

# Politechnika Warszawska



**Centrum  
Zarządzania Innowacjami  
i Transferem Technologii**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



## Raport wstępny z identyfikacji potencjału badawczego i technologicznego Wydziału Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej

opracowany z tytułu działalności brokera technologii

Raport przygotował:

Dr inż. Roman Grygoruk

Zakład Konstrukcji Maszyn i Inżynierii  
Biomedycznej,

Instytut Mechaniki i Poligrafii,

Wydział Inżynierii Produkcji,

Politechnika Warszawska

roman.grygoruk@pw.edu.pl

Warszawa 2018

## Spis treści

1.	INFORMACJE PODSTAWOWE .....	4
2.	INSTYTUT MECHANIKI I POLIGRAFII.....	5
2.1	Zakład Konstrukcji Maszyn i Inżynierii Biomedycznej.....	5
2.1.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	5
2.1.2	Laboratoria .....	5
2.2	Zakład Mechaniki i Technik Uzbrojenia .....	6
2.2.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	6
2.2.2	Laboratoria: .....	6
2.3	Zakład Technologii Poligraficznych .....	7
2.3.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	7
2.3.2	Laboratoria: .....	8
3.	INSTYTUT ORGANIZACJI SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH.....	10
3.1	Zakład Badań i Rozwoju Produkcji.....	10
3.2	Zakład Organizacji Procesów Produkcyjnych.....	10
3.3	Zakład Systemów Informatycznych .....	11
3.3.1	Laboratoria: .....	11
3.4	Zakład Systemów Zapewniania Jakości .....	11
4.	INSTYTUT TECHNIK WYTWARZANIA .....	13
4.1	Zakład Automatykacji I Obróbki Skrawaniem .....	13
4.1.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	13
4.1.2	Laboratoria: .....	13
4.2	Zakład Inżynierii Spajania .....	14
4.2.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	14
4.2.2	Laboratoria: .....	15
4.3	Zakład Obróbki Plastycznej i Odlewnictwa .....	17
4.3.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	18
4.3.2	Laboratoria: .....	18
4.4	Zakład Obróbek Wykańczających i Erozyjnych .....	20
4.4.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	20
4.4.2	Laboratoria: .....	21
4.5	Zakład Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych.....	23
4.5.1	Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:.....	24
4.5.2	Laboratoria: .....	24

5.	WSPÓŁPRACA Z PRZEMYSŁEM.....	26
6.	SYNTETYCZNY OPIS NAJWAŻNIEJSZYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH I POZANAUKOWYCH (za rok 2017) .....	30
6.1	INSTYTUT MECHANIKI I POLIGRAFII .....	30
6.2	INSTYTUT ORGANIZACJI SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH.....	30
6.3	INSTYTUT TECHNIK WYTWARZANIA .....	30
7.	IDENTYFIKACJA POZIOMU TECHNOLOGICZNEGO .....	32
7.1	Sposób wytwarzania wkładu balistycznego dodatkowego i wkład balistyczny dodatkowy do kamizelek kuloodpornych .....	32
7.1.1	Właściciel praw .....	32
7.2	Tłumik magnetoologiczny jednostronnego działania z wirowym tłokiem .....	32
7.2.1	Właściciel praw .....	33
7.3	Aktywny wkład balistyczny i kamizelka kuloodporna z aktywnym wkładem balistycznym.....	33
7.3.1	Właściciel praw .....	33
7.4	Układ do identyfikacji chwili wyjścia pocisku z lufy broni strzeleckiej.....	34
7.4.1	Właściciel praw .....	34
7.5	Rodzina sterowanych kolb magnetoologicznych do broni ramiennej.....	35
7.5.1	Właściciel praw .....	35
7.6	Technologia wzmacniania nawojowego autoklawów ciśnieniowych pracujących w warunkach np. nieustalonego pełzania .....	36
7.6.1	Właściciel praw .....	36
7.7	Hamulec magnetoologiczny długofalowego działania do stabilizacji działania układu nawojowego nawijarki do wzmacniania konstrukcji rurowych .....	37
7.7.1	Właściciel praw .....	37
8.	PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....	39

## 1. INFORMACJE PODSTAWOWE

Wydział Inżynierii Produkcji w swej strukturze zawiera trzy jednostki, tj.;

- Instytutu Techniki Wytwarzania  
Dyrektor: dr hab. inż. Tomasz Chmielewski, prof. PW
- Instytutu Mechaniki i Poligrafii  
Dyrektor: dr hab. inż. Marek Pawlikowski, prof. PW
- Instytutu Organizacji Systemów Produkcyjnych  
Dyrektor: prof. dr hab. inż. Stanisław Marciniak

Każdy z Instytutów posiada odrębną strukturę formalno-księgową, naukową i badawczą, rozumianą jako finansowe rozliczenie prac oraz jako bazę techniczną i laboratoryjną niezbędną do realizacji prac na rzecz badań własnych i zleconych.

Raport opracowany na podstawie Sprawozdania Dziekana za rok 2017 (pod redakcją mgr inż. Elżbiety Kuźby), z którego pochodzą informacje ogólne oraz działalności własnej.

## 2. INSTYTUT MECHANIKI I POLIGRAFII

### 2.1 Zakład Konstrukcji Maszyn i Inżynierii Biomedycznej

Działalność Zakładu skupia się na dwóch głównych obszarach: szeroko pojętej działalności związanej z konstrukcją elementów maszyn i urządzeń oraz aktywności w obszarze biomechaniki, mechanobiologii oraz badań i zastosowań metamateriałów w zaawansowanych technologicznie konstrukcjach i inżynierii biomedycznej.

#### 2.1.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Projektowanie oraz badania różnych elementów konstrukcyjnych i maszyn w tym, układów napędowych, połączeń, automatów na liniach technologicznych, mechanicznych układów sterowania oraz broni strzeleckiej;
- Matematyczne i komputerowe modelowanie oraz badania eksperymentalne zjawisk i procesów w obszarze biomechaniki i mechanobiologii w tym, oddziaływań tkanek z biomateriałami oraz procesów chorobowych, gojenia i regeneracji tkanek;
- Badanie i projektowanie wyrobów biomedycznych w szczególności ortopedycznych i do chirurgii twarzowo-czaszkowo-szczękowej. Zastosowanie technik druku 3D w planowaniu operacji ortopedycznych, kardiochirurgii oraz do prototypowania wyrobów biomedycznych;
- Badania eksperymentalne oraz modelowanie metamateriałowa a w szczególności metamateriałów o strukturze zbliżonej do pantografu.

#### 2.1.2 Laboratoria

##### Laboratorium Inżynierii Biomedycznej

Główne kierunki prac realizowane w Laboratorium to: wykorzystanie technologii szybkiego prototypowania oraz technik CAD/CAM wspartych analizą obrazu oraz obliczeniami wytrzymałościowymi w opracowywaniu nowych rozwiązań elementów maszyn, wyrobów biomedycznych, planowania operacji chirurgicznych i badań metamateriałów i wykorzystanie testów wytrzymałościowych w badaniach elementów konstrukcji, wyrobów biomedycznych, badaniach metamateriałów oraz weryfikacji modeli konstytutywnych zaawansowanych materiałów.

Wyposażenie:

- Maszyna wytrzymałościowa (MTS);
- Skaner 3D (Atos I 5M);
- Drukarki 3D (Formiga P100 – technologia SLS, Dimension Elite – technologia FDM, oraz kilka o niższym standardzie);
- Drobnny sprzęt do badań biomedycznych (w tym m.in. maszyna wytrzymałościowa do badań z bardzo małymi obciążeniami – do 50N oraz proste mikroskopy optyczne, drobnny sprzęt do analizy drgań, laserowa wyninarka/grawerka, precyzyjna frezarka CNC).

##### Laboratorium Podstaw Konstrukcji Maszyn

## 2.2 Zakład Mechaniki i Techniki Uzbrojenia

### 2.2.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Modelowanie i symulacja komputerowa zjawisk fizycznych i pracy urządzeń mechanicznych, w obszarze mechaniki ośrodków ciągłych, w tym również w zakresie nieustalonego pełzania, mechaniki ogólnej i termodynamiki, w szczególności balistyki wewnętrznej, zewnętrznej i końcowej;
- Badania parametrów i charakterystyk balistycznych sprzętu uzbrojenia i materiałów specjalnych;
- Badania właściwości mechanicznych materiałów, w tym przy dużych prędkościach odkształcania (test Taylora);
- Projektowanie (konstrukcja, modelowanie i obliczenia funkcjonalne i wytrzymałościowe oraz badania) broni i amunicji, w tym szczególnie naboju z pociskami podkalibrowymi typów: APDS, FAPDS, APFSDS;
- Projektowanie i wytwarzanie wolframowych stopów ciężkich do zastosowań wojskowych i cywilnych, o zadanych właściwościach fizycznych i mechanicznych;
- Projektowanie i wytwarzanie specjalistycznej aparatury laboratoryjnej do badań charakterystyk balistycznych sprzętu uzbrojenia, jak np. „Bomba manometryczna”, „Bomba Crawforda”;
- Projektowanie i badania aparatury wysokociśnieniowej, jak np. prasy izostatyczne CIP i HIP, autoklawy, generatory ciśnienia (dotychczas do 1500 MPa), w tym także technologii wysokociśnieniowych, jak np. autofrezaż luf.

Na szczególną uwagę zasługuje zapoczątkowana w 2017 roku nowa forma współpracy z przemysłem. Jest to organizacja seminariów naukowo-technicznych, dedykowanych pod potrzeby konkretnego zakładu lub grupy zakładów przemysłowych. W ramach tego typu działań odbyło się w ubiegłym roku Seminarium Naukowo-Techniczne „Modelowanie matematyczne w projektowaniu broni strzeleckiej”, trwające 30 godzin, w którym uczestniczyli pracownicy Instytutu i Wytwórni Broni Popiński.

### 2.2.2 Laboratoria:

#### Laboratorium Komputerowego Wspomagania Projektowania

Wyposażenie:

- Sprzęt komputerowy wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem CAD/CAM i MES (ADINA, MATLAB, ANSYS).

#### Laboratorium Wytrzymałości Materiałów

Wyposażenie:

- Standardowe maszyny wytrzymałościowe.

#### Laboratorium Badań Balistycznych

Wyposażenie:

- Aparatura do badań i rejestracji procesów zachodzących podczas strzału, w tym stanowisko Taylora.

### Laboratorium Stopów Ciężkich

Wyposażenie:

- Urządzenia do produkcji i badania kompozytów wolframowych.

### 2.3 Zakład Technologii Poligraficznych

Zakład Technologii Poligraficznych prowadzi działalność naukowo-badawczą w zakresie rozwoju i wdrożeń nowych technologii poligraficznych w obszarze: cyfrowych technik reprodukcji poligraficznej, komputerowego przetwarzania tekstów i obrazów, technologii drukowania tradycyjnego i cyfrowego, standaryzacji procesów poligraficznych i systemów sterowania barwą, materiałoznawstwa poligraficznego, technologii introligatorstwa i opakowań z nadrukiem. Zakład dysponuje specjalistycznymi laboratoriami wyposażonymi w sprzęt poligraficzny i unikalną aparaturę kontrolno-pomiarową. Przy współpracy z firmami z branży poligraficznej jest ona systematycznie poszerzana o unikatowe urządzenia laboratoryjne. Laboratoria są wyposażone w najnowocześniejszy sprzęt i oprogramowanie dostarczone przez firmy tj. DuPont, Digiprint, Hewlett Packard, Infosystems, Huber Group, HP INDIGO czy ESKO. Dodatkowo realizowane granty umożliwiają rozwój zaplecza badawczego poprzez zakup nowej aparatury laboratoryjnej. Prowadzona i ciągle rozwijana jest nie tylko współpraca z przemysłem, ale również z zagranicznymi ośrodkami naukowymi. W ramach programu Ceepus Research and Education in the Field of Graphic Engineering and Design (CIII-RS-0704-04-1516), ZTP należy do grupy uczelni działających w obszarze poligrafii oraz prowadzi wymianę między pracownikami i studentami w celu realizacji wspólnych badań i rozwoju dydaktyki. W 2017 wykonywano szereg prac naukowo-badawczych, głównie w ramach działalności statutowej i badań własnych, oraz realizowano jeden grant NCN, jeden grant NCBiR, jeden grant Rektorski. Szereg prac i usług, wykonano na zamówienie instytucji gospodarczych. Przygotowano liczne ekspertyzy dotyczące oceny jakości produktów poligraficznych, stosowanych materiałów oraz poziomu innowacyjności wdrażanych technologii.

#### 2.3.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Modyfikowanie i opracowywanie nowych materiałów poligraficznych ze szczególnym uwzględnieniem:
  - Modyfikowania właściwości farb drukowych;
  - Modyfikowania warstwy wierzchniej folii stosowanych jako podłoża drukowe;
  - Wpływ materiałów poligraficznych na jakość nadruku;
  - Badania właściwości papierów do drukowania techniką cyfrową;
  - Badania jakości nadruków na podłożach niechłonnych;
  - Badania doświadczalne w obszarze technologii opakowań;
  - Badania teoretyczne i doświadczalne nowych sposobów krojenia produkcji poligraficznej oraz technologii oprawiania klejowego;
  - Badania procesów: reprodukcji poligraficznej, technologii drukowania tradycyjnego i cyfrowego.

