych, co powoduje pogorszenie zdolności badanej stali do dalszego odkształcania na zimno lub w skrajnych przypadkach uniemożliwia ją. Optymalny zakres prędkości chłodzenia stali 20MnB4 po procesie walcowania wynosi od 5 do 15°C/s. Na podstawie analizy wyników numerycznego modelowania rozwoju mikrostruktury stwierdzono, że w badanym zakresie temperatury (750÷990°C) oraz prędkości chłodzenia (0,1÷15°C/s) otrzymana walcówka posiadała strukturę ferrytyczno-perlityczną. Udział procentowy poszczególnych składników mikrostruktury uzależniony był od temperatury walcowanego pasma oraz prędkości kontrolowanego chłodzenia po procesie walcowania. Dla walcówki o średnicy 5,5 mm udziały procentowe poszczególnych składników mikrostruktury w badanym zakresie temperatury i prędkości chłodzenia kształtowały się podobnie – w strukturze przeważał ferryt, którego udziały wahały się w granicach od około 65% do około 95%. Procentowe udziały perlitu mieściły się w granicach od około 6% do 35%. W przypadku walcowania walcówki o średnicy 16,5 mm zaobserwowano większe zróżnicowanie udziałów poszczególnych faz, w zależności od temperatury i prędkości jej chłodzenia. Podczas wolnego chłodzenia dominującą fazą był również ferryt, ale wraz ze wzrostem prędkości chłodzenia jego udział procentowy zmniejszał się bardziej, niż w przypadku walcówki o średnicy 5,5 mm. Również w przypadku perlitu obserwowano szybszy wzrost jego udziału wraz ze wzrostem prędkości chłodzenia walcówki. Bezpośrednią przyczyną różnych proporcji ferrytu i perlitu w walcówkach o średnicy 5,5 mm i 16,5 mm, jest większy rozmiar ziarna austenitu w walcówce o średnicy 16,5 mm. Ponadto przyczyną większego zróżnicowania udziałów poszczególnych faz w zależności od temperatury i prędkości chłodzenia w przypadku walcówki o średnicy 16,5 mm może być 9-krotnie mniejszy stopień przerobu plastycznego niż walcówki

o średnicy 5,5 mm oraz inne warunki wymiany ciepła, spowodowane większym przekrojem poprzecznym.

W przypadku walcówki o średnicy 5,5 mm stwierdzono wzrost twardości, umownej granicy plastyczności, wytrzymałości na rozciąganie oraz zapasu plastyczności wraz ze zwiększaniem prędkości chłodzenia pasma po walcowaniu. Również poprzez obniżenie temperatury walcowanego pasma ze stali 20MnB4 w bloku RSM można wpłynąć na wzrost analizowanych własności. Podobny wzrost analizowanych własności wraz ze zwiększaniem prędkości chłodzenia po walcowaniu stwierdzono dla walcówki o średnicy 16,5 mm. W tym przypadku wystąpił również wzrost twardości, umownej granicy plastyczności, wytrzymałości na rozciąganie oraz zapasu plastyczności po obniżeniu temperatury walcowanego pasma w bloku RSM. Po procesie walcowania pasma w temperaturze 770°C i chłodzeniu z prędkościami 10 i 15°C/s walcówka o średnicy 16,5 mm charakteryzowała się niewielkim spadkiem analizowanych własności w stosunku do takich samych warunków chłodzenia po walcowaniu w temperaturze 820°C. Mogło to być efektem odkształcania w zakresie dwufazowym. W mikrostrukturze stali 20MnB4 odkształconej w tych warunkach występowały niezrekrytalizowane ziarna ferrytu (ferryt odkształcany) oraz drobne ziarna ferrytu powstałe z odkształconego i zrekrystalizowanego austenitu. W przypadku walcowania walcówki o średnicy 5,5 mm nie zaobserwowano spadku analizowanych własności podczas odkształcania badanej stali w zakresie dwufazowym, co można tłumaczyć jej 9-krotnie większym stopniem przerobu plastycznego, w stosunku do walcówki o średnicy 16,5 mm.

W ramach badań doświadczalnych przeprowadzono fizyczne modelowanie procesu walcowania walcówki z wykorzystaniem symulatora procesów metalurgicznych GLEEBLE 3800. Podczas fizycznego modelowania procesu wytwarzania walcówki wykorzystano doświadczenie zdobyte podczas realizacji wcześniejszych badań związanych z fizycznym modelowaniem rzeczywistych procesów przeróbki plastycznej. Z materiału po fizycznej symulacji procesu walcowania wykonane zostały próbki do przeprowadzenia badań mikrostruktury oraz wybranych własności mechanicznych. Określono wpływ warunków odkształcenia na wartość naprężenia uplastyczniającego, mikrostrukturę oraz wybrane własności mechaniczne stali 20MnB4 w zależności od warunków procesu odkształcania i kontrolowanego chłodzenia. **Stwierdzono, że wartości naprężeń uzyskane podczas fizycznego modelowania procesu walcowania walcówki są zbliżone do wyników uzyskanych podczas modelowania numerycznego. Świadczy to o prawidłowo wyznaczonych własnościach reologicznych badanej stali, wykorzystywanych podczas badań numerycznych, oraz o tym, że po przekroczeniu pewnej wartości prędkości odkształcenia (dla badanej stali 250 s<sup>-1</sup>) wartość naprężenia uplastyczniającego nie zmienia się znacząco.**

Dobierając odpowiednio temperaturę, w której odkształcano badany materiał, oraz prędkość jego chłodzenia po odkształceniu można uzyskać jednorodną drobnoziarnistą mikrostrukturę bez wyraźnej pasmowości, która zapewnia uzyskanie wymaganych własności mechanicznych i technologicznych.

W przypadku fizycznego modelowania procesu walcowania walcówki o średnicy 5,5 mm stwierdzono, że najkorzystniejszymi wariantami technologicznymi, zapewniającymi otrzymanie mikrostruktury bez wyraźnych cech pasmowości, o równomiernej wielkości ziarna ferrytu są dwa warianty technologiczne, w których odkształcenie odbywało się w temperaturze 850°C, a prędkość

chłodzenia po odkształceniu wynosiła odpowiednio 5 i 10°C/s. Prowadzenie procesu walcowania zgodnie z tymi wariantami zapewnia uzyskanie przez wyrób wysokich własności mechanicznych – wyższych w stosunku do własności obecnie produkowanej walcówki o średnicy 5,5 mm. Ponadto skutkiem walcowania stali 20MnB4 w wyższej temperaturze (850°C) niż obecnie stosowana (800°C) będzie mniejsze zużycie walców oraz obniżenie bezpośrednich kosztów produkcji (mniejsze zużycie energii oraz czynnika chłodzącego). Z kolei na podstawie wyników fizycznego modelowania procesu walcowania walcówki o średnicy 16,5 mm można stwierdzić, że najkorzystniejszym wariantem technologicznym jest wariant, w którym odkształcenie odbywało się w temperaturze 860°C, a prędkość chłodzenia po odkształceniu wynosiła 5°C/s. Odkształcenie i chłodzenie w warunkach odpowiadających temu wariantowi technologicznemu zapewnia otrzymanie materiału o równomiernej mikrostrukturze, o mniejszym ziarnie ferrytu w stosunku do obecnie produkowanej walcówki o średnicy 16,5 mm. Własności mechaniczne były porównywalne do własności obecnie wytwarzanej walcówki w skali przemysłowej.

W celu oceny zdolności badanego gatunku stali do dalszej przeróbki plastycznej na zimno próbki po fizycznym modelowaniu procesów walcowania walcówki o średnicy 5,5 mm i 16,5 mm poddano próbie spęczania, zgodnie z normą PN-83/H-04411 oraz ocenie jakości powierzchni. Na podstawie otrzymanych wyników badań nie stwierdzono występowania na powierzchni bocznej badanych próbek rys, pęknięć oraz innego rodzaju wad powierzchniowych, nawet po względnym odkształceniu plastycznym 75% (wskaźnik wysokości próbki po spęczaniu 0,25).

Zastosowane w pracy parametry przeróbki cieplno-plastycznej, zarówno w przypadku walcówki o średnicy 5,5 mm, jak i 16,5 mm, zapewniają uzyskanie wymaganej wartości zapasu plastyczności, niezależnie od temperatury pasma w bloku RSM i zastosowanej prędkości chłodzenia po walcowaniu. Zastosowanie zbliżonych parametrów przeróbki cieplno-plastycznej w dotychczas stosowanej technologii walcowania walcówki ze stali do spęczania na zimno powodowało, że uzyskany wyrób nie zawsze spełniał wymagania aktualnie obowiązujących norm branżowych lub spełniał je w minimalnym zakresie. **Stwierdzono, że oprócz prawidłowo dobranych warunków przeróbki cieplno-plastycznej ważną rolę odgrywa czystość metalurgiczna wsadu do procesu walcowania, który powinien być pozbawiony wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń czy nieciągłości.**

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że po odkształcaniu badanego gatunku stali w zakresie dwufazowym ( $\gamma+\alpha$ ) w walcówce występuje wyraźna pasmowość mikrostruktury, praktycznie dla całego zastosowanego zakresu prędkości chłodzenia po odkształceniu. Pasmowość ta charakteryzuje się występowaniem ferrytu i perlitu w postaci na przemian ułożonych pasm. Pasmowa mikrostruktura stali powoduje obniżenie własności technologicznych walcówki.

