



Ocena programowa

Profil ogólnoakademicki

## Raport Samooceny

---

Nazwa i siedziba uczelni prowadzącej oceniany kierunek studiów:

**Politechnika Warszawska**

**Plac Politechniki 1**

**Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa**

**ul. Nowowiejska 24**

**00-665 Warszawa**

Nazwa ocenianego kierunku studiów: **mechanika i projektowanie maszyn**

1. Poziom/y studiów: **pierwszego stopnia i drugiego stopnia**
2. Forma/y studiów: **studia stacjonarne, studia niestacjonarne**
3. Nazwa dyscypliny, do której został przyporządkowany kierunek<sup>1,2</sup>

### Studia pierwszego stopnia

W przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny:

- a. Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku.

Nazwa dyscypliny wiodącej	Punkty ECTS	
	liczba	%
inżynieria mechaniczna	189	90

- b. Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku.

L.p.	Nazwa dyscypliny	Punkty ECTS	
		liczba	%
1	automatyka, elektronika i elektrotechnika	21	10

### Studia drugiego stopnia

Nazwa dyscypliny wiodącej	Punkty ECTS	
	liczba	%
inżynieria mechaniczna	91	100

<sup>1</sup>Nazwy dyscyplin należy podać zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz. U. 2018 poz. 1818).

<sup>2</sup> W okresie przejściowym do dnia 30 września 2019 uczelnie, które nie dokonały przyporządkowania kierunku do dyscyplin naukowych lub artystycznych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 5 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późn. zm.) podają dane dotyczące dotychczasowego przyporządkowania kierunku do obszaru kształcenia oraz wskazania dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, do których odnoszą się efekty kształcenia.

## Efekty uczenia się zakładane dla ocenianego kierunku, poziomu i profilu studiów

### Efekty uczenia się dla studiów I stopnia

#### – profil ogólnoakademicki na kierunku mechanika i projektowanie maszyn, prowadzonym na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa

##### Objaśnienia:

<sup>[1]</sup> Wyróżniono symbole efektów przypisanych do dyscypliny wiodącej – inżynierii mechanicznej.

<sup>[2]</sup> „Odniesienie – Senat” oznacza odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji dla profilu ogólnoakademickiego (symbol I) lub odniesienie dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie (symbol III) określonych **Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r.** w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji (Dz.U. z 2018 r., poz. 2218) i uwzględnia odpowiednio Kod składnika charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji określony w uchwale Senatu PW w sprawie przyjęcia przez Politechnikę Warszawską kodu składnika charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego

<sup>[3]</sup> „Odniesienie – Ustawa” oznacza odniesienie do uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji, określonych w załączniku do **Ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji** (t.j. Dz. U. z 2018 r. poz. 2153).

<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
	<b>Wiedza</b>		
<b>MiBM1_W01</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie matematyki, podstaw fizyki, chemii i informatyki konieczną do formułowania i rozwiązywania prostych zadań związanych z mechaniką i projektowaniem maszyn.	I.P6S_WG.o	P6U_W
MiBM1_W02	Ma podstawową wiedzę w zakresie wybranych dyscyplin technicznych i nietechnicznych powiązanych z kierunkiem MiPM, obejmującą m.in. zagadnienia: nauki o materiałach, inżynierii wytwarzania, <b>elektrotechniki i elektroniki, sterowania i regulacji</b> , informatyki, programowania i metod numerycznych, organizacji i zarządzania.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<b>MiBM1_W03</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki ogólnej, układu punktów materialnych oraz mechaniki ciała stałego oraz wytrzymałości materiałów i konstrukcji. Zna metody analiz i wspomagające je narzędzia komputerowe w tym zakresie wiedzy.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<b>MiBM1_W04</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki cieczy i gazów oraz termodynamiki, dotyczącą typowych zjawisk technicznych występujących w budowie i eksploatacji maszyn, lotnictwie i energetyce.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<b>MiBM1_W05</b>	Ma szczegółową wiedzę dotyczącą metod modelowania w inżynierii mechanicznej, w tym zasady i procedurę tworzenia modeli stanów i procesów, charakterystycznych dla urządzeń mechanicznych, umożliwiającą prowadzenie obliczeń inżynierskich oraz badań analitycznych i eksperymentalnych.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<b>MiBM1_W06</b>	Ma szczegółową wiedzę o ogólnych i szczegółowych zasadach projektowania urządzeń mechanicznych oraz o zasadach i procedurach prowadzenia obliczeń inżynierskich, wspomagających proces projektowania.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<b>MiBM1_W07</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod pomiarowych wielkości mechanicznych i	I.P6S_WG.o	P6U_W