### 2.3.2 Laboratoria:

#### Laboratorium Teorii Barwy

W laboratorium studenci są kształceni z zakresu mieszania barw i światła, jak je zmierzyć, porównać, jak właściwości farb drukarskich i papieru wpływają na kolorystykę druków.

#### Laboratorium Procesów Fizykochemicznych

W ramach zajęć laboratoryjnych studenci poznają podstawowe związki chemiczne wykorzystywane w poligrafii oraz wykonują ciekawe eksperymenty fizykochemiczne związane z badaniem właściwości różnych materiałów.

#### Laboratorium Materiałoznawstwa Poligraficznego

W laboratorium studenci poznają tajniki produkcji i właściwości takich farb oraz różnych podłoży drukowych badając te materiały z użyciem nowoczesnej aparatury laboratoryjnej. Za pomocą specjalnego oprogramowania do recepturowania farb, studenci przygotowują też własne farby.

Wyposażenie:

- Sprzęt komputerowy i audiowizualny;
- Urządzenia do wykonania nadruku IGT;
- Urządzenia do pomiaru barwy X-Rite;
- Pokój klimatyczny do wykonania badań w stałych warunkach klimatycznych.

#### Laboratorium Projektowania Opakowań

Podczas zajęć praktycznych studenci w programie ArtiosCAD dobierają kolorystykę i kształt projektowanego opakowania czy etykiety do pakowanego produktu.

Wyposażenie:

- Stanowiska komputerowe
- wraz z zainstalowanym specjalistycznym oprogramowaniem firmy ESKO, umożliwiającym projektowanie graficzne opakowań kartonowych oraz etykiet;
- Oprogramowanie PuzzleFlow;
- oprogramowanie ArtiosCad.

#### Laboratorium Technologii Form Drukowanych

Studenci w ramach zajęć samodzielnie wykonują wysokiej jakości formy drukowe.

Wyposażenie:

- Nowoczesny sprzęt cyfrowy firmy DuPont do naświetlania oraz obróbki termicznej płyt fotopolimerowych, tj. naświetlarka ESKO CDI 2420 HD w połączeniu z linią wywołującą DuPont Cyrel-Fas.



### Laboratorium Drukowania Analogowego

W laboratorium studenci poznają od strony praktycznej i teoretycznej procesy drukowania tradycyjnego (offset, fleksografię, sitodruk i wkłesłodruk). W czasie zajęć studenci przeprowadzają różne eksperymenty na poszczególnych maszynach drukujących.

Wyposażenie:

- Maszyny offsetowe Heidelberg M-offset oraz Dominant;
- Maszyna sitodrukowa Romanik;
- Laboratoryjna maszyna fleksograficzna Flexiproof 100.

### Laboratorium Drukowania Cyfrowego

W laboratorium HP Indigo Technology Center studenci poznają tajniki najnowocześniejszych technik drukowania, uczą się obsługi maszyn cyfrowych, sterowania i programowania procesu drukowania tak, aby uzyskiwać najwyższą jakość druków.

Wyposażenie:

- Cyfrowa maszyna drukująca Indigo 5600 firmy HP.

### 3. INSTYTUT ORGANIZACJI SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH

Główne kierunki naukowo-badawcze Instytutu:

- Doskonalenie systemów zarządzania produkcją i usługami ją wspomagającymi;
- Doskonalenie oraz wdrażanie systemów informatycznych wspomagających zarządzanie;
- Zarządzanie innowacjami organizacyjnymi, procesowymi i produktowymi;
- Zarządzanie projektami badawczo-rozwojowymi, informatycznymi, budowlanymi;
- Zarządzanie jakością oraz zrównoważony rozwój przedsiębiorstw.

#### 3.1 Zakład Badań i Rozwoju Produkcji

Innowacje i szeroko rozumiany postęp techniczno–organizacyjny tworzą kluczowe czynniki decydujące o pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstwa i zdobywaniu nowych rynków zbytu. Doskonalenie sposobów zarządzania nimi stanowi podstawowy obszar naukowo-badawczym Zakładu. W ostatnich latach prowadzone badania koncentrowały się nad ujęciem makroekonomicznym (poszukiwaniem relacji między innowacjami a cyklem koniunkturalnym) oraz mezo- i mikroekonomicznym (analizą zależności między innowacjami i zarządzaniem nimi a funkcjonowaniem sektorów gospodarki oraz przedsiębiorstw).

Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Zarządzanie innowacjami - analiza i badanie cyklu innowacji;
- Systemy wbudowane oparte na usługach do sterowania zautomatyzowaną produkcją i procesami technologicznymi;
- Systemy oceny efektywności projektów i przedsiębiorstw;
- Systemy controllingu w przedsiębiorstwach produkcyjnych - wytwórczych i budowlano-montażowych;
- Przedsiębiorczość technologiczna w kreowaniu konkurencyjności przedsiębiorstw.

#### 3.2 Zakład Organizacji Procesów Produkcyjnych

Głównym obszarem naukowo-badawczym Zakładu są zagadnienia inżynierii produkcji ze szczególnym uwzględnieniem: modelowania i projektowania systemów produkcyjnych, organizacji i zarządzania produkcją oraz zarządzania technologiami. W tym zakresie prowadzone są prace dotyczące doskonalenia sterowania przepływem produkcji, jak również rozwijane są metody poprawy produktywności w przedsiębiorstwach, w tym w zakresie koncepcji lean management.

Zakład zajmuje się również wykorzystaniem inżynierii systemów w zarządzaniu innowacjami produktowymi. Prowadzone są badania na temat wpływu nowych technologii na organizację i zarządzanie przedsiębiorstwami, ze szczególnym uwzględnieniem procesu produkcji.

Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Zarządzanie strategiczne produkcją;
- Zarządzanie technologiami w przedsiębiorstwach produkcyjnych;
- Organizacja i usprawnianie procesów i systemów produkcyjnych;
- Zarządzanie zintegrowanymi łańcuchami dostaw;

- Informatyczne systemy zarządzania produkcją i łańcuchami dostaw.

### 3.3 Zakład Systemów Informatycznych

Przedmiot działalności naukowej i badawczej Zakładu koncentruje się przede wszystkim wokół sfery projektowania i eksploatacji systemów ICT zarządzania przedsiębiorstwem, w tym wdrażania w organizacjach gospodarczych systemów klasy ERP. Studia obejmują również modelowanie i projektowanie: baz wiedzy, systemów zarządzania wiedzą, aplikacji w systemach eksperckich, aplikacji w systemach przetwarzania analitycznego, aplikacji systemów wczesnego ostrzegania w biznesie i kokpitów zarządzania. W ramach tego typu badań dokonuje się analizy integracyjnych funkcji systemu informacyjnego, celem doskonalenia wykorzystywanych narzędzi ICT.

Innym ważnym obszarem badań jest cyberbezpieczeństwo stosowanych rozwiązań ICT. W tym zakresie prowadzone są audyty bezpieczeństwa systemów informatycznych przedsiębiorstw. Prowadzi się badania wydajności i bezpieczeństwa języków programowania obiektowego, w tym języka Java.

#### Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Projektowanie i rozwój informatycznych systemów zarządzania przedsiębiorstwem;
- Projektowanie i wdrażanie systemów bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie;
- Informatyzacja przedsiębiorstwa, w tym: badanie i rozwój metod modelowania i projektowania internetowych systemów wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem (B2C, B2B, B2E);
- Doskonalenie metod zarządzania projektami portfelami projektów informatycznych.

#### 3.3.1 Laboratoria:

##### Laboratorium Systemów Informatycznych

Laboratorium komputerowe (sala ST 108) jest przeznaczone do prowadzenia badań w zakresie doskonalenia systemów wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem oraz bezpieczeństwa systemów informatycznych, jak również prowadzenia dydaktyki związanej z nauką oprogramowania klasy ERP, języków programowania czy zarządzania projektami.

Wyposażenie:

- 28 stanowisk komputerowych
- wraz z oprogramowaniem: Arena, ARIS Business Designer, MS Navision, MS Project, Software Ideas Modeler, Visual Studio Express.

### 3.4 Zakład Systemów Zapewniania Jakości

Głównym obszarem działalności Zakładu jest szeroko rozumiana problematyka zarządzania i inżynierii jakości. Prowadzone badania koncentrują się wokół rozwoju systemów jakości ISO 9000 w powiązaniu z systemami pokrewnymi typu: ISO 14000, PN N 18000, GMP, GLP, HACCP, itp. Obejmują one projektowanie, wdrażanie, utrzymanie oraz doskonalenie systemów zarządzania jakością w przedsiębiorstwach produkcyjnych i usługowych. Dotyczą również projektowania, wdrażania i wspomagania eksploatacji systemów zarządzania jakością w jednostkach edukacyjnych według kryteriów PKA na poziomie uczelni i wydziału.

Drugim istotnym obszarem naukowo–badawczym jest rozwijanie problematyki zarządzania zrównoważonym rozwojem przedsiębiorstwa we wszystkich formach jego aktywności. Dotyczy ono zarówno analizy wykorzystania innowacji ekologicznych w budowaniu przewagi konkurencyjnej, jak również doskonalenia efektywności energetycznej wytwarzania. Badania w tym zakresie koncentrują się również na aspektach związanych z audytem energetycznym procesów przemysłowych.

Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Projektowanie, wdrażanie, utrzymanie oraz doskonalenie systemów zarządzania jakością;
- Doskonalenie dydaktyki w zakresie zarządzania jakością oraz zarządzania i inżynierii jakości;
- Doskonalenie projektowania zintegrowanych systemów zarządzania jakością, środowiskiem, bhp oraz CSR;
- Wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwami poligraficznymi.

## 4. INSTYTUT TECHNIK WYTWARZANIA

### 4.1 Zakład Automatykacji I Obróbki Skrawaniem

Zakład prowadzi kompleksowe badania w zakresie szeroko pojętej automatykacji i robotyzacji procesów technologicznych, projektowania procesów technologicznych, projektowania i badania obrabiarek, optymalizacji warunków obróbki skrawaniem trudnoobrabialnych materiałów lotniczych, zaawansowanych systemów monitorowania, diagnostyki i nadzoru procesów skrawania oraz maszyn technologicznych. Prowadzone badania naukowe obejmują całokształt zagadnień związanych z rozwojem procesów obróbki skrawaniem, obrabiarek oraz maszyn łączonych w zautomatyzowane i zrobotyzowane systemy wytwarzania.

#### 4.1.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Automatyczna diagnostyka narzędzia i procesu skrawania z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji oraz metod wizyjnych;
- Modelowanie procesów skrawania, symulacja, wykrywanie i przeciwdziałanie drganiom samowzbudnym, analiza modalna obrabiarek;
- Projektowanie i optymalizacja procesów technologicznych, obróbka materiałów trudnoobrabialnych, obróbki szybkościowe, systemy CAD/CAM;
- Projektowanie, optymalizacja i monitorowanie maszyn technologicznych, badanie dokładności obrabiarek, obrabiarki rekonfigurowalne;
- Innowacyjne sondy pomiarowe, czujniki i układy pomiarowe wbudowane w struktury maszyn technologicznych;
- Inteligentne systemy zrobotyzowane, zastosowanie analizy obrazu, sterowanie głosowe, zdalne sterowanie systemami wytwarzania;
- Badania w zakresie automatykacji, sterowania i monitorowania systemów wytwarzania (PLC, CNC, PAC);
- Integracja informatyczna systemów wytwarzania (sieci przemysłowe przewodowych i radiowe, SCADA, CIM), systemy rozproszone;
- Nadzorowanie procesów wytwórczych w aspekcie ich stabilności i zdolności, wykorzystanie kart kontrolnych w nadzorowaniu;
- Badania w zakresie budowy modelu Zintegrowanego Systemu Zarządzania Jakością dla potrzeb przemysłu motoryzacyjnego i lotniczego.

#### 4.1.2 Laboratoria:

##### Laboratorium Zautomatyzowanej Produkcji

W laboratorium prowadzone są badania naukowe i ćwiczenia dydaktyczne dotyczące zastosowania nowoczesnych środków automatykacji produkcji. Obejmują one m.in. modelowanie i programowanie inteligentnych systemów zrobotyzowanych, wykorzystanie analizy obrazu i rozpoznawania mowy, sterowanie przez Internet, różne metody programowania robotów, manipulację częściami niesztaynymi.

Wyposażenie:

- Zrobotyzowane gniazdo obróbkowe;
- System automatycznej analizy obrazu;
- System rozpoznawania komend głosowych;

- System zdalnego sterowania gniazdem zrobotyzowanym;
- System modelowania i symulacji inteligentnych systemów zrobotyzowanych
- Symulatory (m.in. symulator elastycznego gniazda zrobotyzowanego).

### Laboratorium Metrologii

Laboratorium działa w obszarze pomiarów geometrycznych z wykorzystaniem klasycznych przyrządów pomiarowych, narzędzi cyfrowych (suwmiarki, mikrometry, czujniki zegarowe), maszyn optycznych oraz współrzędnościowych maszyn pomiarowych. W ramach analizy danych pomiarowych wykorzystywane są metody SPC (Statystycznego Sterowania Procesami) oraz MSA (Analiza Systemów Pomiarowych).