Ważnym elementem pracy jest weryfikacja przemysłowa otrzymanych wyników badań modelowania numerycznego i fizycznego. Badania przemysłowe obejmowały analizę rozkładu temperatury pasma podczas rzeczywistego procesu walcowania walcówki oraz analizy metalograficzne, w których określono wpływ parametrów procesu walcowania i kontrolowanego chłodzenia na mikrostrukturę wyrobu gotowego. Przeprowadzono analizę wpływu zastosowanej

przeróbki cieplno-plastycznej na wybrane własności mechaniczne oraz technologiczne otrzymanej walcówki oraz pomiary kształtu i dokładności wymiarowej wyrobu gotowego. Zbadano wpływ temperatury walcowanego pasma na parametry energetyczno-siłowe procesu walcowania walcówki. **Określono parametry technologiczne procesu kontrolowanego chłodzenia (wielkość przepływu i ciśnienie czynnika chłodzącego, prędkość nadmuchu powietrza na transporterze rolkowym) w typowych urządzeniach wiodących producentów światowych instalowanych w nowoczesnych walcowniach walcówki.**

Wyniki uzyskane w trakcie weryfikacji przemysłowej z dużą dokładnością odpowiadały wynikom uzyskanym podczas numerycznego i fizycznego modelowania analizowanego procesu walcowania walcówki w zakresie wartości temperatury, analizowanych parametrów energetyczno-siłowych, mikrostruktury oraz własności mechanicznych. Potwierdza to prawidłowe zdefiniowanie warunków początkowych oraz brzegowych podczas modelowania numerycznego, szczególnie własności reologicznych badanej stali, warunków tarcia oraz współczynników wymiany ciepła. Wysoka zgodność wymienionych parametrów świadczy również o obniżonym wpływie prędkości odkształcenia (po przekroczeniu pewnej granicznej wartości) na wartość naprężenia uplastyczniającego stali 20MnB4, które z kolei wpływa na efekt cieplny odkształcenia plastycznego, parametry energetyczno-siłowe, mikrostrukturę i własności mechaniczne. **Opracowana metodyka modelowania procesu walcowania walcówki z dużą dokładnością odwzorowuje rzeczywisty proces technologiczny oraz zmiany zachodzące w mikrostrukturze odkształcanego materiału.**

## Podsumowanie

O rozwoju i upowszechnieniu nowych technologii decyduje szybkość wdrożenia wyników obliczeń teoretycznych i badań w skali laboratoryjnej w warunkach przemysłowych. Badania przemysłowe stanowią ostatni, ale z reguły bardzo kosztowny element procesu wdrożeniowego, ze względu na zaangażowanie znacznych środków produkcji, siły roboczej, zużycie materiałów i mediów. Koszty wdrażania nowych technologii można znacznie obniżyć, a sam proces uprościć i przyspieszyć, stosując nowoczesne metody modelowania matematycznego i fizycznego. **Wykorzystując wspomniane metody badawcze, w pracy określono warunki przeróbki cieplno-plastycznej walcówki ze stali przeznaczonej do spęczania na zimno w gatunku 20MnB4, które gwarantują otrzymanie wyrobu gotowego o własnościach znacznie przewyższających minimalne wymagania aktualnie obowiązujących norm odbiorczych.**

Udowodniono postawioną w pracy tezę naukową wykazując, że dysponując wsadem do procesu walcowania o wysokiej czystości metalurgicznej, można przez prawidłowo określone warunki przeróbki cieplno-plastycznej otrzymać wysokojakościową walcówkę ze stali do spęczania na zimno, cechującą się równomierną oraz drobnoziarnistą mikrostrukturą, pozbawioną wyraźnych cech pasmowości, o podwyższonej zdolności do dalszego odkształcania na zimno.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że w przypadku walcówki o średnicy 5,5 mm optymalną temperaturą pasma przed odkształceniem w bloku wykańczającym RSM walcowni walcówki jest temperatura około 850°C. Najlepszym wariantem chłodzenia okazał się wariant, w którym prędkość chłodzenia wynosiła 10°C/s. Takie parametry przeróbki cieplno-plastycznej

zapewniają otrzymanie wyrobu finalnego o korzystnym kompleksie własności mechanicznych i technologicznych oraz drobnoziarnistej, równomiernej mikrostrukturze, pozbawionej wyraźnej pasmowości. Średni rozmiar ziarna ferrytu na przekroju poprzecznym tak wyprodukowanej walcówki jest o około 62% mniejszy niż walcówki produkowanej według dotychczasowej technologii. Własności wytrzymałościowe otrzymanej w tych warunkach walcówki przewyższają własności dotychczas produkowanej walcówki. Umowna granica plastyczności jest większa o około 15%, natomiast wytrzymałość na rozciąganie o około 6%. Wydłużenie względne tak wyprodukowanej walcówki przewyższa o około 46% wartość wydłużenia względnego obecnie wytwarzanej walcówki. Otrzymana walcówka posiada minimalnie mniejszą (poniżej 4%) wartość względnego przewężenia w porównaniu do dotychczas produkowanej walcówki, jednak nie wpływa to negatywnie na zdolność do odkształcania na zimno badanego gatunku stali. Zapas plastyczności jest o około 9% większy niż dla dotychczas produkowanej walcówki o średnicy 5,5 mm. Przekracza on nieznacznie wartość 0,7, jednak nie wpływa to niekorzystnie na zdolność badanej walcówki do dalszej przeróbki plastycznej na zimno, co potwierdziły próby spęczania na zimno z względnym odkształceniem plastycznym 75%. Własności technologiczne otrzymanej w tych warunkach walcówki, a także wartości całkowitego kąta odkształcenia postaciowego oraz całkowitego wzdłużnego odkształcenia rzeczywistego są większe niż w przypadku dotychczas produkowanej walcówki, odpowiednio: liczba skręceń o około 11%, liczba przegięć o 17%, całkowity kąt odkształcenia postaciowego o około 3% oraz całkowite wzdłużne odkształcenie rzeczywiste o około 9%. Ponadto podwyższenie dotychczas stosowanej temperatury pasma ze stali 20MnB4 walcowanego w bloku RSM z 800°C do 850°C wpływa bezpośrednio na obniżenie sumarycznego momentu walcowania o około 8% oraz całkowitej mocy walcowania o około 7%. To powinno wpłynąć na mniejsze zużywanie się wykrojów oraz na obniżenie całkowitych kosztów produkcji. Otrzymany w nowych warunkach technologicznych produkt spełnia również wymagania aktualnie obowiązujących norm pod względem dokładności wymiarowej.

**W przypadku wytwarzania walcówki o średnicy 16,5 mm z badanej stali najkorzystniejszym wariantem technologicznym był wariant, w którym walcowanie pasma w bloku RSM odbywało się w temperaturze 860°C, natomiast prędkość chłodzenia po walcowaniu była równa 5°C/s. Takie parametry przeróbki cieplno-plastycznej zapewniają uzyskanie wymaganej wartości umownej granicy plastyczności, wytrzymałości na rozciąganie oraz zapasu plastyczności. Ponadto ukształtowana w tych warunkach walcówka charakteryzowała się równomierną mikrostrukturą ferrytyczno-perlityczną bez wyraźnych cech pasmowości, o mniejszym o około 33% ziarnie ferrytu niż walcówka produkowana dotychczas. Takie parametry przeróbki cieplno-plastycznej zapewniają możliwość spęczania badanego gatunku stali, aż do uzyskania wskaźnika wysokości próbki po spęczaniu równego  $\frac{1}{4}$  lub bezwzględnego odkształcenia plastycznego wynoszącego 75%, bez naruszenia spójności materiału. Odkształcenie walcówki o średnicy 16,5 mm z badanej stali w bloku RSM w temperaturze 860°C jest również najbardziej korzystne ze względu na mniejsze wartości parametrów energetyczno-siłowych.**

**Zaproponowane w monografii parametry przeróbki cieplno-plastycznej walcówki ze stali 20MnB4 o średnicach 5,5 mm i 16,5 mm zapewniają otrzymanie wyrobu gotowego o mikrostrukturze oraz własnościach porównywalnych z wyrobami oferowanymi przez wiodących producentów światowych.**

Zrealizowany przeze mnie obszerny program badań oraz otrzymane wyniki mają dużą wartość aplikacyjną i mogą być wykorzystane do modyfikacji istniejących lub projektowania nowych technologii walcowania walcówki ze stali niskowęglowych, przeznaczonych do dalszej przeróbki plastycznej na zimno. Na podstawie otrzymanych wyników badań można zaprojektować proces walcowania, w którym można otrzymać odpowiednią mikrostrukturę i wymagane własności mechaniczne i technologiczne. Jak wykazałem, można to osiągnąć poprzez odpowiednio dobraną temperaturę końca procesu walcowania i dokładnie określone prędkości chłodzenia po procesie odkształcania, uwzględniając możliwości konkretnej walcowni (moc silników) i zdolność urządzeń chłodzących do przyspieszonego kontrolowanego chłodzenia pasma, zarówno w ciągu walcowniczym, jak i na transporterze rolkowym z zastosowaniem nadmuchu powietrza.

## **5. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze**

### **5.1. Działalność prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych**

W 1996 r. ukończyłem naukę w II Liceum Ogólnokształcącym im. Heleny Malczewskiej w Zawierciu. W tym samym roku rozpocząłem studia wyższe w Politechnice Częstochowskiej, na ówczesnym Wydziale Metalurgii i Inżynierii Materiałowej (obecnie Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów), na kierunku Metalurgia i specjalności Informatyka w Procesach Produkcyjnych. **Na podstawie umowy o stypendium fundowane, zawartej z Hutą Zawiercie S.A. (obecnie CMC Poland Sp. z o.o.), od 1999 r. przez okres dwóch lat byłem stypendystą Huty.** W 2001 roku obroniłem z wynikiem bardzo dobrym pracę magisterską pt.: „Badanie temperatury i opracowanie technologii walcowania prętów płaskich”, uzyskując tytuł magistra inżyniera. W latach 1997+2002 odbyłem również studia na drugiej specjalności Organizacja i Zarządzanie w Przemśle Metalurgicznym. W 2002 roku obroniłem z wynikiem bardzo dobrym pracę magisterską pt.: „Logistyka zaopatrzenia i dystrybucji na Wydziale Walcowni Huty „Zawiercie” S.A.”, uzyskując kolejny tytuł magistra inżyniera. Obie prace magisterskie zostały wykonane dla warunków technologicznych obecnej huty CMC Poland Sp. z o.o.

**Zdobyta podczas studiów wiedza została wzbogacona praktykami zawodowymi oraz stażem przemysłowym odbytym na Wydziale Walcowni Prętów huty CMC Poland Sp. z o.o.**

W 2002 roku rozpocząłem Studia Doktoranckie na ówczesnym Wydziale Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej Politechniki Częstochowskiej (obecnie Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów), w Instytucie Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej (obecnie Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa). Moim opiekunem naukowym był prof. dr hab. inż. Henryk Dyja a następnie prof. dr hab. inż. Andriy Milenin.

**W wyniku odbytych w dniach 14+16.05.2003 r. oraz 04+06.06.2003 r. rozmów kwalifikacyjnych oraz pozytywnie zdanych testów obliczeniowych i projektowych w firmie DWU Engineering Polska Sp. z o.o. we Wrocławiu, jako jedna z ośmiu osób z całej Polski otrzymałem propozycję dwuletniego**

stażu (w ramach tzw. Szkoły Projektowej) na stanowisku asystenta projektanta w jednym z największych Koncernów Metalurgicznych – firmie DANIELI WEAN UNITED, Buttrio (Ud) Włochy, który jest światowym liderem w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych dla przemysłu metalurgicznego. Staż miał się odbyć w oddziale Danieli & C. Officine Meccaniche S.p.A. Pradamano (Udine) we Włoszech. W związku z tym, że priorytetem dla mnie była i jest kariera naukowa, nie chcąc przerywać badań do pracy doktorskiej przez tak długi okres czasu, nie skorzystałem z oferty pracy w firmie DANIELI WEAN UNITED.