<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
	cieplno-przepływowych z uwzględnieniem analizy dokładności pomiarów.	III.P6S_WG	
MiBM1_W08	Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą zasad grafiki inżynierskiej i zapisu konstrukcji oraz nowoczesnych komputerowych systemów CAD/CAM/CAE wspomagających projektowanie maszyn i urządzeń mechanicznych.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
MiBM1_W09	Ma wiedzę ogólną o strukturze typowych urządzeń i systemów technicznych oraz ich zespołach, w tym o układach przenoszenia napędu. Ma podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń i systemów, zwłaszcza o fazach ich projektowania, wytwarzania i eksploatacji	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
MiBM1_W10	Ma podstawową wiedzę o niezawodności urządzeń mechanicznych i bezpieczeństwie związanym z ich eksploatacją oraz o metodach uwzględniania tych problemów w projektowaniu obiektów	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
MiBM1_W11	Ma wiedzę ogólną niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej, w tym wiedzę z zakresu ekonomii, organizacji i zarządzania, norm i przepisów	I.P6S_WK III.P6S_WK	P6U_W
MiBM1_W12	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością, oraz prowadzenia działalności gospodarczej. Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości	I.P6S_WK III.P6S_WK	P6U_W
MiBM1_W13	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	I.P6S_WK III.P6S_WK	P6U_W
	<b>Umiejętności</b>		
MiBM1_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (Internetu), także w języku obcym. Potrafi je integrować, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski i formułować opinie.	I.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U02	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach.	I.P6S_UK	P6U_U
MiBM1_U03	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim sprawozdanie z wykonanej pracy badawczej lub opracowanie innego typu dotyczące problematyki Mechaniki i Projektowania Maszyn.	I.P6S_UK	P6U_U
MiBM1_U04	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i w języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu inżynierii mechanicznej oraz prowadzić dyskusję dotyczącą tej prezentacji.	I.P6S_UK	P6U_U
MiBM1_U05	Ma umiejętność samokształcenia się.	I.P6S_UU	P6U_U
MiBM1_U06	Ma umiejętności językowe w zakresie Mechaniki i Projektowania Maszyn zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	I.P6S_UK	P6U_U
MiBM1_U07	Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań	I.P6S_UW.o	P6U_U

<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
	typowych dla działalności inżyniera mechanika.		
MiBM1_U08	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty wspomagające proces projektowania urządzeń technicznych, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi wykorzystywać do tego metody statystyki matematycznej. Potrafi na podstawie wyników badań projektować ulepszenia urządzeń i systemów.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U09	Potrafi dostrzegać problemy inżynierskie w zakresie inżynierii mechanicznej oraz formułować zadania wynikające z nich i koncepcje rozwiązań tych zadań. Potrafi tworzyć modele wykorzystywane w badaniach analitycznych, symulacyjnych i eksperymentalnych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U10	Ma zdolność dostrzegania ograniczeń fizycznych, prawnych, normalizacyjnych i ekonomicznych konieczną w formułowaniu zadań inżynierskich.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U11	Ma zdolność widzenia określonej całości, której częścią jest rozwiązywany problem, i przy formułowaniu zadań inżynierskich potrafi integrować wiedzę z różnych obszarów technicznych i nietechnicznych (w tym – ekonomii, organizacji i zarządzania).	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U12	Potrafi zaprojektować proste urządzenie mechaniczne lub system, uwzględniając ograniczenia techniczne i nietechniczne. W procesie projektowania potrafi wykorzystywać także wiedzę niezwiązaną bezpośrednio z szeroko rozumianą mechaniką, w szczególności dotyczącą: <b>zjawisk elektrycznych (w tym przy doborze urządzeń elektrycznych i elektronicznych do układów mechanicznych), automatyki i robotyki, w tym zastosowań układów sterowania i regulacji w układach mechanicznych</b> , systemów operacyjnych, baz danych i sieci komputerowych, metod numerycznych, wspomagających badania i obliczenia w zakresie inżynierii mechanicznej.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U13	Potrafi projektować i konstruować elementy maszyn i układy mechaniczne z wykorzystaniem metod CAD/CAM/CAE.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U14	Potrafi tworzyć (lub przystosowywać typowe) modele stanów i zjawisk charakterystycznych dla inżynierii mechanicznej, niezbędne do prowadzenia obliczeń inżynierskich oraz badań analitycznych i eksperymentalnych, w tym modele: eksploatacji obiektu, przebiegu obciążeń i naprężeń, wymiany ciepła i masy oraz procesu spalania, właściwości materiałów i elementów oraz wpływu na nie technik wytwarzania.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U15	Potrafi przeprowadzić niezbędne obliczenia inżynierskie oparte na utworzonych przez siebie lub właściwie dobranych modelach	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U16	W procesie projektowania potrafi dobrać właściwe techniki wytwarzania elementów urządzeń mechanicznych niezbędne do nadania im cech, umożliwiających poprawne funkcjonowanie projektowanego urządzenia.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U