Wyposażenie:

- Klasyczne i cyfrowe podstawowe przyrządy pomiarowe (suwmiarki, mikrometry, czujniki zegarowe, wysokościomierze);
- Mikroskopy warsztatowe i uniwersalne;
- Optyczna maszyna pomiarowa;
- Trój-współrzędnościowa maszyna pomiarowa.

## 4.2 Zakład Inżynierii Spajania

Tematyka badawcza Zakładu obejmuje wiele zagadnień z zakresu inżynierii spajania. Dominującymi obecnie tematami badawczymi jest modyfikacji powierzchni części maszyn metodami spawalniczymi. Obejmuje on takie obszary jak metalizowanie powierzchni ceramiki metodami tarcia i natryskiwania termicznego, napawanie plazmowe warstw metalowych i kompozytowych pracujących w warunkach intensywnego zużycia ściernego i erozyjnego. Prowadzone są prace nad wytwarzaniem warstw składających się z faz międzymetalicznych typu Fe-Al, Ni-Al, Ti-Al do pracy w podwyższonej temperaturze, metodami natryskiwania i przetapiania plazmowego. Kolejny obszar badawczy obejmuje prace z zakresu mechanizacji i robotyzacji procesów spawania oraz konstrukcji nowych typów pozycjonerów spawalniczych i torów jezdných dla robotów spawalniczych. Pozostałe zagadnienia badawcze obejmują prace związane ze spawaniem stopów magnezu, spawaniem hybrydowym (MAG+plazma) oraz intensyfikacją procesów spawania za pomocą drgań ultradźwiękowych. W zakresie technik komputerowych prowadzone są badania nad opracowaniem modeli komputerowych spawalniczych źródeł ciepła dla procesu spawania hybrydowego oraz zastosowaniem analizy fraktalnej do oceny struktury złączy spawanych.

### 4.2.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Modyfikacja powierzchni części maszyn metodami spawalniczymi;
- Podstawy procesów spawania, zgrzewania, lutowania i pokrewnych;
- Spajanie materiałów zaawansowanych, w tym stopów metali, ceramiki, półprzewodników, materiałów kompozytowych;
- Projektowanie konstrukcji spawanych;
- Techniki komputerowe w spawalnictwie;
- Urządzenia spawalnicze, automatyzacja i robotyzacja;
- Wspomaganie konwencjonalnych procesów spawalniczych drganiami ultradźwiękowymi.

#### 4.2.2 Laboratoria:

Na wyposażeniu Zakładu znajdują się nowoczesne urządzenia do spawania, lutowania i zgrzewania, a także cięcia termicznego, zautomatyzowane stanowisko do napawania plazmowego, spawalniczy laser CO<sub>2</sub>, piece laboratoryjne, stanowiska do spajania próżniowego, w tym do zgrzewania dyfuzyjnego, stanowisko do badania zwilżalności, 2 kompleksowo wyposażone stanowiska laboratoryjne z robotami przemysłowymi, napyłarka próżniowa, generator ultradźwiękowy z przetwornikiem ceramicznym, aparatura do badań nieniszczących i niszczących złączy spajanych, unikalne stanowisko do zautomatyzowanych badań charakterystyk statycznych i dynamicznych spawalniczych źródeł energii ze sterowanym obciążeniem pomiarowym, mikroskopy optyczne do badań strukturalnych złączy, oprogramowanie do analizy pola temperatury i naprężeń w złączach spajanych, analizy fraktalnej struktury złączy spajanych.

#### Laboratorium Spawalnictwa

Wyposażenie:

- Robot Fanuc ARC Mate 0iB z kontrolerem R-30iB i zintegrowaną zewnętrzną osią (pozycjonerem);
- Robot IRp-6 z kontrolerem i zintegrowaną zewnętrzną osią (pozycjonerem), interfejs ROB 3000;
- Panel sterujący – monitorujący RCU 5000i Fronius;
- Spawalnicze źródła zasilające łuk, m.in.: TPS 2700ALU Fronius, TPS 2700CMT Fronius, TPS 320i Fronius, ARISTO TIG AC/DC ESAB;
- Urządzenie do spawania łukiem krytym pod topnikiem typu AS14-1200 z zasilaczem EPVA-1000;
- Urządzenie do spawania metodą TIG prądem stałym i przemiennym o podwyższonej częstotliwości typ ARISTO - TIG250AC/DC;
- Napawarka plazmowa Hettiger PTA NP2-200;
- Urządzenie do cięcia strumieniem plazmy powietrznej model NETRAZIP 525 typ IP23;

Aparatura pomiarowa:

- Stanowisko do zautomatyzowanego badania charakterystyk użytkowych spawalniczych źródeł zasilających łuk (opracowanie własne);
- Kasety do pomiarów i monitorowania procesu spawania (opracowanie własne);
- Cztery oscyloskopy analogowe i cyfrowe;
- Multimetry techniczne i laboratoryjne;
- Cęgowy miernik prądu AC/DC techniczny i laboratoryjny;
- Sondy cęgowe do pomiaru prądu;
- Dwa pirometry do pomiaru temperatury;
- Tachometr pomiarowy Lutron;
- Cyfrowy miernik RLC;
- Miernik rezystancji izolacji Sonel;
- Analizator mocy i zakłóceń sieci LEM Analyst 3Q;
- Mikrofon kierunkowy z pomiarową kartą dźwiękową;
- Suwmiarki cyfrowe;
- Mierniki zegarowe;

- Zasilacze laboratoryjne itp.

### Laboratorium Próżniowych Technik Spajania i Badań Nieniszczących

#### Wyposażenie:

- Zgrzewarka dyfuzyjna UZD 001 do spajania w próżni, z nagrzewaniem indukcyjnym;
- Automatykne urządzenie do zgrzewania dyfuzyjnego i lutowania w próżni, z nagrzewaniem oporowym „PRÓŻNIAK” własnej konstrukcji;
- Piec oporowy do lutowania w próżni firmy SEAVOM;
- Generator ultradźwiękowy wraz z uniwersalnym układem drgającym mogącym służyć do zgrzewania ultradźwiękowego, lutowania wprowadzania drgań w czasie spawania itp.;

#### Aparatura pomiarowa:

- Defektoskop ultradźwiękowy DI40 firmy UNIPAN;
- Defektoskop ultradźwiękowy PANAMETRAK firmy PANASONIC;
- Defektoskop prądowy do badań magnetycznych wyrobów metalowych;
- Defektoskop magnetyczny jarzmowy firmy PARKER;
- Defektoskop stało-magnetyczny własnej konstrukcji;
- Stanowiska do badań wizualnych i penetracyjnych barwnych i fluorescencyjnych;
- Lampa rentgenowska firmy ANDREX;
- Miernik głębokości pęknięć firmy KARL DEUTSCH;
- Trzy negataskopy do oceny zdjęć RTG;
- Stanowisko do badań zanurzeniowych ultradźwiękowych zaworów do silników spalinowych;
- Pomoce dydaktyczne i wzorce do zajęć z próżniowych technik spajania oraz badań nieniszczących.

### Laboratorium Zgrzewania i Mikrospajania

#### Wyposażenie:

- Zgrzewarka kondensatorowa typ ZPEa-64;
- Dwie zgrzewarki punktowe ZPa-6A, oraz typ Zpf-40, wyposażona w mikroprocesorowy przyrząd do pomiaru i rejestracji złożonych cykli zgrzewania rezystancyjnego typu Pp we współpracy z komputerem IBM PC;
- Zgrzewarka przemiennie-prądowa doczołowa ZDZa-7 współpracująca z rejestratorem X-Y do rejestracji zmian napięcia zgrzewania w czasie procesu łączenia;
- Urządzenie do spawania TIG/Mikro-plazma typ PLASMAFIX40 wyposażona w układ mechanizacji spawania spoin wzdłużnych i obwodowych;
- Mikro-zgrzewarka punktowa typ E-146A;
- Urządzenie do regeneracji części maszyn metodą mikro-zgrzewania oporowego energią zakumulowaną w baterii kondensatorów w układzie impulsowego dozowania mocy typu GM3450-A;
- Urządzenie do badania odporności na zużycie strumieniowo-ścierne;
- Wszystkie urządzenia do zgrzewania rezystancyjnego są wyposażone w przyrząd do pomiaru prądu zgrzewania typu Pp 7c. Mogą również być sprzężone



- z mikroprocesorowym przyrządem do pomiaru i rejestracji złożonych cykli zgrzewania typu Pp wyszczególnionych powyżej;
- Stanowisko do oceny ścieralności strumieniowej i odporności na narażenia udarowe powłok.

### Laboratorium Metalograficzne

Wyposażenie:

- Polerka do przygotowania zgładów;
- Stanowisko do badania zużycia tarcowego powłok wg normy ASTM G65.

Aparatura pomiarowa:

- Mikroskopy optyczne;
- Twardościomierze;

### Laboratorium Metalurgiczne

Wyposażenie:

- Urządzenia do badań zwilżalności: mikroskop wysokotemperaturowy typu MHO2 firmy Carl Zeiss Jena oraz własnej konstrukcji stanowisko do badania zwilżalności w warunkach próżni;
- Piec rurowy firmy Nabertherm;
- Napyłarka SCD 050 firmy Bal-tec;
- Termowaga firmy Setaram;
- Trzy piece laboratoryjne do obróbki cieplnej.

### Laboratorium Laserowe i Robotyzacji

Wyposażenie:

- Robot Kawasaki RS020FNE40 z kontrolerem (czasowe użyczenie), zewnętrzna oś;
- Wyposażenie spawalnicze Fronius;
- System zabezpieczeń z kurtyną świetlną;

Aparatura pomiarowa:

- Pirometr OPTC XL 3MH3 (zakres pomiarowy 400 do 1800 stopni).

#### 4.3 Zakład Obróbki Plastycznej i Odlewnictwa

Działalność naukowa Zakładu koncentruje się na zaawansowanych technologiach kształtowania blach i obróbki objętościowej na zimno i ciepło oraz zagadnieniach związanych z różnymi aspektami kształtowania materiału na drodze odlewnictwa. W ramach prac badawczych realizowane są zadania związane z projektowaniem procesów technologicznych obróbki plastycznej pod kątem uzyskiwania wymaganych kształtów oraz nadawania pożądanых właściwości wyrobom z metali metodami obróbki plastycznej, a także

podnoszeniem trwałości i wytrzymałości narzędzi. W Zakładzie prowadzone są również prace dotyczące automatycznego nadzorowania procesów technologicznych z wykorzystaniem nowoczesnych, również własnych, metod analizy obrazu. W pracach badawczych wykorzystywane są zaawansowane techniki modelowania fizycznego i numerycznego. Nowatorskie w skali światowej badania są prowadzone w obszarze mikro-obróbki plastycznej oraz mikro-łączenia mechanicznego. Również unikatowe badania w skali światowej są prowadzone w odniesieniu do metody wytwarzania nanomateriałów i ich zastosowań. Komputerowe wspomaganie technologii odlewniczych ze szczególnym uwzględnieniem modelowania wypełniania formy i krzepnięcia oraz zastosowań systemów uczących się, w tym sztucznych sieci neuronowych jest przykładem wykorzystania sztucznej inteligencji w projektowaniu procesów technologicznych. Prowadzone są prace badawcze dotyczące materiałów odlewniczych, ze szczególnym uwzględnieniem wysokowytrzymałego żeliwa sferoidalnego oraz stopów aluminium. W ramach prac badawczych dotyczących procesów odlewniczych, nacisk kładziony jest na odlewanie precyzyjne, metody wykonywania form piaskowych, zasilanie odlewów żeliwnych oraz zagadnienia ochrony środowiska.

#### 4.3.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Modelowanie komputerowe procesów plastycznego odkształcania metali;
- Badania nad kryteriami oceny intensywności zużycia ściernego narzędzi do wykrawania i kucia;
- Mikroobróbka plastyczna;
- Badania warunków granicznych w procesach hydromechanicznego kształtowania rur;
- Zastosowanie technik wizyjnych i metod analizy obrazu wizyjnego w określaniu rozkładu odkształceń w blachach oraz detekcji lokalizacji odkształceń i pęknięć w procesach kształtowania blach;
- Metody wytwarzania i zastosowanie nanomateriałów;
- Nitowanie bezotworowe blach (self – piercing riveting – SPR) i inne metody mechanicznego łączenia blach pod naciskiem;
- Zastosowanie metod eksploracji danych (data mining) w przemyśle wytwórczym;
- Zastosowanie systemów uczących się w diagnozowaniu i sterowaniu procesów technologicznych;
- Komputerowe wspomaganie projektowania procesów odlewniczych;
- Struktura, właściwości i obróbka cieplna żeliwa sferoidalnego, w tym typu ADI;
- Proces wytwarzania odlewów precyzyjnych metodą wytapianych modeli;
- Ochrona środowiska związana z przemysłem odlewniczym.