Podczas studiów doktoranckich brałem aktywny udział w badaniach i pracach Instytutu Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej związanych głównie z procesami walcowania wyrobów długich oraz płaskich, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu przeróbki cieplno-plastycznej na mikrostrukturę oraz własności wyrobów gotowych. **Od początku działalności naukowo-badawczej zdecydowana większość moich badań ukierunkowana była i jest na możliwość bezpośredniego wykorzystania ich wyników w warunkach przemysłowych, czego efektem były wdrożenia (szczegóły załącznik nr 3).**

W latach 2004-2007 byłem głównym wykonawcą badań pracy naukowej **BW-201-209/2004** pt.: „Matematyczny model systemu sterowania procesem kontrolowanego chłodzenia wyrobów walcowni bruzdowych”. **Efektom tych badań była rozprawa doktorska pt.: „Modelowanie i optymalizacja procesów regulowanego walcowania i kontrolowanego chłodzenia wyrobów walcowni bruzdowych”, której publiczna obrona odbyła się w dniu 15.07.2008 r. Przedstawione w pracy badania zostały zrealizowane w ramach współpracy dla warunków technologicznych obecnej huty CMC Poland Sp. z o.o. i zakończyły się one wdrożeniem.** Głównym celem pracy było opracowanie metodyki optymalizacji procesu walcowania normalizującego w warunkach walcowni ciągłej prętów, bez zmiany stosowanego układu wykrojów, na podstawie badań numerycznych i fizycznego modelowania. Udowodniłem, że nie zmieniając dotychczasowego układu wykrojów w procesie walcowania ciągłego prętów można spełnić warunki walcowania normalizującego, poprzez wprowadzenie przyspieszonego chłodzenia pasma w końcowej fazie procesu walcowania, co zapewni uzyskanie rozdrobnionej mikrostruktury i poprawę własności mechanicznych prętów po walcowaniu, w stosunku do wytwarzanych w sposób konwencjonalny. Na podstawie przeprowadzonych badań opracowałem teoretyczno-doświadczalną metodykę optymalizacji parametrów procesów regulowanego walcowania oraz kontrolowanego chłodzenia dla wybranego asortymentu walcowni bruzdowych, w celu uzyskania żądanych własności mechanicznych wyrobu gotowego. Przedstawione w pracy wyniki badań teoretycznych oraz doświadczalnych stanowiły podstawę do opracowania technologii procesu walcowania normalizującego prętów okrągłych gładkich w skali przemysłowej. Opracowana metodyka optymalizacji procesów regulowanego walcowania i kontrolowanego chłodzenia pozwala na zmniejszenie kosztów wdrażania technologii wytwarzania nowego asortymentu prętów w walcowniach bruzdowych, w wyniku możliwości znacznego ograniczenia prób przemysłowych.

Podczas studiów doktoranckich brałem również aktywny udział w badaniach statutowych Instytutu Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej **BS-201-301/07**, pt.: „Matematyczne i fizyczne modelowanie oraz optymalizacja i automatyzacja procesów przeróbki

plastycznej”. Ponadto uczestniczyłem w realizacji **3 projektów badawczych** finansowanych przez KBN i MNiSW :

1. **Projekt badawczy Nr 3 T08B 027 29** pt.: „Modelowanie i optymalizacja stanu cieplnego i mechanicznego we wlewkach ciągłych celem zmniejszenia powstawania pęknięć podczas ich odlewania”, kierownik pracy prof. dr hab. inż. Henryk Dyja, okres realizacji: 2005+2008, wykonawca.

Celem projektu było opracowanie metody prognozowania i optymalizacji stanu naprężeń i odkształceń stali w maszynie do ciągłego odlewania stali (COS), powodujących wzdłużne i poprzeczne pęknięcia zewnętrzne podczas ciągłego odlewania wlewków, z uwzględnieniem obciążeń termicznych, odkształcenia metalu przez urządzenie oraz procesów relaksacji naprężeń oraz opracowanie oprogramowania pozwalającego na optymalizację całego procesu. W pracy przedstawiono wyniki modelowania fizycznego oraz matematycznego wlewka ciągłego w maszynie COS. Rozpatrzono problem modelowania za pomocą metody elementów skończonych (MES) stanu naprężeń i odkształceń w stali podczas ciągłego odlewania w maszynie typu łukowego. Model matematyczny oparto o teorię dyslokacji, pozwalającej uwzględnić historię zmiany stanu naprężeń i odkształceń a następnie zweryfikowano na podstawie modelowania fizycznego z zastosowaniem symulatora GLEEBLE 3800. Model ten uwzględnia procesy powstawania i relaksacji naprężeń termicznych. Do przeprowadzenia symulacji wykorzystano opracowany program komputerowy oparty o metodę elementów skończonych. Warunki badań dobrano na podstawie rzeczywistych danych pobranych z jednej z hut. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że opracowany w pracy model matematyczny może być wykorzystywany dla różnych warunków pracy urządzenia do COS. Wykorzystując ten model można analizować i optymalizować warunki odlewania wlewków ciągłych, pod kątem zmniejszenia prawdopodobieństwa powstawania w nich pęknięć.

2. **Projekt Celowy Nr 6 T08 2004C/06526** pt.: „Opracowanie i wdrożenie numerycznych modeli walcowania normalizującego blach grubych na podstawie doświadczeń technologicznych huty oraz wyników symulujących i eksperymentalnych do systemu sterowania procesem walcowania”, kierownik pracy prof. dr hab. inż. Henryk Dyja, okres realizacji: 2005+2007, wykonawca, zakończony wdrożeniem.

W ramach projektu opracowano i wdrożono w Walcowni Blach Grubych ISD Huty Częstochowa Sp. z o.o. technologię walcowania normalizującego blach grubych. W technologii tej zaproponowano walcowanie według ściśle dobranych parametrów (temperatura, wielkość i szybkość odkształceń w poszczególnych przepustach). Zastosowanie nowej technologii walcowania blach spowodowało obniżenie kosztów związanych z produkcją blach i pozwoliło na rozszerzenie asortymentu wyrobów produkowanych przez WBG ISD Huty Częstochowa Sp. z o.o. Opracowana technologia została włączona do systemu sterowania procesem walcowania blach.

3. **Projekt Celowy MNiSW Nr 6 ZR9 2006 C/06753** pt.: „Uruchomienie nowego sposobu walcowania prętów z wlewków ciągłych kwadratowych o boku 150 mm oraz produkcji walcówki o średnicy 13,0÷14,5 mm i nowego asortymentu prętów normalizowanych w ciągu walcowniczym”, projekt finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, kierownik pracy prof. dr hab. inż. Henryk Dyja, okres realizacji: 2006÷2009, **wykonawca, zakończony wdrożeniem.**

W ramach projektu opracowano i wdrożono nową technologię walcowania ciągłego prętów okrągłych o średnicach od 12 do 15 mm, prętów żebrowanych o średnicy 8 mm produkowanych w technologii czterożyłowej, prętów kwadratowych o wymiarach od 10 do 14 mm oraz prętów płaskich o zakresie wymiarowym od 25×5 mm do 35×20 mm. W wyniku realizacji projektu w oddziale walcowni walcówki uruchomiono produkcję nie produkowanej dotychczas walcówki o średnicach od 13,0 do 14,5 mm, przeznaczonej do dalszego przerobu plastycznego na zimno. Uruchomienie produkcji nowych asortymentów prętów okrągłych i płaskich normalizowanych w ciągu walcowniczym wpłynęło na powiększenie zakresu usług i produktów oferowanych przez firmy będące odbiorcami wyrobów CMC Zawiercie S.A., a tym samym zwiększyło ich konkurencyjność.

W czasie studiów doktoranckich byłem autorem lub współautorem 17 publikacji dotyczących głównie analitycznych oraz numerycznych metod wyznaczania rozkładu temperatury w procesach walcowania oraz związanych z numerycznym i fizycznym modelowaniem procesów przeróbki plastycznej. Rezultaty prowadzonej przez mnie pracy naukowo badawczej opublikowałem w czasopiśmie i wydawnictwach naukowo-technicznych o zasięgu krajowym (m.in. Hutnik - Wiadomości Hutnicze) i międzynarodowym (Metalurgija, znajdująca się w bazie Journal Citation Reports), a także w materiałach międzynarodowych i krajowych konferencji naukowo-technicznych (szczegółowy wykaz – tabela 2 oraz załącznik 3):

- **1 artykuł w czasopiśmie znajdującym się w bazie Journal Citation Reports (JCR), indeksowany w bazie Web of Science oraz SCOPUS,**
- 2 artykuły w czasopiśmie krajowych z listy B MNiSW,
- 3 artykuły w materiałach konferencji międzynarodowych (organizowanych za granicą),
- 10 artykułów w materiałach konferencji międzynarodowych w Polsce i krajowych
- pozostałe publikacje (publikowane oddzielnie streszczenia): 1.

Jako doktorant wyniki swoich badań naukowych prezentowałem na licznych konferencjach, zarówno w kraju, jak i za granicą, w tym m.in. na:

1. IV Międzynarodowa Sesja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, Częstochowa 2003 r.
2. V Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, Częstochowa 20.05.2004 r.
3. IV Konferencja pt.: „Fizyczne i Matematyczne Modelowanie Procesów Obróbki Plastycznej (FiMM)”, Warszawa, 20÷21.05.2005 r., referat.

4. VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, Częstochowa, 02.06.2005 r.
5. III Konferencja Naukowa pt.: „Walcownictwo 2005 – Procesy – Narzędzia – Materiały”, Ustroń 19÷21.10.2005 r., referat.
6. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, Częstochowa 02.06.2006 r.
7. Konferencja Sprawozdawcza członków wszystkich Sekcji Komitetu Metalurgii PAN „METALURGIA 2006” pt.: „Polska metalurgia w latach 2002 – 2006”, Krynica-Czarny Potok 11÷14.10.2006 r., referat.
8. International Conference of students and young researchers „Topical Issues in Rational Use of Natural Resources”, April 25÷27, 2007, St. Petersburg (Russia), referat.
9. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, Częstochowa 25.05.2007 r.
10. IX Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, Częstochowa 30.05.2008 r.