<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
MiBM1_U17	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym w aspekcie niezawodności, a zwłaszcza bezpieczeństwa. Potrafi przeprowadzić analizę niezawodności projektowanego przez siebie urządzenia lub systemu (lub już eksploatowanego) oraz analizę bezpieczeństwa związanego z jego funkcjonowaniem, a wyniki analiz wykorzystać do wprowadzania ulepszeń ze względu na niezawodność i bezpieczeństwo	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U18	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą.	I.P6S_UO	P6U_U
MiBM1_U19	Potrafi dokonać wstępnej oceny ekonomicznej podejmowanych działań w zakresie inżynierii mechanicznej.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U20	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne: urządzenia, systemu i procesu. Potrafi zaproponować sposoby ulepszeń.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U21	Potrafi praktycznie wykorzystać metody matematyczne, metody numeryczne oraz komputerowe metody symulacyjne do modelowania prostych zagadnień technicznych typowych dla Mechaniki i Projektowania Maszyn	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
MiBM1_U22	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	I.P6S_UO	P6U_U
<b>Kompetencje społeczne</b>			
MiBM1_K01	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	I.P6S_KO	P6U_K
MiBM1_K02	Ma świadomość ważności roli i odpowiedzialności społecznej inżyniera. Dostrzega wpływ działalności inżynierskiej na życie i zdrowie ludzi oraz środowisko naturalne	I.P6S_KO	P6U_K
MiBM1_K04	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie i innych zadania, w tym najskuteczniejsze sposoby rozwiązania określonego problemu inżynierskiego.	I.P6S_KK	P6U_K
MiBM1_K05	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu, w tym problemy etyczne.	I.P6S_KR	P6U_K
MiBM1_K06	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i poszerzania jej przez całe życie. Potrafi uzupełniać własną wiedzę i umiejętności, niezbędne do twórczej pracy w zawodzie inżyniera. Potrafi inspirować oraz organizować proces uczenia się innych osób	I.P6S_KK	P6U_K
MiBM1_K07	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, w tym do przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały.	I.P6S_KR	P6U_K

**Uwaga:** Efekty uczenia się MiBM1\_W02 i MiBM1\_U12 odnoszą się bezpośrednio do kompetencji powiązanych z dyscypliną automatyka, elektronika i elektrotechnika (odpowiednie fragmenty sformułowania tych efektów wyróżniono czcionką pogrubioną)

**Całkowita liczba efektów uczenia się – 41 (13 W, 22 U, 6 K)**

**Liczba efektów przypisanych (wyłącznie) do dyscypliny wiodącej – 39, procentowo 95%**

## Efekty uczenia się dla studiów II stopnia

### – profil ogólnoakademicki na kierunku mechanika i projektowanie maszyn, prowadzonym na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa

#### Objaśnienia:

<sup>[1]</sup> Wyróżniono symbole efektów przypisanych do dyscypliny wiodącej – inżynierii mechanicznej.

<sup>[2]</sup> „Odniesienie – Senat” oznacza odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji dla profilu ogólnoakademickiego (symbol I) lub odniesienie dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie (symbol III) określonych **Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r.** w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji (Dz.U. z 2018 r., poz. 2218) i uwzględnia odpowiednio Kod składnika charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji określony w uchwale Senatu PW w sprawie przyjęcia przez Politechnikę Warszawską kodu składnika charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego

<sup>[3]</sup> „Odniesienie – Ustawa” oznacza odniesienie do uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji, określonych w załączniku do **Ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji** (t.j. Dz. U. z 2018 r. poz. 2153).