#### 4.3.2 Laboratoria:

##### Laboratorium Modelowania Procesów Odlewniczych

Laboratorium jest dedykowane wykorzystaniu metod numerycznych w modelowaniu zjawisk towarzyszących procesom odlewniczym. Wykonywane są dwa rodzaje prac. Pierwsza grupa dotyczy modelowania procesów odlewniczych, ze szczególnym uwzględnieniem metodyki wykorzystania symulacji w projektowaniu procesów technologicznych oraz zastosowań sztucznych sieci neuronowych – do modelowania procesów złożonych lub o nieznanym charakterze. Drugi typ działalności polega na tworzeniu użytkowego oprogramowania wspomagającego projektowanie i kontrolę procesów odlewniczych.

### Laboratorium Odlewania Precyzyjnego

W zakresie technologii odlewniczych dominuje tematyka odlewania precyzyjnego metodą wytapianych modeli, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień jakości form i odlewów. Prowadzone są także badania dotyczące formowania metodą prasowania mas oraz zagadnień ekologicznego wytwarzania odlewów.

Wyposażenie:

- Stanowiska do wytwarzania modeli wytapianych;
- Stanowiska do wytwarzania form precyzyjnych, w tym form gipsowych, dewaxer;
- Stanowisko do wulkanizacji małych form gumowych;
- Wysokiej jakości piece do topienia (w tym odlewarka odśrodkowa Pressovac do odlewania stopów platyny i innych stopów w atmosferze argonu, piec do odlewania stopów tytanu oraz piec Yasui do odlewania stopów miedzi oraz piec Czylok).

### Laboratorium Technologii Obróbki Plastycznej

Laboratorium jest wyposażone w zestawy przyrządów i narzędzi do realizacji podstawowych procesów obróbki plastycznej, takich jak: cięcia, wykrawania, gięcia, wytłaczania, przetłaczania, spęczania, rozciągania, ciągnięcia, przepychania i wyciskania za pomocą posiadanych maszyn.

Wyposażenie:

- Maszyna wytrzymałościowa hydrauliczna 1000 kN;
- Zrywarka 500 kN;
- Zrywarka 100 kN;
- Zrywarka 50 kN;
- Prasa hydrauliczna 10 MN;
- Stanowisko do badania tłoczności blachy metodą Erichsena;
- Twardościomierze;
- Oprzyrządowanie do badania własności mechanicznych.

### Laboratorium Maszyn Do Obróbki Plastycznej

Wyposażenie:

- Prasy hydrauliczne: 2500 kN (pojedynczego działania z wyrzutnikiem), 1000 kN (podwójnego działania) i 630 kN (pojedynczego działania z wyrzutnikiem);
- Prasy mechaniczne mimośrodowe: 630 kN, 320 kN, 160kN, 63 kN wyposażone w wyrzutniki;
- Prasa z wahającą matrycą 1000 kN;
- Sterowana numerycznie prasa krawędziowa;
- Stanowiska wyposażone są w czujniki siły, przemieszczenia i ciśnienia.

### Laboratorium Hydromechanicznego Rozpęczania Rur

Wyposażenie:

- Specjalizowana pozioma prasa hydrauliczna do osiowego ściskania rur;
- Układ hydrauliczny z boosterem umożliwiający rozpęczanie rur pod wysokim ciśnieniem;
- Oprzyrządowanie prasy umożliwia rozpęczanie rur swobodne lub w matrycach kształtowych;
- Pełne wyposażenie w czujniki do nadzorowania procesów.

### Laboratorium Modelowania Komputerowego

#### Wyposażenie:

- Sprzęt komputerowy: czternaście komputerów PC, sprzętowy firewall, zasilacz awaryjny;
- Na komputerach klasy PC zainstalowany jest zestaw specjalistycznego oprogramowania inżynierskiego: CAD (SolidWorks), CAE (MSC.Marc, MSC.Patran, SimufactForming, MSC.Nastran, MSC.Fatigue, HyperWorks, Klik2ExtrudeMetal, Klik2ExtrudePolymer, Click2Cast), opartego na metodzie elementów skończonych oraz metodzie skończonej objętości, przeznaczonego do prowadzenia zaawansowanych analiz numerycznych.

### Laboratorium Pomiarów Wizyjnych

Utworzone w Instytucie Technik Wytwarzania, Laboratorium Pomiarów Wizyjnych to przykład kompleksowego podejścia, pomocnego w rozwiązywaniu zagadnień oceny jakościowej i ilościowej, automatyzacji jak i kontroli procesów wytwarzania. Szczegółowo, prace badawcze prowadzone w tym laboratorium dotyczą projektowania i budowy optycznych systemów pomiarowych, badań materiałowych i technologicznych z wykorzystaniem zaawansowanych technik cyfrowych. Prowadzone są tu intensywne prace w zakresie opracowywania i wdrażania nowych, bardziej doskonałych rozwiązań dotyczących pomiarów dokładności wykonania oraz analizy jakości gotowych wyrobów.

#### 4.4 Zakład Obróbek Wykańczających i Erozyjnych

W Zakładzie prowadzone są badania naukowe nad technologicznymi metodami nadawania właściwości użytkowych elementom maszyn, niekonwencjonalnymi metodami obróbki elementów, zwłaszcza z materiałów trudnoobrabialnych oraz komputerowym wspomaganie ich wytwarzania. Zespoły badawcze skoncentrowane są wokół: technologii obróbki elektroerozyjnej i elektrochemicznej, technologii obróbek powierzchniowych, technologii obróbek laserowych oraz wielokryterialnej optymalizacji procesów obróbek erozyjnych i ściernych. Badania naukowe ukierunkowane są również na analizę warstwy wierzchniej, badania właściwości mechanicznych - (twardości dynamicznej) materiałów i cienkich warstw przy dużych prędkościach odkształceń z zastosowaniem nanosekundowego impulsu laserowego. Istotnym obszarem zainteresowań zespołów badawczych Zakładu są również wysokowydajne techniki obróbki stopów lekkich i trudnoobrabialnych w przemyśle lotniczym.

##### 4.4.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Badania obróbek ściernych: szlifowanie, gładzenie, dogładzanie oscylacyjne, docieranie, hydropolerowanie, obróbka w pojemnikach i przetłoczno-ścierna; rozwój nowych

- sposobów obróbek: niekonwencjonalne szlifowanie ściernicami segmentowymi i gładzenie powierzchni krzywoliniowych;
- Badania podstawowe, stosowane, wdrożeniowe i modelowanie komputerowe obróbki elektrochemicznej ciągłej (ECM), impulsowej (PECM), elektroerozyjnej (EDM, WEDM), szybkiego drążenia elektroerozyjnego;
  - Badania obróbek hybrydowych w tym: ścierno-elektrochemicznej, elektroerozyjno-ultradźwiękowej, magnetyczno-ścierniej. Budowa i badania specjalizowanych obrabiarek ECM;
  - Badania podstawowe, stosowane, wdrożeniowe i modelowanie komputerowe stopowania elektroerozyjnego;
  - Badania podstawowe i stosowane oraz modelowanie komputerowe procesów obróbki powierzchniowej nagniataniem gładkościowym, umacniającym oraz oscylacyjnym. Budowa przyrządów obróbkowych;
  - Programowanie i opracowanie technologii obróbki w tym powierzchni krzywoliniowych na obrabiarki sterowane numerycznie (2 - 5 osi) w zintegrowanych systemach CAD/CAM/CAE; opracowanie postprocesorów obrabiarkowych, biomechaniczne zastosowania systemów CAD/CAM; integracja systemów CAD/CAM z systemami pomiarowymi i obróbkowymi (CMM i inne);
  - Badania warstwy wierzchniej oraz opracowywanie nowych metod i przyrządów do jej oceny - ukierunkowanie głównie na badania po obróbkach elektroerozyjnych, stopowaniu elektroerozyjnym, szlifowaniu, obróbce laserowej, obróbkach hybrydowych (np. magnetyczno-ścierniej). Badania stanu warstwy wierzchniej - analiza wpływu właściwości warstwy wierzchniej części na wytrzymałość zmęczeniową, odporność na zużycie ściernie, odporność na korozję.

#### 4.4.2 Laboratoria:

##### Laboratorium Obróbek Erozyjnych (Centrum Obróbek Erozyjnych)

Laboratorium stanowi bazę naukowo-dydaktyczną, skoncentrowaną na badaniach dotyczących obróbek erozyjnych materiałów trudnoobrabialnych. Prowadzone prace badawcze dotyczą opracowania nowych technologii obróbek erozyjnych i ich optymalizacji.

Wyposażenie:

- Unikalny zestaw centrów elektroerozyjnych firmy Charmilles Technologies, w tym wycinarki elektroerozyjne – centra obróbkowe CNC sterowane w 5. osiach do wycinania elektrodą drutową: ROBOFIL-190, ROBOFIL-290 i ROBOFIL-440;
- Centra obróbkowe CNC - drążarki elektroerozyjne: ROBOFORM-30 CE, elektroerozyjna drążarka FORM 2-LC sterowana numerycznie w osi Z przeznaczona do drążenia w głębokiego;
- Drążarki elektrochemiczne: DEL-2 i DEL-4;
- Obrabiarka laserowa Trotec 360;
- Obrabiarka do wysokowydajnego elektroerozyjnego drążenia małych i głębokich otworów DRIL 20;
- Specjalistyczne oprogramowanie do projektowania procesów technologicznych i sterowania procesem obróbki: CAM-ECM, opracowane w Zakładzie oprogramowanie do projektowania i modelowania procesów elektrochemicznych.

##### Laboratorium Obróbek Ściernych

Laboratorium stanowi bazę naukowo-dydaktyczną, skoncentrowaną na badaniach dotyczących poprawy własności użytkowych przedmiotów poprzez zastosowanie obróbek dokładnościowo-gładkościowych.

Wyposażenie:

- Dogładzarka oscylacyjna Gisholt;
- Skomputeryzowane stanowiska do badania procesu szlifowania i dogładzania oscylacyjnego;
- Stanowisko do obróbki hydro-ścierniej oraz strumieniem kulek szklanych;
- Wygładzarki: wibracyjne, rotacyjne, kaskadowe i planetarne;
- Stanowisko do badań niekonwencjonalnego gładzenia powierzchni krzywoliniowych;
- Stanowisko do badań obróbki ścierno-elektrochemicznej.

### Laboratorium Metrologii Wielkości Geometrycznych

Laboratorium stanowi bazę naukowo-dydaktyczną, skoncentrowaną na badaniach metrologii wielkości geometrycznych. Prowadzone prace dotyczą zarówno pomiaru i analizy struktury geometrycznej powierzchni i zarysu powierzchni 2D i 3D jak również kontroli wymiarów i odchyłek kształtu i położenia. Istotną częścią Laboratorium są również badania nieniszczące z użyciem defektoskopu.

Wyposażenie:

- Maszyna pomiarowa CNC Zeiss-Vista współpracująca z systemami komputerowymi Calypso 3.5 oraz Holos NT;
- Maszyna pomiarowa VIS MROa z możliwością skanowania z krokiem czasowym;
- Skomputeryzowany system Taylron 100 z analizą harmoniczną odchyłek kołowości i płaskości;
- Profilometry: Form Talysurf Series 2, Talysurf 10M i Surtronic 3+ z układem do komputerowej analizy struktury geometrycznej powierzchni;
- Przyrząd do kontroli kół zębatych krzywek ZEISS;
- Stanowisko do pomiaru naprężeń warstwy wierzchniej metodą usuwania warstw;
- Mikroskopy warsztatowe;
- Narzędzia i przyrządy pomiarowe do pomiarów długości i kąta;
- Skaner laserowy do pomiarów 3D, szczególnie przydatny w technologii Reverse Engineering.

### Laboratorium Zaawansowanych Systemów CAD/CAM

Laboratorium stanowi bazę naukowo-dydaktyczną, skoncentrowaną na optymalizacji procesów technologicznych. Prowadzone prace dotyczą poprawy dokładności wymiarowo-kształtowych przedmiotów szczególnie po obróbkach erozyjnych w wyniku tworzenia nowych postprocesorów optymalizujących drogę prowadzenia narzędzia. Laboratorium wyposażone jest w oprogramowanie pozwalające na modelowanie zaawansowanych geometrycznie części w systemach CAD, jak również projektowanie zaawansowanych procesów technologicznych na obrabiarki sterowane numerycznie w systemach CAM.

Wyposażenie:

Oprogramowanie pozwalające na modelowanie zaawansowanych geometrycznie części w systemach CAD, jak również projektowanie zaawansowanych procesów technologicznych na obrabiarki sterowane numerycznie w systemach CAM

- Dwie pracownie komputerowe wyposażone są w oprogramowanie CAD: Solid Works, NEXTENGINE, CAM: Esprit CAM, Peps, Keller, CAD/CAM/CAE: Creo Parametric Technology;
- Obrabiarki sterowane numerycznie: Frezarka CNC MiniMill Hass, Tokarka CNC TL -1, na których realizowane są procesy obróbkowe.

### Laboratorium Warstwy Wierzchniej

Laboratorium stanowi bazę naukowo-dydaktyczną, skoncentrowaną na badaniach stanu warstwy wierzchniej po obróbkach. W Laboratorium przeprowadzane są analizy wpływu właściwości warstwy wierzchniej części na między innymi: wytrzymałość zmęczeniową, odporność na zużycie ściernie, odporność na korozję.