**W dniu 15.07.2008 r. Uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej Politechniki Częstochowskiej uzyskałem stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Metalurgia.**

## **5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych**

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych 01.10.2008 r. podjąłem pracę jako adiunkt na Wydziale Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej (obecnie Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów), w Instytucie Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej (obecnie Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa), gdzie pracuję do chwili obecnej. Brałem czynny udział w pracach zespołu zajmującego się badaniami wpływu technologii wytwarzania wyrobów walcowanych na gorąco na mikrostrukturę oraz własności wyrobów gotowych oraz w badaniach statutowych Instytutu Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, związanych z numeryczną i eksperymentalną analizą zmian własności i mikrostruktury wyrobów przerabianych plastycznie, a od 2013 r. także z innowacyjnymi technologiami materiałów funkcjonalnych (**BS/PB-201-301/2013**, pt.: „Innowacyjne technologie materiałów funkcjonalnych oraz automatyka i bezpieczeństwo w procesach produkcyjnych”). Ponadto kierowałem badaniami własnymi związanymi z modelowaniem rozwoju mikrostruktury w procesie asymetrycznego walcowania blach (**BW-201-201/2010**). Jednocześnie cały czas rozwijałem swoje zainteresowania wokół zagadnień związanych z procesami przeróbki cieplno-plastycznej, ich wpływem na mikrostrukturę i własności wyrobu gotowego oraz na parametry energetyczno-siłowe procesu. Szczególną uwagę poświęciłem zagadnieniom związanym z wpływem stosowanych warunków przeróbki cieplno-plastycznej na rozkład temperatury przerabianego materiału. Równorzędnie

zajmowałem się badaniami podstawowymi oraz fizycznym modelowaniem procesów przeróbki plastycznej z zastosowaniem plastometru skrętnego. Efektem tych badań są liczne publikacje, między w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), takich jak: Steel Research International, Solid State Phenomena, Archives of Metallurgy and Materials, Metalurgija, Materials Testing oraz jeden rozdział w monografii (załącznik 5 – Wybrane publikacje habilitanta).

Zdobyte doświadczenie naukowe pozwoliło mi nawiązać współpracę naukową zarówno z ośrodkami krajowymi, jak i zagranicznymi. Obecnie oprócz szerokiej współpracy z pracownikami WIPiTM współpracuję realizując wspólne projekty badawcze z następującymi jednostkami:

- Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Metali Nieżelaznych,
- Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii,
- Instytut Obróbki Plastycznej w Poznaniu,
- Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych Pro-Novum Sp. z o.o. z Katowic, zajmujące się diagnostyką urządzeń energetycznych,
- Narodowa Akademia Metalurgiczna Ukrainy, Dnipro.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych aktywnie uczestniczyłem w realizacji **5 projektów badawczych** finansowanych przez NCN i NCBiR:

1. **Projekt badawczy nr N N 508 583039, (BG-201-403/2010)** pt.: „Walcowanie prętów bimetalowych Al-Cu z zastosowaniem modyfikowanych wykrojów wydłużających”, pochodzący z konkursów przekazanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego do realizacji w Narodowym Centrum Nauki, kierownik pracy prof. dr hab. inż. Sebastian Mróz, okres realizacji: 2010÷2012, wykonawca.

W pracy zaproponowano otrzymywanie wsadu bimetalowego Al-Cu, o różnych udziałach procentowych miedzi w przekroju poprzecznym pręta, określonych w normach ASTM, z wykorzystaniem metody zgrzewania wybuchowego. Warstwą zewnętrzną była miedź w gatunku E-Cu, a rdzeniem aluminium w gatunku 1050. Otrzymany wsad bimetalowy został następnie przewalcowany w zmodyfikowanych wykrojach wydłużających. Założono, że stosując do otrzymywania prętów bimetalowych nowe modyfikowane wykroje, uzyska się bardziej równomierny rozkład odkształceń w poszczególnych komponentach walcowanych prętów dwuwarstwowych, co wpłynie na równomierne plastyczne płynięcie bimetalowego pasma w kotlinie walcowniczej. Dzięki temu pręty bimetalowe po walcowaniu będą charakteryzować się równomiernym rozkładem warstwy platerującej na obwodzie i długości rdzenia. Dotychczas wykroje modyfikowane stosowano jedynie do walcowania stalowych prętów jednorodnych. Dzięki zastosowaniu wykrojów modyfikowanych nastąpiło również zmniejszenie wartości parametrów energetyczno-siłowych, w porównaniu do wartości otrzymywanych podczas walcowania w klasycznych wykrojach wydłużających, a to z kolei powinno wpłynąć na mniejsze zużycie walców. W celu określenia własności złącza po zgrzewaniu wybuchowym i po procesie walcowania w wykrojach, przeprowadzono badania wytrzymałościowe

oraz badania mikrostruktury złącza metodami mikroskopii świetlnej i skaningowej, jak również dokonano analizy składu chemicznego obszaru złącza przy wykorzystaniu analizatora EDX. Otrzymane wyniki badań teoretycznych i doświadczalnych umożliwiły opracowanie metodyki wytwarzania prętów bimetalowych typu miękkiej rdzeń – twarda otulina, o różnym udziale warstwy platerującej w przekroju poprzecznym pręta. Wyniki pracy zapewniły poprawę jakości produkowanych wyrobów oraz wyznaczenie optymalnych zakresów grubości poszczególnych warstw komponentów, gwarantujących równomierny rozkład warstwy miedzi na aluminiowym rdzeniu oraz odpowiednie własności plastyczne i wytrzymałościowe wyrobu gotowego. Celem naukowym projektu było poznanie mechanizmów połączenia warstw oraz określenie wpływu parametrów zgrzewania wybuchowego na schemat plastycznego płynięcia poszczególnych komponentów pasma bimetalowego oraz na stan naprężeń i odkształceń występujących podczas walcowania prętów bimetalowych w modyfikowanych wykrojach wydłużających.

- 2. Projekt rozwojowy nr NR07-0047-10/2010 (BR-201-402/2010)** pt.: „Opracowanie technologii walcowania asymetrycznego płyt i blach oraz walcowania regulowanego z przyspieszonym chłodzeniem blach grubych po procesie walcowania z nowych gatunków stali”, projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w latach 2010÷2013 jako projekt rozwojowy, kierownik pracy prof. dr hab. inż. Henryk Dya, okres realizacji: 2011÷2012, wykonawca.

Celem projektu było opracowanie założeń zmodyfikowanej technologii walcowania blach grubych, zapewniającej poprawę sposobu płynięcia odkształcanego pasma na wyjściu z kotliny walcowniczej podczas asymetrycznego procesu walcowania oraz określenie optymalnych parametrów przeróbki cieplno plastycznej, zapewniających uzyskanie gotowego wyrobu o zawężonej tolerancji wymiarowej i charakteryzującego się własnościami mechanicznymi odpowiadającymi stalom X80÷X100 według standardów API 5L. Wynikiem końcowym prowadzonych badań teoretycznych i doświadczalnych objętych projektem jest dokumentacja zawierająca wytyczne do opracowania technologii walcowania asymetrycznego w klatce wstępnej i wykańczającej walcowni blach grubych oraz walcowania regulowanego z przyspieszonym chłodzeniem bezpośrednio po walcowaniu w klatce wykańczającej. Badania przemysłowe i prace rozwojowe podjęte w projekcie były ukierunkowane na zastosowanie wyników w jednej z istniejących w kraju walcowni blach grubych. Wyniki numerycznych i fizycznych symulacji procesu walcowania asymetrycznego oraz regulowanego walcowania z przyspieszonym chłodzeniem po ostatnim przepuszczeniu zostały poddane weryfikacji w rzeczywistym procesie walcowania. Próbnego walcowania były przeprowadzone w laboratorium Instytutu Modelowania i Automatyzacji Procesów Przeróbki Plastycznej.

- 3. Program Badań Stosowanych PBS2/A5/32/2013** pt.: „Innowacyjna i proekologiczna technologia obróbki pozapiecowej, ciągłego odlewania oraz walcowania nowych rodzajów walcówki ze stali wysokowęglowej i o zwiększonej plastyczności do odkształcania na zimno w walcowniach ciągłych z wieloetapowym chłodzeniem”, projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w latach 2013÷2016, kierownik pracy prof. dr hab. inż.

Henryk Dya, okres realizacji: 01.10.2013 r.+30.09.2016 r., Konsorcjum Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów (Lider konsorcjum) oraz Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii (współwykonawca).

W projekcie tym byłem kierownikiem zespołu realizującego trzy zadania:

- Nr 5: Wyznaczenie krzywych umocnienia stali przeznaczonych do spęczania na zimno oraz stali wysokowęglowych z wykorzystaniem plastometru skrętnego wraz z opracowaniem modeli matematycznych krzywych plastycznego płynięcia badanych stali przeznaczonych do numerycznego modelowania procesu walcowania w warunkach walcowni wstępnej i walcowni walcówki.
- Nr 9: Numeryczne modelowanie procesu walcowania walcówki ze stali przeznaczonych do spęczania na zimno oraz stali wysokowęglowych.
- Nr 11: Wykonanie badań doświadczalnych procesu walcowania walcówki ze stali przeznaczonych do spęczania na zimno oraz stali wysokowęglowych w warunkach przemysłowych.

Ponadto byłem wykonawcą zespołu realizującego zadania nr: 6, 8, 10 i 12.

W ramach projektu określono warunki obróbki pozapiecowej, ciągłego odlewania i technologii walcowania w walcowni ciągłej walcówki oraz warunków wieloetapowego chłodzenia, które umożliwiły uzyskanie wysokojakościowej walcówki ze stali wysokowęglowej i o zwiększonej plastyczności do odkształcania na zimno. Przedmiotem badań były poszukiwane przez odbiorców gatunki stali z mikrododatkiem przeznaczone do spęczania na zimno (20MnB4, 30MnB4) oraz wybrane gatunki wysokowęglowe o zawartości węgla  $0,45 \pm 0,73\%$  (C42D+C76D). Odpowiednio dobrane parametry procesu umożliwiły uzyskanie w walcówce ze stali niskowęglowej równomiernej mikrostruktury ferrytyczno-perlitycznej bez wyraźnych cech pasmowości, zapewniającej spęczanie do 1/4 wysokości początkowej, a w walcówce ze stali wysokowęglowej struktury perlitycznej o odległościach między-płytkowych poniżej  $0,2 \mu\text{m}$ . Otrzymana walcówka ze stali wysokowęglowej pozwala wyeliminować szkodliwy dla środowiska naturalnego proces patentowania w procesie ciągnięcia na zimno drutów.

4. **Projekt realizowany w ramach Programu DEMONSTRATOR+ UOS-DEM-1-335/001** Wsparcie badań naukowych i prac rozwojowych w skali demonstracyjnej pt.: „Opracowanie innowacyjnej technologii wyciskania kształowników z trudno odkształcalnych stopów aluminium serii 5xxx”, projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, kierownik pracy dr hab. inż. Dariusz Leśniak, prof. AGH, okres realizacji: 01.01.2014 r.+31.12.2016 r., Konsorcjum EXALU5000: Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Instytut Obróbki Plastycznej w Poznaniu, Politechnika Częstochowska, Albatros Aluminium Sp. z o.o. w Poznaniu, wykonawca.