<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
	<b>Wiedza</b>		
<b>MiBM2_W01</b>	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, podstaw fizyki i informatyki konieczną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań typu symulacyjnego związanych z Mechaniką i Projektowaniem Maszyn.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<b>MiBM2_W02</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki analitycznej oraz mechaniki ciała stałego.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<b>MiBM2_W03</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki cieczy i gazów oraz termodynamiki, w szczególności dla typowych cieplno-przepływowych zjawisk technicznych.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<b>MiBM2_W04</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie analizy, projektowania i eksploatacji maszyn, urządzeń oraz procesów cieplno-przepływowych.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<b>MiBM2_W05</b>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zaawansowanych metod pomiarowych wielkości cieplno-przepływowych.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<b>MiBM2_W06</b>	Ma uporządkowaną zaawansowaną wiedzę dotyczącą nauki o materiałach i inżynierii wytwarzania w zakresie niezbędnym przy projektowaniu i eksploatacji maszyn i urządzeń mechanicznych	I.P7S_WG.o	P7U_W
<b>MiBM2_W07</b>	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z metodami analizy wytrzymałościowej konstrukcji mechanicznych, w tym wykorzystujących narzędzia komputerowe.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
<b>MiBM2_W08</b>	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z metodami modelowania i analizy zjawisk mechanicznych i procesów cieplno-przepływowych,	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W



<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
	typowo występujących w zastosowaniach technicznych.		
<b>MiBM2_W09</b>	Ma zaawansowaną wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych w obszarze Mechaniki i Projektowania Maszyn.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
<b>MiBM2_W10</b>	Ma wiedzę ogólną niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
<b>MiBM2_W11</b>	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością, oraz prowadzenia działalności gospodarczej.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<b>MiBM2_W12</b>	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
<b>MiBM2_W13</b>	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
	<b>Umiejętności</b>		
<b>MiBM2_U01</b>	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku obcym; potrafi integrować uzyskane informacje dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U02</b>	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.	I.P7S_UK	P7U_U
<b>MiBM2_U03</b>	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu mechaniki i projektowania maszyn, także dotyczące własnych badań.	I.P7S_UK	P7U_U
<b>MiBM2_U04</b>	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i w języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu mechaniki i projektowania maszyn.	I.P7S_UK	P7U_U
<b>MiBM2_U05</b>	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia a także ukierunkować innych w tym zakresie.	I.P7S_UU	P7U_U
<b>MiBM2_U06</b>	Ma umiejętności językowe w zakresie Mechaniki i Projektowania Maszyn zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U07</b>	Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej w zakresie mechaniki i projektowania maszyn.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U

<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
<b>MiBM2_U08</b>	Potrafi wykorzystywać metody statystyki matematycznej do planowania eksperymentów i działań inżynierskich oraz opracowywania wyników badań i prac inżynierskich.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U09</b>	Potrafi dokonywać zaawansowanych pomiarów wielkości fizycznych, dokonywać analizy zjawisk fizycznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U10</b>	Potrafi posługiwać się aparatem matematycznym do opisu zjawisk fizycznych, zagadnień technicznych i procesów występujących typowo w mechanice i projektowaniu maszyn.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U11</b>	Potrafi stosować wiedzę podstawową z zakresu szeroko rozumianej mechaniki do opisu zjawisk fizycznych i zagadnień technicznych występujących typowo w mechanice i projektowaniu maszyn.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U12</b>	Potrafi porównywać własności mechaniczne, technologiczne i eksploatacyjne materiałów inżynierskich, stosowanych do wytwarzania produktów i ich elementów.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U13</b>	Potrafi praktycznie wykorzystywać komputerowe metody symulacyjne do modelowania zagadnień wytrzymałości konstrukcji i procesów cieplno-przepływowych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U14</b>	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla mechaniki i projektowania maszyn oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U15</b>	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U16</b>	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w mechanice i projektowaniu maszyn.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U17</b>	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U18</b>	Potrafi dokonać wstępnej oceny ekonomicznej podejmowanych działań w zakresie mechaniki i projektowania maszyn.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U19</b>	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić - w zakresie typowym dla mechaniki i projektowania maszyn - istniejące rozwiązania techniczne: urządzenia, obiekty, systemy i procesy.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U20</b>	Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U21</b>	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla mechaniki i projektowania maszyn, w tym zadań	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U