Wyposażenie:

- Twardościomierze Rockwella i Brinella;
- Stanowisko do badań: naprężeń warstwy wierzchniej, struktury metalograficznej, rozkładu mikrotwardości, struktury geometrycznej powierzchni, właściwości refleksyjnych powierzchni, odkształceń stykowych powierzchni chropowatych, zużycia ściernego.

### Laboratorium Obróbki Powierzchniowej Zgniotem

W Laboratorium znajduje się kompletny zestaw maszyn i oprzyrządowania technologicznego i pomiarowego do obróbki powierzchniowej zgniotem.

Wyposażenie:

- Stanowisko do badań nagniatania tocznego wałków i tulei;
- Głowice i urządzenia pomocnicze do nagniatania oscylacyjnego, łuskującego i ślizgowego narzędziami diamentowymi;
- Urządzenie do wibrokulowania;
- Defektoskop ultradźwiękowy;
- Stanowisko do badań naprężeń własnych;
- Prasa hydrauliczna;
- Twardościomierz Rockwella i Brinella.

## 4.5 Zakład Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych

Zakład Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych prowadzi działalność w zakresie szeroko rozumianego przetwórstwa tworzyw polimerowych. Ta działalność obejmuje zagadnienia związane z wytwarzaniem nowych materiałów polimerowych oraz cyklem projektowania i produkcji wyrobów z tworzyw, obejmującym projektowanie wyrobów, procesów

technologicznych oraz maszyn i narzędzi do przetwórstwa. Ze względu na ogromną różnorodność tworzyw polimerowych oraz różnorodność produkowanych wyrobów, stosowane są tu różne procesy technologiczne wysokiego zaawansowania. W perspektywie strategicznej rozwoju, działalność naukowa Zakładu zostanie rozszerzona na zagadnienia reologii krwi, żywności, farb i kosmetyków oraz zagadnienia przetwórstwa żywności czy procesów poligraficznych. Te zagadnienia są pokrewne procesom materiałowym i przetwórczym tworzyw polimerowych.

#### 4.5.1 Główne obszary działalności naukowo-badawczej Zakładu:

- Badania teoretyczne i doświadczalne procesów wytwarzania i przetwórstwa zaawansowanych materiałów polimerowych: mieszanin polimerów, kompozytów i nanokompozytów polimerowych oraz biopolimerów;
- Badania teoretyczne i doświadczalne procesów wytłaczania jednoślیمakowego i dwuślیمakowego tworzyw oraz wtryskiwania – budowa modeli komputerowych procesu;
- Komputerowe modelowanie przepływów lepkich i lepkosprężystych w procesach przetwórstwa tworzyw na podstawie narzędzi CFD (programów MES obliczeniowej mechaniki płynów, np. ANSYS-POLYFLOW), oraz komputerowe wspomaganie projektowania procesu wtryskiwania tworzyw na podstawie specjalizowanych programów MES, np. AUTODESK-MOLDFLOW, CADMOULD-3D;
- Modelowanie własności reologicznych tworzyw polimerowych;
- Badania w zakresie recyklingu tworzyw polimerowych.

#### 4.5.2 Laboratoria:

##### Laboratorium Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych

Wyposażenie:

- Stanowisko do badań technologicznych i konstrukcyjnych procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych zbudowane w oparciu o wtryskarkę FORMOPLAST 235/80 (wypożyczoną w zestaw badawczych form wtryskowych);
- Wytłaczarka T-32 (wyposażona w wymienne ślimaki i głowice);
- Stanowisko do badania procesu termoformowania;
- Stanowisko do badania procesu prasowania tworzyw, tworzyw upłynnionych i proszków;
- Stanowisko do zgrzewania oporowego oraz zgrzewania prądami wysokiej częstotliwości.

##### Laboratorium Materiałów Niemetalowych i Kompozytów

Wyposażenie:

- Stanowisko do badania właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych na podstawie maszyny wytrzymałościowej Fu-1000e z szafą sterowniczą o zakresie obciążenia od 1 do 10 KN i zakresie prędkości rozciągania od 2,56 do 1100 mm/min.(uchwyty do rozciągania, przyrząd do zginania (próbek) i przyrząd do ściskania);
- Stanowisko do badania materiałów ciągnowych;
- Stanowisko do badania tłumienności tworzyw sztucznych;
- Stanowisko do badania tarcia tworzyw sztucznych i inne.



## Laboratorium Maszyn i Automatykacji Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych

### Wyposażenie:

- Stanowisko diagnostyczne procesu wtryskiwania tworzyw na podstawie wtryskarki UT90 z systemem sterowania MOOG-BUHL CPC-2000;
- Stanowisko diagnostyczne procesu wytłaczania tworzyw na podstawie wytłaczarki T-45/27 wyposażonej w wymienne układy uplastyczniające, ślimaki i głowice wytłaczarskie: urządzenie kalibrujące, chłodzące i odbierające linii wytłaczania;
- Prasa hydrauliczna;
- Stanowisko diagnostyczne procesu formowania swobodnego z rozdmuchem.

## Laboratorium Komputerowego Wspomagania Projektowania w Przetwórstwie Tworzyw

### Wyposażenie:

- Sprzęt komputerowy PC dużej mocy obliczeniowej;
- Zaawansowane oprogramowanie umożliwiające modelowanie wielowymiarowych przepływów lepkich i lepkosprężystych (ANSYS-POLYFLOW);
- AUTODESK-MOLDFLOW – program symulacji procesu wtryskiwania tworzyw;
- SSEM, TSEM - programy symulacji procesu wytłaczania jednoślismakowego i dwuślismakowego;
- Programy modelowania reologicznego - VISFIT, CAPSIM, MWD, REO, MFI.

## 5. WSPÓŁPRACA Z PRZEMYSŁEM

### Współpracę z przemysłem należy rozumieć jako

- MFO S.A., Kożuszki Parcel 70 A, 96-500 Sochaczew, Kontynuacja współpracy w obszarze wspólnych wniosków o granty badawczo-rozwojowe. Podpisanie umowy dot. wykonania usługi badawczej pt. „Opracowanie Badanie wpływu geometrii narzędzi i parametrów procesu na jakość wyrobu – złożonego profilu kształtowego”.
- STOMILEX sp. z o.o., ul. Warszawska 49/51, 05-820 Piastów, Kontynuacja współpracy w ramach prowadzenia praktycznych badań naukowych lub prac rozwojowych: ekspertyz i opracowań naukowych – analiza własności użytkowych wyrobów wykonywanych w procesie kształtowania otworów i otworów gwintowanych w profilach cienkościennych. Celem pracy było określenie możliwości kształtowania otworów, w tym gwintowanych, w profilach cienkościennych zapewniających wysoką jakość połączenia tych profili z innymi elementami.
- MATT Maciej Stachulski, ul. Dobra 2, 96-313 Jaktorów-Kolonia (kontynuacja z lat ubiegłych – Umowa z 2016 r. – kolejny etap), Współpraca przy przygotowaniu wspólnych wniosków o granty badawczo-rozwojowe w ramach Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, dotyczących rozwoju technologii obróbki wirnikowo-ścierniej.
- Wojskowe Zakłady Lotnicze Nr 4 S.A., ul. Księcia Bolesława 1/3, 01-452 Warszawa (kontynuacja z lat ubiegłych – Umowa z 2016 r. – kolejny etap). Badania dotyczące przyczyn nadmiernego zużycia się węzła napędu głównej pompy paliwowej silnika RD-33,
- Wojskowe Zakłady Lotnicze Nr 1 S.A. w Dęblinie, ul Lotników Polskich 4, 08-521 Dęblin (kontynuacja z lat ubiegłych – Umowa z 2015 r. – kolejny etap). Elektroerozyjne wykonywanie otworów chłodzących w łopatkach silników lotniczych.
- Abplanalp Sp. z o.o., ul. Kostrzyńska 36, 02-979 Warszawa (kontynuacja z lat ubiegłych – Umowa z 2015 r. – kolejny etap). Współpraca w ramach: Keller Centrum Szkoleniowe CNC, Esprit CAD/CAM Software, współudział w szkoleniach, praktyki inżynierskie dla studentów, współpraca w ramach: HATEC – Centrum Edukacji Technicznej Haas, współudział w szkoleniach, praktyki inżynierskie dla studentów.
- GF Machining Solution Sp. z o.o., Al. Krakowska 81, Sękocin Nowy, 05-090 Raszyn / Warszawa (kontynuacja z lat ubiegłych – Umowa z 2015 r. – kolejny etap). Współpraca w ramach: Competence Center GF AgieCharmilles, współudział w szkoleniach, praktyki inżynierskie dla studentów.
- Stała współpraca z średnimi i małymi przedsiębiorstwami w zakresie obróbek erozyjnych i wykańczających, szczególnie obróbka skomplikowanych kształtów w materiałach trudnoobrabialnych, realizowana w ramach zamówień realizowanych przez Zakład Obróbek Wykańczających i Erozyjnych.
- Zakłady Metalowe „MESKO”, ul. Legionów 122, 26-111 Skarżysko-Kamienna. Współpraca w zakresie wolframowych stopów ciężkich.
- Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Poligraficznego, ul. Zagadki 21, 02-227 Warszawa
- Radomskie Centrum Innowacji i Technologii Sp. z o.o., ul. Tarnobrzaska 8, 26-613 Radom. Umowa zawarta 15.11.2016 w związku z podjęciem przez strony współpracy w zakresie technologii druku 3D.
- F.H. „LAYMAN" Mirosław Zemke, ul. Malborska 91b, 82-300 Elbląg. Umowa z dnia 1.09.2016. Przedmiotem umowy jest współpraca naukowa i badawczo-rozwojowa w obszarach szczególnie ważnych dla gospodarki kraju, ze szczególnym uwzględnieniem

tworzenia innowacyjnych rozwiązań technologicznych i produkowanych dla przemysłu meblarskiego.

- Przedsiębiorstwo Wielobranżowe "STYL" Sp. j., al. Tysiąclecia 1, 82-300 Elbląg. Umowa o współpracy wieloletniej, zawarta w dniu 01.09.2016. Dotyczy prac badawczych na zlecenie przedsiębiorstwa związanych z opracowaniem nowych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych.
- Infosystems S.A., ul. Okrzei 1A, 03-715 Warszawa. Umowa o współpracy naukowo-badawczej z dnia 9.05.2016. Celem umowy jest określenie ogólnych zasad współpracy dotyczącej działalności WIP oraz Infosystems S.A., która w niesformalizowanej formie trwa od wielu lat w zakresie prowadzenia badań naukowych i prac rozwojowych w dziedzinie poligrafii i mechaniki, przystosowania wyników prac do potrzeb praktyki oraz ich wdrażania w podmiotach przemysłowych.
- MM Szynaka Living Sp. z o.o., ul. Lubawska 8, 14-200 Iława. Umowa o współpracy wieloletniej zawarta w dniu 05.06.2016. Przedmiotem umowy jest współpraca naukowa i naukowo-badawcza w obszarach ważnych dla gospodarki kraju, związanych z przemysłem meblarskim.
- TIZ-IMPLEMENTS Sp. z o.o., ul. Kocjana 1 lok. U4, 01-473 Warszawa. Współpraca w ramach listu intencyjnego, podpisanego w dniu 20.12.2016, m.in. w zakresie wymiany doświadczeń mających na celu podniesienie jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Produkcji, uczestnictwa zespołów badawczych i pracowników we wspólnych projektach krajowych i międzynarodowych, współpracy w zakresie transferu wiedzy i technologii oraz współpracy związanej z organizacją praktyk dla studentów Wydziału oraz realizowania prac dyplomowych.
- GERDA Hydomat S.A., ul. Łopuszańska 53, 02-232 Warszawa. Współpraca w ramach listu intencyjnego, podpisanego w dniu 26.09.2016, m.in. w zakresie wymiany doświadczeń mających na celu podniesienie jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Produkcji, współpracy w zakresie transferu technologii i komercjalizacji wyników wspólnych badań naukowych, a także współpracy związanej z organizacją praktyk dla studentów Wydziału oraz realizowania prac dyplomowych.
- Pracownia Konstrukcyjna Narzędzi Roman Ziemia, ul. Przemysłowa 2, 05-220 Zielonka. Współpraca w ramach listu intencyjnego, podpisanego w dniu 03.01.2017, m.in. w zakresie wymiany doświadczeń mających na celu podniesienie jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Produkcji, współpracy w zakresie transferu technologii i komercjalizacji wyników wspólnych badań naukowych, a także współpracy związanej z organizacją praktyk dla studentów Wydziału oraz realizowania prac dyplomowych.
- UDS Sp. z o.o., ul. Nowy Kawęczyn 32a, 96-115 Nowy Kawęczyn. Współpraca w ramach listu intencyjnego, podpisanego w dniu 25.04.2017, m.in. w zakresie wymiany doświadczeń mających na celu podniesienie jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Produkcji, współpracy w zakresie transferu technologii i komercjalizacji wyników wspólnych badań naukowych, a także współpracy związanej z organizacją praktyk dla studentów Wydziału oraz realizowania prac dyplomowych.
- AMS Consulting Sp. z o.o., ul. Hankiewicza 2, 02-103 Warszawa. Współpraca w ramach listu intencyjnego, podpisanego w dniu 22.05.2017, m.in. w zakresie wymiany doświadczeń mających na celu podniesienie jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Produkcji, współpracy w zakresie transferu technologii i komercjalizacji wyników wspólnych badań naukowych, a także współpracy związanej z organizacją praktyk dla studentów Wydziału oraz realizowania prac dyplomowych.
- Secura B.C. Sp. z o.o., ul. Prochowa 42, 04-388 Warszawa. Współpraca w ramach listu intencyjnego, podpisanego w dniu 23.06.2017, m.in. w zakresie wymiany doświadczeń mających na celu podniesienie jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Produkcji,