Celem projektu było opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii wyciskania trudno odkształcalnych stopów AlMg o wysokich zawartościach Mg, która umożliwia wytwarzanie kształowników o dobrej wytrzymałości mechanicznej oraz bardzo dobrej odporności na korozję i podatności do spawania. Stopy te są konkurencyjne do powszechnie stosowanych stopów serii 6xxx.

W ramach badań została dobrana zawartość Mg w stopie. Ponadto zostały zaprojektowane innowacyjne rozwiązania konstrukcyjno-technologiczne, gwarantujące poprawę odkształcalności materiału i wytworzenie wyrobów o żądanych własnościach, przy ekonomicznie akceptowalnych parametrach produkcji. Opracowano prototypy narzędzi, projekt pilotażowy nowej technologii wyciskania oraz wykonano prace rozwojowe dotyczące testowania wyciskanych kształtowników pod kątem ich przetworzenia i wykorzystania do produkcji gotowych komponentów.

5. **Projekt dofinansowany przez Unię Europejską – Perspektywa 2014 – 2020, Działanie 4.1. Badania naukowe i prace rozwojowe, Poddziałanie 4.1.4. Projekty aplikacyjne nr POIR.04.01.04-00-0016/17 pt.: „Ultralekkie i wysokowytrzymałe modułowe panele konstrukcyjne do zastosowań między innymi w budowie nadwozi pojazdów specjalnych”, realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, kierownik pracy prof. dr hab. inż. Henryk Dycja, okres realizacji: 01.03.2018 r.+28.02.2021 r., (praca wykonana jako podwykonawca projektu (Politechnika Częstochowska) dla Konsorcjum: Instytut Obróbki Plastycznej w Poznaniu (Lider projektu), Albatros Aluminium Sp. z o.o., Poznań, Przedsiębiorstwo Specjalistyczne Bocar Sp. z o.o., Korwinów, wykonawca.**

Celem projektu jest opracowanie innowacyjnej zabudowy nadwozi pojazdów specjalnych używanych w straży pożarnej. Zastosowane technologie wyciskania szerokich profili aluminiowych oraz kształtowania łączników systemowych pozwolą wprowadzić na rynek całkowicie nowy produkt w postaci zabudowy pojazdu strażackiego wykonanej z paneli aluminiowych. W ramach projektu zostaną przeprowadzone między innymi badania plastyczności wybranych stopów aluminium, numeryczne modelowanie analizowanego procesu, weryfikacja przemysłowa oraz analizy metalograficzne i badania własności mechanicznych wyprodukowanych profili. W wyniku realizacji projektu zostanie zdobyta nowa wiedza na temat kształtowania wielkogabarytowych długich profili aluminiowych metodą przeróbki plastycznej oraz zostanie zaoferowany produkt o unikalnych rozwiązaniach konstrukcyjnych. Aluminiowe panele montażowe zostaną wyprodukowane w nowym niedostępnym obecnie na rynku polskim (jak również tylko w jednym miejscu w Europie) procesie produkcyjnym. Będzie to innowacyjna technologia przetwórstwa metali metodami przeróbki plastycznej w zakresie wyciskania stopów aluminium o szerokości 600 mm. Wdrożenie wyników nastąpi w dwóch firmach wchodzących w skład konsorcjum. W pierwszej kolejności uruchomienie możliwości wyciskania profili nośno-montażowych ze specjalnie dobranego stopu o określonym składzie chemicznym i obróbce cieplnej w firmie Albatros Aluminium w Wałczu w województwie zachodniopomorskim. Natomiast użycie profilu wraz z technologią kucia łączników i montażem nadwozi nastąpi w firmie Bocar w województwie śląskim.

Oprócz opracowań o charakterze poznawczym, realizowanych w ramach Badań Statutowych oraz Własnych aktywnie współpracuję z wieloma zakładami przemysłowymi, wykonując jako kierownik lub wykonawca prace zlecone. W ramach prowadzonych badań współpracowałem i współpracuję z:

- ISD Huta Częstochowa Sp. z o.o., Częstochowa,
- CMC Poland Sp. z o.o., Zawiercie,

- Albatros Aluminium – Profile Aluminiowe Sp. z o. o., Poznań,
- Yawal S.A. - architektoniczne systemy aluminiowe, Herby,
- Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych Pro Novum Sp. z o.o., Katowice,
- Industrias Huerta Polska Sp. z o.o., Częstochowa,
- Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo Usługowe AKWIB S.C. - producent rur i profili stalowych, A. i K. Brzęczek, Lipie,
- Przedsiębiorstwo Specjalistyczne Bocar Sp. z o.o., Korwinów.

W latach 2009÷2018 brałem udział w wykonaniu **8 prac zleconych** realizowanych dla potrzeb i na zamówienie sektora przemysłowego:

1. **BZ-201-1/2009.** Tytuł: Weryfikacja kalibrowania walców do walcowania prętów płaskich o wymiarach od 35×5 do 200×20 mm, CMC Poland Sp. z o.o., Zawiercie, okres realizacji: 2009, wykonawca, zakończona wdrożeniem.
2. **BZ-201-4/2011.** Tytuł: Badania wytrzymałości na zginanie elementów podszybowych do systemów fasadowych YAWAL, Yawal S.A., Herby, okres realizacji: 2011, wykonawca.
3. **BZ-202-16/2012.** Tytuł: Przeprowadzenie badań niszczących dostarczonych elementów, Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych Pro Novum Sp. z o.o., Katowice, okres realizacji: 2012÷2013, wykonawca.
4. **BZ-201-2/2013.** Tytuł: Opracowanie technologii walcowania prętów płaskich o szerokości od 50 do 100 mm i grubościach 35 i 40 mm, CMC Poland Sp. z o.o., Zawiercie, okres realizacji: 2013, wykonawca.
5. **BZ-201-3/2016.** Tytuł: Badania badań własności mechanicznych drutów ze stali nierdzewnej AISI 302, Industrias Huerta Sp. z o. o., Częstochowa, okres realizacji: 2016, kierownik/główny wykonawca.
6. **BZ-201-7/2016.** Tytuł: Badania własności mechanicznych rury stalowej, Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowo Usługowe AKWIB S.C., Lipie, okres realizacji: 2016, kierownik/główny wykonawca.
7. **BZ-201-7/2017.** Tytuł: Analiza temperaturowa materiałów w procesie walcowania, ISD Huta Częstochowa Sp. z o.o., Częstochowa, okres realizacji: 2017, główny wykonawca.
8. **BZ-201-3/2018.** Tytuł: Opracowanie technologii procesu wyciskania kształowników zamkniętych z wybranych stopów aluminium, Konsorcjum: Instytut Obróbki Plastycznej w Poznaniu, Albatros Aluminium Sp. z o.o., Poznań, Przedsiębiorstwo Specjalistyczne Bocar Sp. z o.o., Korwinów, okres realizacji: 01.03.2018÷31.08.2020, wykonawca.

Na podstawie prowadzonych przeze mnie badań oraz w wyniku współpracy z czołowymi producentami wyrobów gorąco walcowanych swoje zainteresowania skoncentrowałem na możliwości poprawy jakości produkowanej w kraju walcówki ze stali do spęczania na zimno poprzez modyfikację dotychczas stosowanej technologii. Otrzymane wyniki badań modelowych i przemysłowych opublikowane w monografii pt.: „Nowe aspekty wytwarzania walcówki ze stali do spęczania na zimno” mogą być wykorzystane do opracowania instrukcji i wytycznych technologicznych walcowania

walcówki ze stali niskowęglowych o podwyższonej zdolności do odkształcania na zimno. Na ich podstawie możliwe jest określenie optymalnych parametrów procesu walcowania i przyspieszonego, kontrolowanego chłodzenia odkształcanego pasma, które zapewniają otrzymanie wymaganych własności mechanicznych i technologicznych walcówki ze stali 20MnB4 z uwzględnieniem wyposażenia technologicznego konkretnej linii technologicznej.

W swoim dorobku **po uzyskaniu stopnia doktora** zgromadziłem **120 publikacji** (szczegółowy wykaz – tabela 2 oraz załącznik 3), w tym:

- **1 monografię,**
- 11 rozdziałów w monografiach, (z których 8 jest indeksowanych w bazach Web of Science oraz SCOPUS),
- 58 publikacji w czasopismach naukowych w tym:
  - **18 artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR),** (z których 17 jest indeksowanych w bazie Web of Science a 16 w bazie SCOPUS),
  - 18 artykułów w czasopismach zagranicznych (z których 5 jest indeksowanych w bazie Web of Science a 9 w bazie SCOPUS),
  - 22 artykuły w czasopismach krajowych z listy B MNiSW,
- 13 artykułów w materiałach konferencji międzynarodowych (organizowanych za granicą),
- 9 artykułów w materiałach konferencji międzynarodowych w Polsce i krajowych
- pozostałe publikacje (publikowane oddzielnie streszczenia): 28.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych wyniki swoich badań naukowych prezentowałem na licznych konferencjach naukowo-technicznych i sympozjach, zarówno w kraju, jak i za granicą, w tym m.in. na:

1. 12<sup>th</sup> International Conference „Metal Forming 2008”, AGH University of Science and Technology, September 21÷24.2008, Cracow, Poland, referat.
2. X Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, Częstochowa 05.06.2009 r.
3. VI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna pt.: „Projektowanie Procesów Technologicznych - TPP'09” (Technological Process Planning), Poznań 19÷20.11.2009 r.
4. XVIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna pt.: „Produkcja i Zarządzanie w Hutnictwie” (The XVIII-th International Conference on Production and Management in Metallurgy), Zakopane 01÷03.07.2010 r., referat.
5. VII Seminarium Naukowe Zintegrowane Studia Podstaw Deformacji Plastycznej Metali PLASTMET'2010, Łańcut 30.11.+03.12.2010., referat.
6. Dislocation Structure And Mechanical Properties Of Metals And Alloys (DSMPMA – 2011), 13÷16 June, 2011, Ekaterinburg, Russia.