<sup>[1]</sup> Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[2]</sup> Odniesienie – Senat	<sup>[3]</sup> Odniesienie – Ustawa
	nietypowych uwzględniając ich aspekty pozatechniczne.		
<b>MiBM2_U22</b>	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi rozwiązania prostego zadania inżynierskiego, typowego dla mechaniki i projektowania maszyn; w podobnym zakresie potrafi – stosując także koncepcyjnie nowe metody – rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanego kierunku studiów, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U23</b>	Potrafi - zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne, używając właściwych metod, technik i narzędzi (a także przystosowując i modyfikując je do tego celu) - zaprojektować złożone urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla mechaniki i projektowania maszyn.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<b>MiBM2_U24</b>	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	I.P7S_UO	P7U_U
	<b>Kompetencje społeczne</b>		
<b>MiBM2_K01</b>	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i poszerzenia jej przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	I.P7S_KK	P7U_K
<b>MiBM2_K02</b>	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	I.P7S_KO	P7U_K
<b>MiBM2_K04</b>	Rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz potrzebę zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności w samodzielnym rozwiązywaniu problemu.	I.P7S_KK	P7U_K
<b>MiBM2_K05</b>	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	I.P7S_KO	P7U_K
<b>MiBM2_K06</b>	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	I.P7S_KO	P7U_K
<b>MiBM2_K07</b>	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, w tym do przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżyniera; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	I.P7S_KR	P7U_K

**Całkowita liczba efektów uczenia się – 41 (13 W, 22 U, 6 K)**

## Skład zespołu przygotowującego raport samooceny

<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Tytuł lub stopień naukowy/stanowisko/funkcja pełniona w uczelni</b>
Janusz Frączek	Prof. dr hab. inż., dziekan Wydziału MEiL
Artur Rusowicz	Dr hab. inż., prof. uczelni, prodziekan ds. ogólnych
Maciej Jaworski	Dr hab. inż. , prof. uczelni, prodziekan ds. studiów
Marta Poćwierz	Dr inż., starszy wykładowca, prodziekan ds. studenckich
Paweł Pyrzanowski	Dr hab. inż., prof. uczelni, przewodniczący Komisji ds. Jakości Kształcenia
Jacek Szumbariski	Dr hab. inż., profesor uczelni, opiekun kierunku
Paulina Chrobocińska	Mgr inż., pełnomocnik dziekana ds. funduszy strukturalnych
Ewa Stefaniak	Mgr, pełnomocnik dziekana ds. sprawozdawczości naukowej
Izabella Szulc	Mgr, kierownik dziekanatu

## Spis treści

Efekty uczenia się zakładane dla ocenianego kierunku, poziomu i profilu studiów _____	2
Skład zespołu przygotowującego raport samooceny _____	12
Wskazówki ogólne do raportu samooceny _____	14
Prezentacja uczelni _____	15
Część I. Samoocena uczelni w zakresie spełniania szczegółowych kryteriów oceny programowej na kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim _____	16
Kryterium 1. Konstrukcja programu studiów: koncepcja, cele kształcenia i efekty uczenia się ____	16
Kryterium 2. Realizacja programu studiów: treści programowe, harmonogram realizacji programu studiów oraz formy i organizacja zajęć, metody kształcenia, praktyki zawodowe, organizacja procesu nauczania i uczenia się _____	42
Kryterium 3. Przyjęcie na studia, weryfikacja osiągnięcia przez studentów efektów uczenia się, zaliczanie poszczególnych semestrów i lat oraz dyplomowanie _____	57
Kryterium 4. Kompetencje, doświadczenie, kwalifikacje i liczebność kadry prowadzącej kształcenie oraz rozwój i doskonalenie kadry _____	71
Kryterium 5. Infrastruktura i zasoby edukacyjne wykorzystywane w realizacji programu studiów oraz ich doskonalenie _____	82
Kryterium 6. Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w konstruowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów oraz jej wpływ na rozwój kierunku _____	90
Kryterium 7. Warunki i sposoby podnoszenia stopnia umiędzynarodowienia procesu kształcenia na kierunku _____	95
Kryterium 8. Wsparcie studentów w uczeniu się, rozwoju społecznym, naukowym lub zawodowym i wejściu na rynek pracy oraz rozwój i doskonalenie form wsparcia _____	101
Kryterium 9. Publiczny dostęp do informacji o programie studiów, warunkach jego realizacji i osiągniętych rezultatach _____	111
Kryterium 10. Polityka jakości, projektowanie, zatwierdzanie, monitorowanie, przegląd i doskonalenie programu studiów _____	113
Część II. Perspektywy rozwoju kierunku studiów _____	119
Część III. Załączniki _____	120
Załącznik nr 1. Zestawienia dotyczące ocenianego kierunku studiów _____	120
Załącznik nr 2. Wykaz materiałów uzupełniających _____	133

## Wskazówki ogólne do raportu samooceny

Raport samooceny przygotowywany przez uczelnię jest jednym z podstawowych źródeł informacji wykorzystywanych przez zespół oceniający Polskiej Komisji Akredytacyjnej w procesie oceny programowej. Jego głównym celem jest prezentacja koncepcji i programu studiów, uwarunkowań jego realizacji oraz miejsca i roli kształcenia w otoczeniu społecznym i gospodarczym, w odniesieniu **do szczegółowych kryteriów oceny programowej i standardów jakości kształcenia** określonych w załączniku do Statutu Polskiej Komisji Akredytacyjnej, a także refleksja nad stopniem spełnienia tych kryteriów.