- współpracy w zakresie transferu technologii i komercjalizacji wyników wspólnych badań naukowych, a także współpracy związanej z organizacją praktyk dla studentów Wydziału oraz realizowania prac dyplomowych.
- TRUMPF Huettinger Sp. z o.o., ul. Marecka 47, 05-220 Zielonka. Współpraca w ramach listu intencyjnego, podpisanego w dniu 05.10.2017, m.in. w zakresie wymiany doświadczeń mających na celu podniesienie jakości kształcenia na Wydziale Inżynierii Produkcji, współpracy w zakresie transferu technologii i komercjalizacji wyników wspólnych badań naukowych, a także współpracy związanej z organizacją praktyk dla studentów Wydziału oraz realizowania prac dyplomowych.
  - FABA S.A., ul. Przemysłowa 1, 09-130 Baboszewo. Audyty zewnętrzne systemów zarządzania jakością wg ISO 9001; zakres certyfikacji: projektowanie, rozwój, produkcja, sprzedaż i serwis narzędzi do maszynowej obróbki metalu i drewna – Audit recertyfikacyjny (dr hab. inż. Jan Bagiński, prof. PW).
  - ZŁOTECKI Spółka z o.o., Żelechlin 2, 88 -111 Rojewo. Audyty zewnętrzne systemów zarządzania jakością wg ISO 9001; zakres certyfikacji: projektowanie i produkcja tłoków, sworzni tłokowych. Produkcja komponentów do maszyn i urządzeń – Audit nadzoru (dr hab. inż. Jan Bagiński, prof. PW).
  - Danfoss Poland sp. z o.o., ul. Chrzanowska 5, 05-825 Grodzisk Mazowiecki. Współpraca przy przygotowaniu wspólnego wniosku o grant typu bon technologiczny. Badania dotyczące technologii nitowania styków bimetalicznych srebro-miedź.
  - Novo-Pak sp. z o.o. z siedzibą w Otwocku, ul. Juliusza Słowackiego 9, 05-400 Otwock. Podpisanie umowy o realizację projektu badawczego (22.11.2017 r.). Tytuł projektu: „Badania mieszka sprężystego celem rozpoczęcia produkcji innowacyjnego pojemnika z bezciśnieniowym systemem produkcji” Zadanie nr 1 Opracowanie teorii wytrzymałości mieszka sprężystego. Realizowany przez Zamawiającego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020, Działanie 1.2 Działalność badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw. Budżet projektu: 125.000 zł netto, Kierownik projektu: Piotr Szulewski. Liczba naukowców zatrudnionych przy realizacji projektu: 5 osób
  - Cieszyńskie Zakłady Kartoniarstwo S.A., ul. Frysztacka 23, 43-300 Cieszyn. Podpisanie umowy o realizację projektu badawczego (27.10.2017 r.). Tytuł projektu: „Usługa badawcza mająca na celu opracowanie nowej gamy innowacyjnych produktów wytwarzanych jednostkowo i w małych seriach oraz zaprojektowanie linii produkcyjnej zgodnej z wymaganiami Przemysłu 4.0.” Nr wniosku: POIR.02.03.02-24-0043/17, realizowany przez Zamawiającego w ramach Działania 2.3 „Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw”, Poddziałania 2.3.2 „Bony na innowacje dla MŚP” Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020. Budżet projektu: 270.000 zł netto. Kierownik projektu: dr inż. Przemysław Oborski. Liczba naukowców zatrudnionych przy realizacji projektu: 16 osób
  - Udział w przygotowaniu wniosku o realizację projektu w ramach Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego, Pierwsza Oś Priorytetowa RPO WM 2014 – 2020, Działanie 1.1 Działalność badawczo - rozwojowa jednostek naukowych. Tytuł projektu: Kampus Nowych Technologii Akcelerator Innowacyjności Politechniki Warszawskiej, Planowany okres realizacji projektu: od 01-06-2017 do 31-12-2020. Wartość ogółem: 136.203.149 zł. Koordynator obszaru Przemysłu 4.0 – dr inż. Przemysław Oborski
  - ACCIONA Construcción, Madryt, Hiszpania, Współpraca przy przygotowaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
  - Arçelik, Sztambuł, Turcja, Współpraca przy przygotowaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.

- Centro de Automática y Robótica, Madryt, Hiszpania. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- Daikin Industries Czech Republic, Plzeň, Czechy. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- Espeo Software, Poznań, Polska. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- Fagor AOTEK, Arrasate-Mondragón, Hiszpania. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- FluidHouse, Jyväskylä, Finlandia. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- Havamax Solutions, Tampere, Finlandia. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- ICONICS Europe, Sassenheim, Holandia. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- INCAS, Vigliano Biallese, Włochy. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- Instituto Tecnológico de Informática, Valencia, Hiszpania. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- INTEGRASYS, Madryt, Hiszpania. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- KOLSTER, Olsztyn, Polska. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- NETAS Telecommunications, Stambuł, Turcja. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- SCM Group, Rimini, Włochy. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.
- Quva, Tampere, Finlandia. Współpraca przy przygotowywaniu wniosków o granty badawczo-rozwojowe UE.

## 6. SYNTETYCZNY OPIS NAJWAŻNIEJSZYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH I POZANAUKOWYCH (ZA ROK 2017)

### 6.1 INSTYTUT MECHANIKI I POLIGRAFII

- Wydanie książki – Monografii „Drukowanie natryskowe (ink-jet)”
- Wydanie książki – Monografii “Offset papers suitable for ink-jet printing”
- Wydanie publikacji „Artystyczne techniki graficzne”
- Seria prac w czasopismach JCR dotyczących biomechaniki oraz badań metamateriałów i ich zastosowań w inżynierii biomedycznej.

### 6.2 INSTYTUT ORGANIZACJI SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH

- Przygotowanie i opublikowanie przez dr. inż. Eryka Głodzińskiego dwóch monografii, dotyczących problematyki efektywności w zarządzaniu projektami, zarówno w ujęciu teoretycznym jak również z perspektywy wykonawcy, na przykładzie sektora budowlanego: „Efektywność w zarządzaniu projektami. Wymiary, koncepcje, zależności”, PWE, Warszawa 2017; „Efektywność w zarządzaniu projektami budowlanymi. Perspektywa wykonawcy”, OWPW, Warszawa 2017. Prace te stanowiły podstawę ubiegania się Autora o stopień naukowy doktora habilitowanego;
- Przygotowanie i opublikowane przez pracowników Instytutu artykułów w prestiżowych czasopismach w bazie JCR (lista A), a także publikacji konferencyjnych umieszczonych w bazie Web of Science;
- Opublikowanie zespołowej monografii pt. „Innowacje w działalności gospodarczej. Ujęcie mezo i mikro”, która koncentruje się na uwarunkowaniach wpływających na tworzenie i dyfuzję innowacji. W publikacji przedstawiono interdyscyplinarne spojrzenie na podejmowaną problematykę. Wyodrębniono aspekty (infrastrukturalne, rolno-środowiskowe i inne), związane z tworzeniem przewagi konkurencyjnej oraz kreowaniem przedsiębiorczości technologicznej. Zdefiniowano zakres wspomagania zarządzania innowacjami przez inżynierię systemów oraz analizę i ocenę zdolności przedsiębiorstw do wdrażania innowacji.

### 6.3 INSTYTUT TECHNIK WYTWARZANIA

- Opracowanie innowacyjnej koncepcji inteligentnych modułowych spersonalizowanych opakowań wykorzystujących technologię RFID/NFC oraz druk i bigowanie cyfrowe oraz wykrawanie laserowe (opracowanie: dr inż. Przemysław Oborski) w ramach projektu badawczego: „Usługa badawcza mająca na celu opracowanie nowej gamy innowacyjnych produktów wytwarzanych jednostkowo i w małych seriach oraz zaprojektowanie linii produkcyjnej zgodnej z wymaganiami Przemysłu 4.0.”. Opracowana koncepcja została rozwinięta realizowanego dla Cieszyńskich Zakładów Kartoniarskich S.A. Na podstawie wyników projektu badawczego Zamawiający zgłosił do Urzędu Patentowego RP dwa zgłoszenia patentowe oraz trzy wzory przemysłowe.
- **Utworzenie Platformy Przemysłu 4.0. na Politechnice Warszawskiej.** Platforma została powołana Decyzją Jego Magnificencji Rektora nr 99/2017 z dnia 2017.06.12. Pracami platformy kieruje Zespół powołany przez Rektora w składzie: dr inż. Przemysław Oborski – Wydział Inżynierii Produkcji, Instytut Techniki Wytwarzania – przewodniczący zespołu, dr inż. Aleksander Buczacki – Wydział Inżynierii Produkcji, Instytut Organizacji

Systemów Produkcyjnych, dr inż. Paweł Wnuk – Wydział Mechatroniki, dr inż. Paweł Domański – Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych, dr inż. Michał Rządkowski – Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa. Celem Platformy jest pełniejsze wykorzystanie i rozwój potencjału Politechniki Warszawskiej w obszarze Przemysłu 4.0 oraz wsparcie niezbędnej transformacji polskiego przemysłu zgodnie z ideą czwartej rewolucji przemysłowej.

- Opublikowanie serii artykułów dotyczących procesu wytłaczania jednoślimakowego polimerowych kompozytów drzewnych.
- Wykonano badania modelowo-doświadczalne procesu wytłaczania jednoślimakowego polimerowych kompozytów drzewnych jako podstawy budowy systemu komputerowego wspomagania tego procesu. Prace stanowiły część zadań w ramach grantu NCN pt. „Model procesu wytłaczania jednoślimakowego polimerowych kompozytów drzewnych”.
- Wilczyński K., Buziak K., Lewandowski A., Wilczyński K.J., Nastaj A.: „Modeling and Experimental Studies on Single Screw Extrusion of Wood-Polymer Composites”, Proceedings of the 33<sup>rd</sup> Annual Meeting of the Polymer Processing Society PPS-33, Cancun 2017, art.S01-7.
- Wilczyński K.J., Buziak K.: „Badanie przepływu polimerowych kompozytów drzewnych w procesie wytłaczania jednoślimakowego z dozowanym zasilaniem”, Polimery 2017, nr 9, s.680-685, 15pkt, *IF=0,778*
- Opracowanie serii publikacji dotyczących kompleksowych badań modelowych, optymalizacyjnych i skalujących procesu wytłaczania w celu budowy zintegrowanego systemu modelująco-optymalizującego procesów ślimakowych przetwórstwa tworzyw. Na podstawie prac badawczych zespołu pracowników Zakładu Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych, opublikowano serie artykułów:
- Wilczyński K., Nastaj A., Wilczyński K.J.: „A Computer Model for Starve-Fed Single-Screw Extrusion of Polymer Blends”, Advances in Polymer Technology 2017, s.1-10, DOI:10.1002/adv.21873, 30pkt, *IF=1,291*
- Nastaj A., Wilczyński K.: „Optimization for Starve Fed/Flood Fed Single Screw Extrusion”, Proceedings of the European Meeting of the Polymer Processing Society, Dresden 2017, art.S03-245.
- Nastaj A., Wilczyński K.: „Optimization for Starve Fed/Flood Fed Single Screw Extrusion”, Proceedings of the European Meeting of the Polymer Processing Society, Dresden 2017, art.S03-245.
- Lewandowski A., Wilczyński K.: „FEM Modeling of Polymer Melting in Extrusion Process”, Proceedings of the Advances in Plastics Technology Conference, Sosnowiec 2017, art.17, s. 256-257.
- Organizacja konferencji Fizyczne i Matematyczne Modelowanie Procesów Technologicznych – FiMM 2018, Jabłonna
- Wykonano badania modelowo-doświadczalne procesu wytłaczania jednoślimakowego polimerowych kompozytów drzewnych jako podstawy budowy systemu komputerowego

## 7. IDENTYFIKACJA POZIOMU TECHNOLOGICZNEGO

Przedstawione informacje pozyskane zostały na podstawie bezpośrednich kontaktów z twórcami. Ich analiza i umieszczenie w niniejszym raporcie za zgodą twórców nie narusza interesu stron biorących udział w ich realizacji, a szczegółowe informacje dostępne są w Instytutach realizujących zadania. Prezentowane dane nie reprezentują całej działalności Wydziału.

### 7.1 Sposób wytwarzania wkładu balistycznego dodatkowego i wkład balistyczny dodatkowy do kamizelek kuloodpornych

#### 7.1.1 Właściciel praw

Właścicielem praw do patentu jest Politechnika Warszawska , numer prawa wyłącznego : PAT.224964.