7. 7<sup>th</sup> International Conference Mechatronic Systems and Materials (MSM 2011), 07÷09 July, 2011, Kaunas, Lithuania, referat.
8. Metal Forming 2012, September 16÷19, 2012, AGH University of Science and Technology, Cracow, Poland, referat.
9. 10<sup>th</sup> International Conference Mechatronic Systems and Materials, MSM 2014, Opole 07÷10 July 2014.
10. IX Seminarium Naukowe Zintegrowane Studia Podstaw Deformacji Plastycznej Metali PLASTMET' 2014, Łańcut 25÷28 listopada 2014, referat.
11. XV Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii, Inżynierii Materiałowej i Inżynierii Produkcji”, Częstochowa 29÷30.05.2014 r., referat.
12. VI Konferencja Naukowa WALCOWNICTWO 2014. Procesy - Narzędzia – Materiały, Ustroń 20÷22.10.2014 r., referat.
13. III Mezhdunarodnaja Nauchno-Tekhnicheskaja Konferencija Mekhanika Plasticheskogo Formoizmenenija. Tekhnologii i Oborudovanie Obrabotki Materialov Davleniem, Tuła (Rossija) 08÷11.10.2014 g., referat.
14. XVII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Hutnictwie i Inżynierii Materiałowej oraz Inżynierii Produkcji”, Częstochowa 19÷20.05.2016 r., referat.
15. 24<sup>th</sup> International Conference on Metallurgy and Materials – METAL 2015, Brno (Czech Republic), June 3<sup>rd</sup>÷5<sup>th</sup> 2015.
16. 2<sup>nd</sup> International Conference on Non-Ferrous Metals ICNFM'2015, AGH University of Science and Technology, Cracow, Poland, June 22÷24.2015.
17. 25<sup>th</sup> Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials - METAL 2016, Brno (Czech Republic), May 25<sup>th</sup>÷27<sup>th</sup> 2016.
18. 12<sup>th</sup> International Symposium of Croatian Metallurgical Society SHMD 2016, Šibenik (Croatia) June 19÷23, 2016.
19. 26<sup>th</sup> International Conference on Metallurgy and Materials - METAL 2017, Brno (Czech Republic), May 24<sup>th</sup>÷26<sup>th</sup> 2017.
20. 27<sup>th</sup> International Conference on Metallurgy and Materials - METAL 2018, Brno (Czech Republic), May 23<sup>rd</sup>÷25<sup>th</sup> 2018.
21. 15 Konferencja Naukowo-Technologiczna Metale Lekkie 2018 – Nowe Wyzwania dla Przemysłu Metali Lekkich, Wadowice 17÷19.10.2018 r., referat.

Dotychczas opracowałem 31 recenzji publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych jak również artykułów prezentowanych na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych:

1. XI Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, 20÷21.05.2010 r., Częstochowa, 1 recenzja.
2. Międzywydziałowe Seminarium Kół Naukowych Politechniki Częstochowskiej, 16.12.2010 r., Częstochowa, 2 recenzje.
3. **Hutnik – Wiadomości Hutnicze, vol. 78, 5/2011 r., 2 recenzje.**

4. XII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, 26÷27.05.2011 r., Częstochowa, 2 recenzje.
5. XXXVI Międzynarodowa Sesja Studencka, 30.05.2012 r. (XXXVI International Student Session, May 30, 2012), Częstochowa, 1 recenzja.
6. XIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, 30.05÷01.06.2012 r., Częstochowa, 3 recenzje.
7. XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, 06÷07.06.2013 r., Częstochowa, 2 recenzje.
8. XV Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, 29.05÷31.05.2014 r., Częstochowa, 3 recenzje.
9. **Journal of Mechanical Engineering Science, (Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C), 2015 r., 1 recenzja.**
10. XVI Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii, Inżynierii Materiałowej i Inżynierii Produkcji”, 28÷29.05.2015 r., Częstochowa, 2 recenzje.
11. XVI Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii, Inżynierii Materiałowej i Inżynierii Produkcji”, 28÷29.05.2015 r., Częstochowa, 2 recenzje.
12. XVII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii, Inżynierii Materiałowej i Inżynierii Produkcji”, 19÷20.05.2016 r., Częstochowa, 1 recenzja.
13. XVIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii, Inżynierii Materiałowej, Inżynierii Produkcji i Fizyce”, 31.05÷02.06.2017 r., Częstochowa, 4 recenzje.
14. XIX Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii, Inżynierii Materiałowej, Inżynierii Produkcji i Fizyce”, 07÷08.06.2018 r., Częstochowa, 4 recenzje.
15. **Metallurgical and Materials Transactions B, 2018, 1 recenzja.**

W celu podniesienia swoich kwalifikacji zawodowych odbyłem trzy krótkoterminowe staże:

1. **Altajski Państwowy Uniwersytet Techniczny im. I.I. Polzunowa w Barnaulu (Rosja).** Podczas stażu omawiane były zagadnienia z zakresu mechaniki ciała stałego, wytrzymałości materiałów oraz analizy zmęczeniowej. Celem pobytu naukowego w Altajskim Państwowym Uniwersytecie Technicznym było również podniesienie kwalifikacji językowych w zakresie terminologii naukowej. Celem pobytu było także poznanie zaplecza naukowo-badawczego Uczelni oraz możliwości w zakresie nowoczesnych i zaawansowanych metod badawczych, w kontekście przyszłej współpracy. Termin pobytu: 03÷15.08.2011 r.

2. **Narodowy Uniwersytet Techniczny w Zaporoziu (Ukraina), Wydział Budowy Maszyn.** Staż dotyczył zagadnień związanych z maszynami i technologiami stosowanymi do przeróbki plastycznej metali. Termin pobytu: 17÷24.10.2015 r.
3. **Narodowy Uniwersytet Techniczny w Magnitogorsku (Rosja) im. G.I. Nosova, Wydział Budowy Maszyn i Technologii Metalurgicznych.** Staż dotyczył zagadnień związanych z przeróbką plastyczną metali. Termin pobytu: 16÷23.04.2016 r.

Za swoje osiągnięcia naukowe w zakresie popularyzowania wyników prowadzonych prac badawczych zostałem czterokrotnie wyróżniony:

1. Nagroda Rektora Politechniki Częstochowskiej Zespołowa Stopnia II przyznana zespołowi w składzie: Prof. dr hab. inż. H. Dyja, Dr hab. inż. A. Kawalek, Prof. PCz, Dr inż. K. Laber, Dr inż. G. Stradomski, **za cykl publikacji dotyczących wykorzystania nowoczesnych metod modelowania numerycznego i fizycznego procesów przeróbki plastycznej, w szczególności walcowania oraz zastosowania zaawansowanych technologii obróbki cieplno-plastycznej,** Częstochowa, 30 listopada 2011 r.
2. Nagroda Rektora Politechniki Częstochowskiej Zespołowa Stopnia II przyznana zespołowi w składzie: Dr hab. inż. M. Knapieński, Prof. PCz, Dr inż. P. Szota, Dr inż. S. Sawicki, Dr inż. A. Stefanik, Dr inż. K. Laber, **za oryginalne i twórcze osiągnięcia naukowe,** Częstochowa, 4 grudnia 2012 r.
3. Nagroda Rektora Politechniki Częstochowskiej, Zespołowa Stopnia II, przyznana zespołowi w składzie: Prof. dr hab. inż. Henryk Dyja, Dr hab. inż. Anna Kawalek, Prof. PCz, Dr inż. Konrad Laber **za cykl publikacji,** Częstochowa, 26 sierpnia 2016 r.
4. Wyróżnienie artykułu w konkursie na najlepszy plakat w sesji posterowej w ramach 27 Międzynarodowej Konferencji METAL 2018, Tanger Ltd., VSB – Technical University of Ostrava, Brno (Czech Republic), May 24<sup>th</sup> 2018.

**Cały mój dotychczasowy dorobek naukowo-badawczy obejmuje łącznie 137 prac, w tym 120 po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.** Zestawienie swoich osiągnięć naukowo-badawczych przedstawiłem w tabelach 1 i 2 (oraz szczegółowo w załączniku nr 3). Podział publikacji przygotowałem uwzględniając wykaz czasopism naukowych wskazanych przez MNiSW z uwzględnieniem załączników A, B i C. **Sumaryczny Impact Factor ze wszystkich moich prac wynosi IF=6,216 a sumaryczna liczba punktów MNiSW wynosi 750.**

Tabela 1. Sumaryczny IF według Journal Citation Reports (JCR)

Czasopismo według JCR	Impact Factor (wg roku publikacji)
Metalurgija	2,677
Steel Research International	0,837
Archives of Metallurgy and Materials	2,170
Materials Testing	0,532
<b>Sumaryczny Impact Factor</b>	<b>6,216</b>

Tabela. 2. Zestawienie liczbowe publikacji i najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych

Wyszczególnienie		Przed doktoratem		Po doktoracie		Suma punkty/ liczba	
		Punkty MNiSW	Liczba publikacji	Punkty MNiSW	Liczba publikacji		
Publikacje. Autorstwo lub współautorstwo	a)	publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), ministerialna lista A	15	1	363	18	378/19
	b)	monografii lub podręczników akademickich	0	0	25	1	25/1
	c)	rozdziałów w monografiach	0	0	135	11	135/11
	d)	publikacji w czasopismach zagranicznych	0	0	60	18	60/18
	e)	publikacji w czasopismach krajowych z ministerialnej listy B	6	2	146	22	152/24
	f)	publikacji w materiałach konferencji międzynarodowych	0	3	0	13	0/16
	g)	publikacji w materiałach konferencji międzynarodowych w Polsce i krajowych	0	10	0	9	0/19
	h)	pozostałych publikacji naukowych (streszczeń)	0	1	0	28	0/29
	i)	publikacji naukowych indeksowanych w bazie Web of Science (WoS)	15	1	503	30	518/31
	j)	publikacji naukowych w czasopismach indeksowanych w bazie SCOPUS	15	1	508	34	523/35
<b>Razem publikacje*</b>			<b>21</b>	<b>17</b>	<b>729</b>	<b>120</b>	<b>750/137</b>
<b>Udział w konferencjach</b>			<b>Przed doktoratem</b>		<b>Po doktoracie</b>		<b>Suma</b>
Konferencje	międzynarodowe		1		8		9
	międzynarodowe w Polsce i krajowe		9		13		22
<b>Udział w projektach badawczych i badaniach zleconych</b>			<b>Przed doktoratem</b>		<b>Po doktoracie</b>		<b>Suma</b>
Projekty	KBN/MNiSW/NCN/NCBiR**		3		5		8
	BS/BW		2		2		4
	Badania zlecone***		0		8		8
<b>Recenzje</b>							
Recenzje artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych JCR						2	
Recenzje artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych krajowych						2	
Recenzje artykułów opublikowanych w materiałach konferencyjnych						27	
<b>Wskaźniki oceny dorobku naukowego</b>							
<b>Źródło</b>		<b>Web of Science</b>	<b>SCOPUS</b>	<b>Google Scholar</b>			
Liczba cytowań (bez autocytowań)		51 (38)	74 (57)	140 (89)			
Indeks Hirscha H		5	5	6			
Liczba publikacji w bazie		31	37	59			
* W ogólną liczbę publikacji nie wliczają się publikacje z punktów i) oraz j). Są to publikacje dodatkowo indeksowane w bazach Web of Science oraz SCOPUS.							
** z których dwa zakończyły się wdrożeniem, *** z których jedno zakończyło się wdrożeniem.							

W dalszej pracy naukowo-badawczej chciałbym nadal kontynuować badania związane z poprawą jakości wyrobów przerabianych plastycznie, których wyniki ukierunkowane byłyby na bezpośrednią ich aplikację w warunkach przemysłowych. Równorzędnie planuję zająć się badaniami podstawowymi nowych materiałów, przede wszystkim stopów metali lekkich (tytan, magnez, aluminium) a także modelowaniem złożonych schematów odkształcenia. Do badań planuję zastosować między innymi metody modelowania numerycznego oraz fizycznego, z wykorzystaniem plastometru skrętnego STD 812 oraz symulatora GLEEBLE 3800. Dokładna analiza złożonych schematów odkształcenia umożliwi określenie między innymi rozkładu odkształcenia oraz naprężenia w badanych materiałach oraz wpływu zastosowanego schematu odkształcenia na mikrostrukturę i własności badanych materiałów. W dalszej perspektywie chciałbym wykorzystać zdobyte doświadczenie w kształtowaniu mikrostruktury i własności nowoczesnych materiałów, które niejednokrotnie możliwe są do wytworzenia w procesach przeróbki cieplno-plastycznej, w których występują złożone warunki odkształcenia.

## 6. Działalność dydaktyczna

Od początku mojego zatrudnienia na Politechnice Częstochowskiej prowadzę w pełnym wymiarze godzin zajęcia dydaktyczne z przedmiotów specjalistycznych i zawodowych dla kierunków: Metalurgia, Inżynieria Materiałowa, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Bezpieczeństwo i Higiena Pracy, Inżynieria Bezpieczeństwa, Inżynieria Bezpieczeństwa i Higiena Pracy, Inżynieria Biomedyczna, Inżynieria Chemiczna oraz Fizyka Techniczna. Prowadzone przeze mnie zajęcia obejmują wykłady, seminaria, ćwiczenia, laboratoria i projekty, na studiach stacjonarnych oraz niestacjonarnych.

Tabela 3. Zestawienie prowadzonych zajęć dydaktycznych

Lp.	Nazwa przedmiotu	Rodzaj zajęć				
		Wykład	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt
1.	Przetwarzanie Danych Procesowych			x	x	
2.	Modelowanie Procesów i Symulacje Komputerowe				x	
3.	Komputerowe Projektowanie Procesów Przeróbki Plastycznej					x
4.	Teoria Procesów Walcowniczych	x				x
5.	Podstawy Technologii Walcowniczych	x		x	x	
6.	Teoria Sprężystości i Plastyczności	x		x		
7.	Podstawy Informatyki				x	
8.	Podstawy Przeróbki Plastycznej	x			x	

9.	Historia Techniki	x	x			
10.	Informatyka	x			x	
11.	Przeróbka Plastyczna Materiałów	x		x	x	
12.	Grafika Inżynierska				x	
13.	Podstawy Projektowania Inżynierskiego				x	
14.	Projektowanie Procesów Wytwarzania					x
15.	Grafika Prezentacyjna				x	
16.	Technologie Walcowania Wyrobów Długich	x		x		
17.	Projektowanie Narzędzi Do Przeróbki Plastycznej					x
18.	Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich	x				x
19.	Technologia Informacyjna				x	
20.	Wspomaganie Komputerowe w Procesach Przeróbki Plastycznej				x	
21.	Przeróbka Plastyczna Metali i Stopów			x	x	
22.	Algorytmy i Programowanie				x	
23.	Ocena Ryzyka Zawodowego	x		x		
24.	Metody Ilościowe i Jakościowe Oceny Ryzyka	x		x		
25.	Procesy Informacyjne	x	x	x		
26.	Projektowanie Inżynierskie				x	
27.	Metody Oceny Ryzyka	x		x		
28.	Informatyka – podstawy programowania				x	
29.	Wstęp do Informatyki				x	

Ponadto aktywnie uczestniczę w promowaniu młodej kadry naukowej. Dotychczas byłem promotorem 1 pracy inżynierskiej i 5 prac magisterskich. Byłem również recenzentem 1 pracy magisterskiej.

**W latach 2015+2017 byłem promotorem pomocniczym doktorantki pani mgr inż. Anny Kułakowskiej.** Promotorem w przewodzie doktorskim był prof. dr hab. inż. Henryk Dyja. Obrona pracy doktorskiej odbyła się 22.09.2017 r. W dniu 24.10.2017 r. Pani mgr inż. Anna Kułakowska uzyskała stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Metalurgia. Badania związane były z kształtowaniem własności prętów ze stopu aluminium AlZn5,5MgCu w trójwalcowej walcierce skośnej. Efektem współpracy są ponadto współautorskie publikacje w czasopiśmie Obróbka Plastyczna Metali, vol. XXIX, 3/2018 (Ministerialna lista czasopism B) oraz na 27 Międzynarodowej Konferencji METAL 2018 w Brnie (Czechy), **(artykuł wyróżniony)**.

Aktualnie jestem promotorem pomocniczym w dwóch otwartych przewodach doktorskich: **pani mgr inż. Agnieszki Włodzik oraz pani mgr inż. Marzeny Kałamorz.** Badania pani mgr inż. Agnieszki Włodzik związane są z analizą przyczyn powstawania wad walcówki ze stali nisko i wysokowęglowych w linii walcowniczej. Badania pani mgr inż. Marzeny Kałamorz dotyczą wpływu przyspieszonego chłodzenia prętów w ciągu walcowniczym na własności walcówki. Promotorem w obu przewodach doktorskich jest prof. dr hab. inż. Henryk Dya. Efektem współpracy z panią mgr inż. Marzeną Kałamorz są ponadto współautorskie publikacje, prezentowane m.in. na: Mezhduнародnoj Molodezhnoj Nauchno-Prakticheskoy Konferencii Innovacionnye Tekhnologii v Metallurgii i Mashinostroenii w Ekaterinburgu w 2014 r. oraz w czasopiśmie Metallurgija vol. 54, issue: 2, Apr-Jun 2015 (czasopismo znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR)).

W latach 2015÷2016 pełniłem funkcję opiekuna naukowego dwóch **doktorantek z Narodowej Akademii Metalurgicznej Ukrainy (Dnipro): pani mgr inż. Anny Stetsenko oraz pani mgr inż. Mariny Susoevy.** Sprawowałem nadzór merytoryczny nad prowadzonymi przez doktorantki badaniami w Instytucie Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, na Wydziale Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Badania prowadzone przez panią mgr inż. Annę Stetsenko związane były z numerycznym modelowaniem procesu skręcania pod wysokim ciśnieniem, natomiast badania pani mgr inż. Mariny Susoevy dotyczyły numerycznej analizy procesu walcowania walcówki żebrowanej w walcarce trójwalcowej. W oby przypadkach do badań zastosowano program FORGE 2011®, bazujący na metodzie elementów skończonych.

W 2017 r. byłem opiekunem naukowym **studentki z Narodowego Uniwersytetu Technicznego w Lipiecku, pani Anny G. Levykiny.** Sprawowałem nadzór merytoryczny nad prowadzonymi przez studentkę badaniami w Instytucie Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, na Wydziale Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Badania dotyczyły numerycznego modelowania wyrobów płaskich z wykorzystaniem programu FORGE 2011®. Efektem współpracy jest m.in. współautorska publikacja w materiałach XIX International Scientific Conference New Technologies and Achievements in Metallurgy, Material Engineering, Production Engineering and Physics, Czestochowa 07÷08.06.2018.

Ponadto w 2005 r. pełniłem funkcję opiekuna studentów Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów podczas Studenckiego Obozu Naukowego w Kompleksie Muzeum Zagłębia Staropolskiego w Sielpi Wielkiej. W 2012 r. pełniłem funkcję opiekuna grupy doktorantów Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej na Konferencji Naukowo-Technicznej Studentów i Młodych Uczonych Młoda Akademia w Dnepropetrovsku (Ukraina). W ramach 41 Studenckiej Konferencji Naukowej pt. „Innowacje w Inżynierii Produkcji, Technologii Materiałów i Bezpieczeństwie”, zorganizowanej przez Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej w 2017 r. prowadziłem sesję tematyczną związaną z zarządzaniem i inżynierią produkcji.

Jestem autorem przewodników po przedmiotach, z następujących przedmiotów: Metody Oceny Ryzyka, Metody Ilościowe i Jakościowe Oceny Ryzyka, Zarządzanie Ryzykiem, Technologie Walcowania Wyrobów Długich, Projektowanie Narzędzi Walcowniczych oraz Podstawy Technologii Walcowniczych.