Obecnie technologia/produkt znajduje się na III/IV TRL.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania wkładu balistycznego dodatkowego i wkład balistyczny do kamizelek kuloodpornych, mający zastosowanie jako dodatkowy element tłumiący i rozpraszający energię uderzenia pocisku, zwiększający miejscową odporność kamizelki. W rozwiązaniu według wynalazku siatka przeznaczona na wkład balistyczny jest wytwarzana z wykorzystaniem technik przyrostowych, generatywnych (Rapid Manufacturing), poprzez spiekanie proszku wiązką lasera lub elektronów. Dzięki wykorzystaniu technologii generatywnych możliwe jest wykonanie w jednym procesie technologicznym elementu złożonego jako części wieloobiektowej, bez potrzeby stosowania późniejszej wykańczającej obróbki ubytkowej. W tak wytworzonym materiale efekt przejścia i pochłonięcia części skoncentrowanej energii kinetycznej pocisku i jego odłamków oraz zaburzenia procesu penetracji i zniszczenia dalszych warstw uzyskiwany jest poprzez zachowanie warunku gęstości pozornej warstwy, to jest stosunku pustej przestrzeni między powtarzalnymi elementami do całkowitej objętości warstwy wynoszącego od 5 do 60%. Wkład balistyczny dodatkowy według wynalazku może być łatwo formowany w dowolnym rozmiarze w zależności od wielkości kamizelki, jako wyrób gotowy, łatwo dopasowujący się do kształtu ciała, łączący zalety elastycznych i twardych wkładów balistycznych. Zwiększa to komfort użytkownika przy jednoczesnym zapewnieniu wystarczającej ochrony przed penetracją pocisku w kolejne warstwy i w ciało ludzkie. Siatka zastosowana jako dodatkowy wkład balistyczny cechuje się mniejszym ciężarem w stosunku do konstrukcji segmentowych, ze względu na niższy stosunek wagi warstwy do całkowitej jej powierzchni, przy zachowaniu podobnej jak dla litego materiału odporności na uderzenie. Cecha ta, podobnie jak duża elastyczność, wynikająca z możliwości wzajemnego przemieszczania się luźno przeplecionych elementów powtarzalnych, zwiększa możliwości motoryczne użytkownika oraz pozwala na zwiększenie powierzchni chronionej ciała. Zespół posiada kompetencje do rozwinięcia technologii/produktu do IX TRL do czego wymagane jest dalsze prowadzenie badań aplikacyjnych. Aktualnie prace są kontynuowane przez doktoranta pracującego pod opieką dr hab. inż. Marcin Bajkowskiego na WIP PW.

### 7.2 Tłumik magnetoreologiczny jednostronnego działania z wirowym tłokiem



### 7.2.1 Właściciel praw

Właścicielem praw do patentu jest Politechnika Warszawska , numer prawa wyłącznego : PAT.225314

Obecnie technologia/produkt znajduje się na IV TRL.

Przedmiotem wynalazku jest tłumik magneto reologiczny jednostronnego działania z wirowym tłokiem, służący jako element tłumiący - rozpraszający drgania liniowe występujące w układach mechanicznych ze szczególnym uwzględnieniem układów gdzie występują szybkozmienne wymuszenia wysokoenergetyczne, zwłaszcza w broniach samoczynno samopowtarzalnych i działach armatnich. Tłumik według wynalazku nadaje się do stosowania w układach, gdzie wymagany jest jak najszybszy powrót tłoczyska do położenia pierwotnego. Powszechnie stosowane ciecze magnetoreologiczne mają dużą lepkość, a co za tym idzie nawet po zdjęciu do wartości zerowej prądu sterowania powrót tłoczyska do położenia pierwotnego jest związany z koniecznością prze tłoczenia cieczy magnetoreologicznej pomiędzy komorami roboczymi, tłokową i tłoczyskową. W rozwiązaniu według wynalazku, powrót tłoczyska do położenia pierwotnego następuje w sposób ułatwiony ze względu na rozłączenie sprzęgła jednokierunkowego ciernego przy ruchu powrotnym. Stosowanie wynalazku jest wskazane zwłaszcza w układach, gdzie występują wymuszenia o charakterze szybko powtarzalnych impulsów wysokoenergetycznych. Do takich układów należą wszelkiego rodzaju bronie samoczynno samopowtarzalne, gdzie wskazanym jest zastosowanie tłumików magnetoreologicznych do tłumienia odrzutu broni. Szybkostrzelność takich układów może dochodzić do 3500 strzałów na minutę w przypadku broni wielolufowych napędowych. Jednocześnie konstrukcja tłumika będącego obiektem patentu znajduje swoje zastosowanie jako sterowany oporopowrotnik armatni i może być stosowany bez względu na kaliber. Zespół posiada kompetencje do rozwinięcia technologii/produktu do IX TRL do czego wymagane jest dalsze prowadzenie badań aplikacyjnych.

### 7.3 Aktywny wkład balistyczny i kamizelka kuloodporna z aktywnym wkładem balistycznym

#### 7.3.1 Właściciel praw

Właścicielem praw do patentu jest Politechnika Warszawska, numer prawa wyłącznego : PAT.226594

Obecnie technologia/produkt znajduje się na II TRL. Przedmiotem wynalazku jest aktywny wkład balistyczny i kamizelka kuloodporna z aktywnym wkładem balistycznym służącym jako element tłumiący-rozpraszający energię uderzenia pocisku wystrzeliwanego z broni strzeleckiej o zmiennych parametrach wytworzony z wykorzystaniem elastomerów magnetoreologicznych, zwłaszcza jako wkład dodatkowy. Wkład według wynalazku jest złożony z powtarzalnych elementów wykonanych bez stosowania połączeń (rozłączalnych i nierozłączalnych) w generatywnych technikach wytwarzania (RP/RM –Rapid Prototyping & Rapid Manufacturing). Zmienna sztywność wkładu balistycznego uzyskiwana jest przez zanurzenie spiekanej lub spajanej wieloobietkowej struktury, opisaną w zgłoszeniu patentowym PL 408260, w elastomerze magnetoreologicznym i sterowanie jego własnościami przez zmiany zewnętrznego pola magnetycznego indukowanego prądem. Jednolita warstwa elastomeru magnetoreologicznego z wkładem w postaci siatki wytworzonej bez zastosowania

połączeń montażowych z wykorzystaniem technik przyrostowych, generatywnych (Rapid Prototyping/Rapid Manufacturing), poprzez spiekanie proszku wiązką lasera lub elektronów, stanowi podstawową warstwę ochronną zatrzymującą i/lub niszczącą pocisk oraz pochłaniającą i rozpraszającą jego energię kinetyczną. Warstwa ta cechuje się różną sztywnością w zależności od potrzeb. Zróżnicowane własności materiału kompozytowego uzyskuje się przez indukowanie pola magnetycznego prądem o różnym natężeniu. Czasowe usztywnienie materiału dodatkowego wkładu balistycznego zwiększa skuteczność ochrony w momencie wystąpienia zagrożenia. Odłączenie działania pola magnetycznego w pozostałym okresie zmniejsza sztywność warstwy, co w połączeniu z luźną strukturą wkładu zwiększa komfort użytkowania i zapewnia duży zakres ruchów. Taka aktywna kamizelka kuloodporna z wkładem o hybrydowej budowie pozwala na optymalizację parametrów konstrukcji wkładu i wypracowanie kompromisu między bezpieczeństwem a ergonomią kamizelki kuloodpornej. Zastosowanie w kamizelce kuloodpornej wkładu dodatkowego z warstwy dopasowującej się do kształtu ciała zwiększa komfort jej użytkowania przy jednoczesnym zapewnieniu, poprzez zastosowane materiały, ochrony przed penetracją pocisku w kolejne warstwy i w ciało ludzkie. Warstwa wkładu balistycznego złożona z powtarzalnych elementów cechuje się mniejszym ciężarem w stosunku do istniejących rozwiązań, czyli mniejszym stosunkiem wagi warstwy do całkowitej jej powierzchni. Siatkowa budowa zapewnia odciążenie wagowe elementu ochronnego przy zachowaniu podobnej jak dla litego materiału odporności na uderzenie, a okresowe usztywnienie warstwy dyspersyjnej w postaci elastomeru magnetoreologicznego pozwala podnieść własności wytrzymałościowe i odporność na uderzenie dynamiczne. Zespół posiada kompetencje do rozwinięcia technologii/produktu do IX TRL do czego wymagane jest dalsze prowadzenie badań aplikacyjnych. Uwaga wymagany jest szeroki zakres badań nad układem sterowania elastomerem MR. Brak tej technologii wyklucza zastosowanie wkładu w praktyce! Jest to podstawowe ryzyko badawcze zidentyfikowane i wskazane w patencie.

#### 7.4 Układ do identyfikacji chwili wyjścia pocisku z lufy broni strzeleckiej

##### 7.4.1 Właściciel praw

Właścicielem praw do patentu jest Politechnika Warszawska, numer prawa wyłącznego: PAT.224965

Obecnie technologia/produkt znajduje się na IX TRL i jest z powodzeniem stosowana w skali laboratoryjnej na PW WIP.

Technologia/produkt jest gotowa do wdrożenia. Przedmiotem wynalazku jest układ do identyfikacji chwili wyjścia pocisku z lufy broni strzeleckiej. Identyfikacja chwili wyjścia pocisku z lufy i odniesienie jej do przebiegu ciśnienia w komorze nabojeowej broni ma niezwykle istotne znaczenie dla obliczeń dotyczących balistyki wewnętrznej broni strzeleckiej. Układ do identyfikacji chwili wyjścia pocisku z lufy broni strzeleckiej, wyposażony w bramkę drutową zamocowaną w poprzek wylotu lufy, z drutami przyłączonymi do obwodu elektrycznego rejestratora, według wynalazku charakteryzuje się tym, że końce drutów są oddzielone od siebie szczeliną usytuowaną na drodze pocisku w odległości  $L$  od czoła lufy, gdzie odległość  $L$  jest równa długości pocisku, przy czym druty tworzące bramkę drutową są usytuowane promieniowo względem osi lufy, zaś czoło pocisku ma zewnętrzną powierzchnię przewodzącą prąd elektryczny. Korzystnym jest, jeżeli wymiar szczeliny wynosi od 0,5 do 1,5 mm w zależności od typu i promienia zaokrąglenia wierzchołka pocisku. Korzystnym jest

także, jeżeli bramka jest zamocowana za pomocą sztywnej nasadki do lufy. Układ według wynalazku pozwala na dokładny pomiar i identyfikację chwili wyjścia pocisku na podstawie sygnału zwarcia drutów przez wierzchołek pocisku w kształcie ostrołuku, lub przez powierzchnię czołową zaokrągloną odpowiednim promieniem, jeśli wierzchołek pocisku nie jest ostrołukiem. Warunkiem jest, aby zewnętrzna powierzchnia wierzchołka lub czoła pocisku przewodziła prąd elektryczny. Pomiar realizowany układem według wynalazku jest niewrażliwy na wypychane przed pociskiem zanieczyszczenia, cząsteczki oleju, sprężane przed pociskiem powietrze, przerywające się między pociskiem a przewodem lufy gazy prochowe i inne czynniki zakłócające. Ponadto obserwowany czas narastania sygnału jest krótszy od stosowanego w pomiarach balistycznych kroku próbkowania sygnału, co eliminuje problem ustalenia poziomu sygnału odpowiadającego chwili opuszczenia przewodu lufy przez pocisk.

## 7.5 Rodzina sterowanych kolb magnetoreologicznych do broni ramiennej

### 7.5.1 Właściciel praw

Właścicielem praw jest Politechnika Warszawska,

Prawo własności ma charakter nieopatentowanej wiedzy technicznej będącej wynikiem prac B+R realizowanych w ramach programu PBS finansowanego ze środków NCBiR

Obecnie technologia znajduje się na VIII /IX TRL w zależności której kolby dotyczy. Czy ma to być układ samoczynno samopowtarzalny czy jedynie powtarzalny. Istotą wynalazku jest umieszczenie w kolbie broni strzeleckiej płynnie sterowanego magnetoreologicznego układu tłumiącego rozpraszającego energię odrzutu w procesie strzelania (pojedynczy strzał lub seria). Zastosowanie w układzie kolby płynnie sterowanego tłumika magnetoreologicznego znacząco wpływa na zmniejszenie wartości siły pchnięcia oddziaływującej na strzelca, jak również ogranicza przemieszczenie ruchomego elementu kolby.