## 7. Działalność organizacyjna

Przez cały okres mojej pracy w Politechnice Częstochowskiej, oprócz działalności naukowo-badawczej, prowadziłem również działalność organizacyjną. Moim szczególnie istotnym osiągnięciem o charakterze organizacyjnym związanym z poprawą jakości badań naukowych jest współudział w uruchomieniu w roku akademickim 2012/2013 laboratorium badań własności nowoczesnych materiałów dla przemysłu energetycznego, na Wydziale Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Laboratorium to powstało w ramach projektu Narodowe Centrum Technologii Energetycznych (NCET), koordynowanego przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie. Projekt polegał między innymi na stworzeniu w Politechnice Częstochowskiej zespołu laboratoriów badających zagadnienia produkcji energii ze szczególnym uwzględnieniem badań nad nowoczesnymi materiałami, do których należą materiały odporne na wysokie temperatury, twarde stopy na bazie Fe, Cr, C, B, stopy ze specjalnymi własnościami magnetycznymi, materiały z bardzo wysoką wytrzymałością na bazie W, W-Re, W-Ni-Fe, cyrkon, stopy typu Cu-Ni-Fe-Mn. Wyroby gotowe z tych materiałów stosowane są w kluczowych dziedzinach gospodarki, do których można zaliczyć m.in. przemysł energetyczny, przemysł lotniczy, przemysł przetwórstwa metali, elektroniczny i inne. W laboratorium został zainstalowany plastomer skrętny STD812 firmy TA Instruments, który umożliwia prowadzenie nowoczesnych i zaawansowanych badań. Jest to obecnie najnowocześniejszy plastometr skrętny w Polsce i jeden z nielicznych tego typu na Świecie. Umożliwia on badanie technologicznej plastyczności materiałów oraz fizyczne modelowanie procesów przeróbki plastycznej w szerokim zakresie parametrów temperaturowo-czasowo-odkształceniowych. Ponadto urządzenie umożliwia prowadzenie badań w złożonym stanie odkształcenia (jednoczesne skręcanie ze ściskaniem lub jednoczesne skręcanie z rozciąganiem). Maksymalna temperatura badań wynosi 1500°C, co jest szczególnie ważne podczas badania materiałów dla przemysłu energetycznego, szczególnie przeznaczonych do pracy w wysokich temperaturach. Moment obrotowy wynosi 50 Nm, co jest szczególnie istotne podczas badania własności materiałów trudno odkształcalnych. Urządzenie umożliwia badanie materiałów z maksymalną prędkością odkształcenia wynoszącą 50 s<sup>-1</sup>. Maksymalna siła podczas odkształcania (rozciągania i ściskania) próbki wynosi 25kN, co jest szczególnie istotne podczas badania własności materiałów trudno odkształcalnych, charakteryzujących się wysokimi własnościami wytrzymałościowymi. Mój udział w uruchomieniu laboratorium polegał na opracowaniu wytycznych dotyczących parametrów odkształcenia, jakie powinien spełniać plastometr skrętny. Przygotowałem wniosek o finansowanie inwestycji służących potrzebom badań naukowych lub prac rozwojowych w ramach „Programu wspierania infrastruktury badawczej, w ramach Funduszu Nauki i Technologii Polskiej” i pozyskałem środki finansowe na dofinansowanie zakupu samego urządzenia, w kwocie 1 596 000,00 zł (decyzja nr 6184/IA/154/2012). Brałem również udział w uruchomieniu i oficjalnym odbiorze plastometru. Ponadto nadzorowałem remont i modernizację samego laboratorium. Do chwili obecnej jestem osobą obsługującą urządzenie. Za uruchomienie laboratorium w grudniu 2014 r. została mi przyznana zespołowa nagroda II stopnia Rektora Politechniki Częstochowskiej.

W zakresie działalności organizacyjnej w Instytucie Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, na Wydziale Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej od 2013 r. jestem opiekunem Laboratorium Badań Plastometrycznych. W okresie 03.2011 r. ÷ 09.2018 r. byłem również opiekunem Laboratorium Walcownictwa i Laboratorium Badań Własności Mechanicznych i Plastycznych. Cały czas aktywnie promuję naukę oraz macierzystą jednostkę np. w trakcie Industriady czy Dni Otwartych. Wśród moich innych osiągnięć organizacyjnych należy wymienić:

1. Członkostwo w komitetach organizacyjnych międzynarodowych konferencji naukowych oraz seminariów:
  - a) X Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej”, zorganizowanej przez Wydział Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 05.06.2009 r.
  - b) XIII International Scientific Conference „New Technologies and Achievements in Metallurgy and Materials Engineering”, organized by Czestochowa University of Technology, Faculty of Materials Processing, Technology and Applied Physics, Polish Association of Metallurgical Engineers and Technicians SITPH Chapter at Czestochowa University of Technology, The National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Donetsk National Technical University, Czestochowa 31.05.-01.06.2012.
  - c) XIV International Scientific Conference „New Technologies and Achievements in Metallurgy, Material Engineering and Production Engineering”, organized by Czestochowa University of Technology, Faculty of Materials Processing, Technology and Applied Physics, Polish Association of Metallurgical Engineers and Technicians Branch at Czestochowa University of Technology, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, South Ural State University, The Ural Federal University named after the first president of Russia B.N. Yeltsin, The National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Czestochowa 06÷07.06.2013.
  - d) Seminarium pt.: „Badania Plastometryczne i Dylatometryczne oraz Modelowanie Procesów Przeróbki Plastycznej Materiałów”, organizatorzy: Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa Politechniki Częstochowskiej oraz Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego, koło przy Politechnice Częstochowskiej, Częstochowa 07.07.2014 r.
  - e) Seminarium pt.: „Fizyczne Modelowanie Właściwości Materiałów Trudno Odkształcalnych”, Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 04.02.2015 r.
2. Prace w Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów w roku akademickim 2002/2003, 2013/2014 i 2014/2015.

Od dwóch kadencji jestem członkiem Rady Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej. Jestem również **członkiem krajowych organizacji naukowo-technicznych**, a mianowicie:

1. 01.08.2004 r. - obecnie - Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego w Polsce – Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne – Koło przy Politechnice Częstochowskiej – członek zwyczajny.
2. 2015 – obecnie - Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, członek zwyczajny.

Za swoje osiągnięcia organizacyjne zostałem **trzykrotnie wyróżniony Nagrodą Rektora Politechniki Częstochowskiej**:

1. Nagroda Rektora Politechniki Częstochowskiej, Zespołowa Stopnia II, za działalność organizacyjną, Częstochowa 2 grudnia 2013 r.
2. Nagroda Rektora Politechniki Częstochowskiej, Zespołowa Stopnia II, za organizację XIV Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Produkcji”, Częstochowa 6÷7 Czerwca 2013 r., Częstochowa 1 grudnia 2014 r.
3. Nagroda Rektora Politechniki Częstochowskiej, Zespołowa Stopnia II, za osiągnięcia organizacyjne związane z poprawą jakości badań naukowych w wyniku uruchomienia laboratorium badań własności nowoczesnych materiałów dla przemysłu energetycznego oraz laboratorium nowoczesnych spiekanych materiałów funkcjonalnych, Częstochowa 1 grudnia 2014 r.

## 8. Inne osiągnięcia

Od początku pracy w Politechnice Częstochowskiej podnoszę swoje kwalifikacje i umiejętności zawodowe, biorąc udział w różnego rodzaju szkoleniach, których efektem są zdobyte certyfikaty:

1. Zaświadczenie ukończenia kursu „Specjalista ds. rozliczeń publiczno-prawnych”, zorganizowanego przez Ośrodek Kursowy Omega w Sosnowcu w okresie od 22.08.2002 r. do 15.10.2002 r. w wymiarze 180 godzin, Nr XXIX/1019/2002, Sosnowiec, dnia 15.10.2002 r.
2. Zaświadczenie odbycia szkolenia „Podstawowe szkolenie BHP dla pracowników na stanowiskach administracyjno-biurowych”, zorganizowanego przez Ośrodek Kursowy Omega w Sosnowcu w okresie od 22.08.2002 r. do 15.10.2002 r. w wymiarze 18 godzin, Nr XXIX/1039/2002, Sosnowiec, dnia 15.10.2002 r.
3. Świadectwo ukończenia szkolenia „AutoCAD - obsługa i podstawy tworzenia dokumentacji technicznej”, zorganizowanego przez Autoryzowane Centrum Szkoleniowe firmy Autodesk®, CADExpert Sp. z o.o. w Łodzi, Nr 064/2003/14, Łódź, dnia 07.05.2003 r.
4. Świadectwo ukończenia szkolenia „AutoCAD - edycja zaawansowana”, zorganizowanego przez Autoryzowane Centrum Szkoleniowe firmy Autodesk®, CADExpert sSp. z o.o. w Łodzi, Nr 078/14/2003, Łódź, dnia 02.06.2003 r.
5. Świadectwo ukończenia szkolenia „AutoCAD - Modelowanie przestrzenne”, zorganizowanego przez Autoryzowane Centrum Szkoleniowe firmy Autodesk®, CADExpert Sp. z o.o. w Łodzi, Nr 118/14/2003, Łódź, dnia 03.07.2003 r.

6. Zaświadczenie o ukończeniu kursu języka angielskiego dla doktorantów - poziom średnio zaawansowany, zorganizowanego przez Studium Języków Obcych Politechniki Częstochowskiej w okresie od 01.10.2004 r. do 01.07.2005 r. w wymiarze 120 godzin, Nr 2/2005, Częstochowa, dnia 06.07.2005 r.
7. Dyplom za uczestnictwo w Międzynarodowym Forum Młodych Naukowców, Federalna Agencja ds. Edukacji, Państwowy Uniwersytet Górniczy w Sankt Petersburgu, Sankt Petersburg 2007 r.
8. Zaświadczenie uczestnictwa w szkoleniu „Pierwsza pomoc przedlekarska w nagłych stanach zagrożenia życia”, zorganizowanego przez Ratownictwo Medyczne (Centrum Powiadamiania Ratunkowego w Częstochowie), Polskie Towarzystwo Oświaty Zdrowotnej oraz Państwową Inspekcję Sanitarną (Państwowy Powiatowy Inspektorat Sanitarny w Częstochowie), Częstochowa 06.07.2009 r.
9. Zaświadczenie uczestnictwa w warsztacie pn.: „Obniżenie kosztów i usprawnienie produkcji wyrobów metalowych”, współfinansowanym z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach projektu Regionalna Sieć Promocji i Transferu Technologii w woj. śląskim w terminie 23.10.2009 r., nr 019/RSPTT\_ARRCZ, Częstochowa, dn. 23.10.2009 r.
10. Certyfikat uczestnictwa w XIV Ogólnopolskim Sympozjum Naukowo-Technicznym „Nowe Osiągnięcia w Badaniach i Inżynierii Korozyjnej” (327 Spotkanie Europejskiej Federacji Korozji (EFC)), Poraj, 25÷27.11.2009 r.
11. EC Training Center, Certyfikat nr 1/Jul/2010 ukończenia szkolenia „Termowizja - wszystko co musisz wiedzieć, aby prawidłowo wykonać pomiar”, Kraków, 29÷30.07.2010 r.
12. Certyfikat ukończenia szkolenia dla pracowników dydaktycznych Politechniki Częstochowskiej „e-Nauczanie w praktyce szkoły wyższej” 7.12.2010÷13.02.2011 r., Organizator firma Edukacja-Online.pl oraz Ośrodek Kształcenia na Odległość Politechniki Częstochowskiej.
13. Świadectwo ukończenia kursu języka angielskiego na poziomie Advanced English in Science level B2(CEF) nr MOD V/03/2011, Częstochowa 01.10.2011 r.
14. Certyfikat uczestnictwa w 10 Międzynarodowej Konferencji MSM 2014, Opole 07÷10.07.2014 r.
15. Certyfikat uczestnictwa w 2 Międzynarodowej Konferencji Metale Nieżelazne, Wydział Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Kraków 22÷24.06.2015 r.
16. Zaświadczenie o ukończeniu szkolenia z zakresu pierwszej pomocy, zorganizowanego przez firmę: Meducate Katarzyna Czaban, Educate Pierwsza pomoc - szkolenia, Nr z rejestru 10/11/2015, Częstochowa, dnia 10.11.2015 r.

*Konrad Laber*