Mając na uwadze ograniczenia przestrzeni kolby broni strzeleckiej, płynnie sterowany układ magnetoreologiczny umieszczony może być w osi kolby, lub w dowolnym miejscu przestrzeni kolby poprzez odpowiednie układy adaptujące. Poprzez zastosowanie w kolbie broni ramiennej płynnie sterowanego magnetoreologicznego układu tłumiącego wykorzystującego materiały „inteligentne” - ciecze magnetoreologiczne (ang. smart materials) w dynamicznej strukturze układu broń-strzelec i odpowiedniego płynnego sterowania ich własnościami uzyskuje się:

- korzystny wpływ na przemieszczenia elementów układu, które zarówno z punktu widzenia eksploatacyjnego jak i matematycznego, zapewnią możliwie optymalne wartości wielkości charakteryzujących odrzutu broni, zarówno podczas strzelania amunicją strzelecką ogniem pojedynczym, jak również ogniem seryjnym, czy też w przypadku strzelania granatami nasadkowymi,
- poprawę celności strzałów pojedynczych i strzałów oddawanych w serii,
- znaczne zmniejszenie wartości siły pchnięcia oddziaływującej na strzelca, co znacząco wpływa na komfort użytkowania broni.

Mając na względzie obowiązujące w broni strzeleckiej ograniczenia opracowano koncepcję modyfikacji i przystosowania przykładowej konstrukcji kolby karabinu do współpracy z płynnie sterowanym magnetoreologicznym układem tłumienia, którego zastosowanie pozwoliło na osiągnięcie optymalnych wartości parametrów zjawiska odrzutu.

Przedmiot wynalazku składa się z płynnie sterowanego magnetoreologicznego układu tłumienia w postaci cylindrycznego tłumika z przelotowym tłoczyskiem, umieszczonego suwliwie w specjalnie ukształtowanym korpusie kolby, prowadzonego pierścieniem, który to poprzez przedni korpus mocowania łączy korpus tłumika z korpusem broni. Przedni korpus mocowania posiada charakterystyczne ukształtowanie umożliwiające przemieszczanie się tłoczyska tłumika oraz stabilne połączenie z korpusem broni. Tłoczysko tłumika osadzone jest nieruchomo w korpusie kolby za pomocą opory tylnej, która ma kształt dostosowany do konstrukcji kolby. Odpowiednie ustawienie robocze tłumika w korpusie kolby oraz powrót tłoczyska do położenia pierwotnego zapewnia sprężyna. Głównym problemem wdrożenia tego rozwiązania jest specyficzny rynek broni charakteryzujący się znacznymi obstrzeniami i wymagający przeprowadzenia licznych badań dopuszczeniowych.

7.6 Technologia wzmacniania nawojowego autoklawów ciśnieniowych pracujących w warunkach np. nieustalonego pełzania

7.6.1 Właściciel praw

Właścicielem praw jest Politechnika Warszawska oraz Konsorcjant Przemysłowy AMMONO S.A ( UWAGA !!! Spółka znajduje się pod nadzorem syndyka i jest w upadłości) ,

Prawo własności ma charakter nieopatentowanej wiedzy technicznej będącej wynikiem prac B+R realizowanych w ramach programu INNOTECH II finansowanego ze środków NCBiR

Technologia znajduje się na VIII/IX posiomie TRL. Zakończone zostały badania przemysłowe. Projekt został przerwany ze względu na upadłość konsorcjanta. Przedmiotowa technologia jest wynikiem częściowych prac zrealizowanych jedynie przez PW WIP w ramach projektu. Projekt ze względu na upadłość konsorcjanta – AMMONO S.A. został zrealizowany, zgodnie z przywróconym dofinansowaniem jedynie w zakresie badań przynależnych jednostce naukowej. Spowodowało to brak możliwości realizacji części zadań o charakterze prac rozwojowych. Część

niezrealizowana dotyczyła m.in. budowy i badań modelowego autoklawu. Skutkuje to brakiem osiągnięcia, w zakresie finalnego celu wniosku, poziomu gotowości technologicznej pozwalającego na wdrożenie wyników prac w pierwotnej formie, czyli zastosowania nowej konstrukcji autoklawu ciśnieniowego z zewnętrznymi elementami grzewczymi, wzmocnionego nawojem taśmy pracującego okresowo w warunkach nieustalonego pełzania do hodowli kryształów GaN. Aktualnie unikatową technologię hodowli (know-how) posiada w swej dyspozycji jedynie syndyk masy upadłościowej konsorcjanta AMMONO S.A. Jedynie ta firma posiada zarodki, technologię oraz infrastrukturę, które pozwoliłyby na wdrożenie wyników prac osiągniętych w trakcie realizacji zadań częściowych (zakończonych) w formie pierwotnie przewidywanej. Wielkość urządzeń, przewidzianych w projekcie zakładała możliwość wdrożenia nowej konstrukcji do przemysłowej produkcji kryształów GaN, o wielkościach nieznajdujących odpowiedników na rynku (2” – 2,5”). Niestety, w świetle informacji jakie uzyskaliśmy, Syndyk Ammono S.A. nie wykazuje chęci inwestowania w rozwój technologii, i dalsze badania, które mogłyby doprowadzić do dokończenia planowanych prac, pozwalając na osiągnięcie IX TRL, co otworzyło by dopiero drogę do pełnego wdrożenia wyników zrealizowanych prac. Realizacja części zadań częściowych (przynależnych jednostce naukowej

i w minimalnym stopniu konsorcjantowi) wskazuje jednak na powstanie cząstkowych elementów instalacji do nawojowego wzmacniania konstrukcji rurowych przy zachowaniu kontrolowanych parametrów naciągu taśmy. Te cząstkowe rozwiązania mają same w sobie potencjał wdrożeniowy. Przykładowo istnieją uzasadnione przypuszczenia, że technologia ta będzie mogła być zastosowana przy produkcji wysokich masztów radarowych o konstrukcji rurowej (teleskopowej), których wdrożenie do produkcji jest planowane, przy realizacji projektów zbrojeniowych, związanych z programami Wisła i Narew. Programy te zakładają nie tylko dostawy gotowych baterii przeciwlotniczych i przeciwrakietowych średniego i krótkiego zasięgu, ale również możliwość pozyskania nowych technologii dla polskiego przemysłu zbrojeniowego. W przypadku polskiej radiolokacji chodzi przede wszystkim o uruchomienie produkcji radarów z aktywnymi antenami i to pracujących w bardzo różnych pasmach. Jednak tego typu programy, pomijając wieloletnie harmonogramy, obarczone są licznymi ograniczeniami związanymi z zastrzeżeniami licencyjnymi. Lider monitoruje w. wym. programy i stara się zainteresować przemysł zbrojeniowy koncepcją wprowadzenia polskich technologii, jako jednego z elementów produkcji właśnie stacji radiolokacyjnych. Brakującym ogniwem w polskich zasobach technologicznych przemysłu zbrojeniowego jest właśnie możliwość produkcji masztów radarowych o odpowiednich parametrach wytrzymałościowych. Upatrywana jest szansa zastosowania właśnie technologii nawojowego produkowania konstrukcji na rdzeniach z wykorzystaniem modyfikowanej nawijarki i hamulca MR opracowanych w ramach niniejszego projektu.

**Ze względu na obecność konsorcjanta w projekcie i objęcie części prac klauzulą tajemnicy wymagane jest wyjaśnienie kwestii możliwości korzystania z technologii z konsorcjantem ( w upadłości) oraz przedyskutowania tego z NCBR.**

7.7 Hamulec magnetoreologiczny długofalowego działania do stabilizacji działania układu nawojowego nawijarki do wzmacniania konstrukcji rurowych

7.7.1 Właściciel praw

Właścicielem praw jest Politechnika Warszawska oraz Konsorcjant Przemysłowy AMMONO S.A ( UWAGA !!! Spółka znajduje się pod nadzorem syndyka i jest w upadłości) ,

Prawo własności ma charakter nieopatentowanej wiedzy technicznej będącej wynikiem prac B+R realizowanych w ramach programu INNOTECH II finansowanego ze środków NCBiR

Produkt w postaci hamulca MR jest na IX TRL. Wymaga przeprowadzenia prac przedwdrożeńowych i adaptacji układu sterowania do nowych potrzeb zależnych od branży. Opracowany hamulec ze względu na swoją sterowalną charakterystykę posiada potencjał wdrożeniowy. Jest to konstrukcja, która ze względu na możliwość przenoszenia zmiennych obciążeń, może być wykorzystywana w formie tak hamulca, jak i tłumika obrotowego (po drobnych modyfikacjach) w elementach zawieszenia (wahaczy) w ciężkim sprzęcie wojskowym, budowlanym i górniczym. Zespół Politechniki Warszawskiej planuje w najbliższym czasie wydanie monografii dotyczącej opracowania i badań hamulców magnetoreologicznych, które to opracowanie będzie swoistym rozwinięciem i podsumowaniem działań zrealizowanych w projekcie. Autor zakłada, że opracowany hamulec będzie mógł

znaleźć inne zastosowania, nie tylko planowane w projekcie, co pozwoli na komercjalizację przynajmniej tej części rezultatów projektu. Wytworzony w ramach projektu prototyp posiada cechy, które kwalifikują go do znacząco ulepszanego produktu (zgodnie z nomenklaturą Oslo Manual) – posiada znacząco zmienione parametry w stosunku do dostępnych na rynku konstrukcji. Planowane jest działanie zmierzające do zainteresowania przedmiotową konstrukcją przedstawicieli przemysłu, ze szczególnym uwzględnieniem producentów sprzętu wojskowego. (np. ZM Tarnów). Monografia w momencie powstania, pomijając aspekt naukowy, będzie doskonałą bazą do rozpropagowania szerszego stosowania układów magnetorelogicznych w konstrukcjach, niezwiązanych w sensie stricte z głównym celem projektu. Wydanie opracowania w formie tak papierowej jak i elektronicznej pozwoli na dotarcie za pomocą meilingu (wersji elektronicznej) do wybranych potencjalnych firm branży maszyn ciężkich. Kompleksowość opracowania pozwoli na skierowanie tego produktu do szerokiego grona przedstawicieli przemysłu.

**Ze względu na obecność konsorcjanta w projekcie i objęcie części prac klauzulą tajemnicy wymagane jest wyjaśnienie kwestii możliwości korzystania z technologii z konsorcjantem ( w upadłości) oraz przedyskutowania tego z NCBR**

## 8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawiony raport stanowi wstęp do określenia potencjału technologicznego, a co za tym idzie również innowacyjności Wydziału Inżynierii Produkcji w rozumieniu procesów badawczych i rozwojowych. Działanie jednostki naukowo badawczej jaką jest Wydział należy rozumieć dwupoziomowo, w pierwszej kolejności jako potencjał naukowy wynikający z realizacji badań podstawowych oraz w na drugim poziomie jako jednostki oferującej usługi badawczo projektowe interesariuszom zewnętrznym. Za interesariuszy zewnętrznych należy rozumieć inne jednostki naukowe oraz szeroko rozumiany przemysł, jednakże na potrzeby raportu wstępnego nie ma potrzeby kreowania tego podziału. Rozdział na przedstawione poziomy jest kolejnym etapem bardziej szczegółowej analizy potencjału Wydziału.

Udział prac badawczych podstawowych do prac realizowanych na rzecz interesariuszy zewnętrznych wskazuje pozycję Wydziału na tle innych jednostek PW oraz zewnętrznych jednostek o zbliżonym profilu. Działania związane w wejściem w życie nowej ustawy o szkolnictwie wyższym w pewien sposób eliminują profity pozanaukowe jako nie stanowiące o potencjale jednostki. Niemniej jednak Struktura Wydziału stanowi wachlarz produktów i usług, które „kupowane” są w postaci zleceń badawczych, ekspertyz, opinii i innych, w których wymagane jest naukowe zbadanie tematu. Wydział IP realizuje takie prace w sposób ciągły, we współpracy z innymi jednostkami PW oraz z zewnętrznymi, a które to często nie są katalogowane z uwagi na „niską jakość”, „niski dochód” lub inne czynniki wynikające z przyjętych stereotypów. Jednakże, Wydział IP jest jedną z niewielu jednostek PW, która cyklicznie wydaje w formie broszury tzw. Sprawozdanie Dziekana stanowiące podsumowanie działania Wydziału w okresie roku kalendarzowego. Sprawozdanie to obok informacji podstawowych, których zakres zmian jest związany z reorganizacją i doposażaniem infrastruktury badawczej, zawiera dane o najważniejszych efektach działalności naukowej i rozwojowej, realizowanej w ramach badań własnych i działań we współpracy z interesariuszami zewnętrznymi. Tak jak wspominałem jest to wykaz ogólny i nie zawiera informacji pokazującej efekty tejże działalności w postaci wartości trwałych – wzrost potencjału badawczego oraz wartości niematerialnych i prawnych – w postaci uzyskanych patentów, wzorów użytkowych, licencji, i innych oraz ich komercjalizacji.

Inną ważną jednostką działającą w strukturze wydziału jest Biuro ds. współpracy z pracodawcami wraz z Radą Konsultacyjną Pracodawców, której działanie może zostać wykorzystane – zsynchronizowane z działaniem wydziałowego brokera technologii.

Wskazania dalszej działalności:

- uzyskanie pisemnego upoważnienia od Dziekana/Prorektora na wgląd do odnośnych dokumentów i raportów,
- pozyskanie informacji o potencjale technologicznym Wydziału, tj.:
  - wartości niematerialne wynikające z realizacji prac badawczych własnych i zewnętrznych
  - wartości niematerialne i prawne
  - określenie poziomu gotowości technologicznej
  - określenie poziomu komercjalizacji we współpracy z CZLiTT