Istotnymi cechami raportu samooceny jest analityczne i auto refleksyjne podejście do prezentowanych w nim treści oraz poparcie przedstawianych w raporcie aspektów programu studiów i jego realizacji specyficznymi przykładami stosowanych rozwiązań, ze szczególnym uwzględnieniem wyróżniających je cech oraz dobrych praktyk. Raport powinien być zwięzły. W części I jego objętość nie powinna przekraczać 40 000 znaków.

We wzorze raportu samooceny zawarte zostały wskazówki mówiące o tym, co warto rozważyć i do czego odnieść się w raporcie. Zwrócono w nich uwagę na te elementy, odpowiadające szczegółowym kryteriom oceny programowej i przyjętym standardom jakości, do których odniesienie się umożliwi dokonanie pełnej samooceny, a następnie przeprowadzenie rzetelnej oceny przez zespół oceniający PKA.

Wskazówek tych nie należy traktować jako obligatoryjnych dla uczelni przygotowującej raport samooceny. Uczelnia w samoocenie każdego kryterium ma prawo w pełni autonomicznie przedstawiać kluczowe czynniki uwiarygadniające jego spełnienie. Wyłącznym celem wskazówek jest pomoc w zrozumieniu istoty każdego z kryteriów, wskazanie informacji najważniejszych dla procesu oceny oraz zainspirowanie do formułowania pytań, na które warto poszukiwać odpowiedzi w procesie samooceny i opracowywania raportu, a także w celu doskonalenia jakości kształcenia na ocenianym kierunku.

Należy pamiętać, że zgodnie z § 17 ust. 3 statutu PKA z dnia 13 grudnia 2018 r., Uczelnia powinna opublikować raport samooceny na swej stronie internetowej przed wizytacją zespołu oceniającego.

## Prezentacja uczelni

Politechnika Warszawska, założona w roku 1826, prowadzi nieprzerwaną działalność od roku 1915, kiedy w początkach I Wojny Światowej władze niemieckie zgodziły się na otwarcie Politechniki Warszawskiej (PW) z polskim językiem wykładowym. Od tego czasu datuje się nieprzerwane działanie Politechniki Warszawskiej. W okresie międzywojennym liczba studentów wzrosła z 2530 w r. ak. 1918/19 do 4673 w r. ak. 1938/39. Bezpośrednio po wybuchu II Wojny Światowej, PW przeszła do działalności konspiracyjnej, kontynuując kształcenie na wszystkich wydziałach. Od 1942 roku w budynkach Politechniki funkcjonowała dwuletnia wyższa szkoła techniczna, która zasłużyła się w działalności konspiracyjnej. Do końca 1945 roku uruchomiono wszystkie przedwojenne wydziały, a w następnych latach zorganizowano szereg nowych. Kilka lat po wojnie do Politechniki włączono Szkołę Inżynierską im. H. Wawelberga i St. Rotwanda. Na jej bazie rozbudowano grupę wydziałów mechanicznych. W 1967 roku w ramach Politechniki Warszawskiej utworzono Ośrodek Naukowo-Dydaktyczny w Płocku (dziś: Politechnika Warszawska Filia w Płocku). Od 1991 roku działa Szkoła Biznesu Politechniki. Obecnie Politechnika Warszawska kształci 28 tys. studentów na 20 wydziałach i 50 kierunkach. Personel naukowo-dydaktyczny i techniczny Politechniki liczy obecnie około 4.9 tys. osób, z czego nauczyciele akademicy stanowią niemal połowę. Politechnika Warszawska w wielu klasyfikacjach zajmuje pierwsze miejsce w Polsce wśród uczelni technicznych.

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (MEiL) jest najstarszą i największą w Polsce instytucją edukacyjną oferującą wyższe wykształcenie w dziedzinie lotnictwa. Jego początki sięgają roku 1915, kiedy to na Politechnice Warszawskiej powstał Wydział Budowy Maszyn i Elektrotechniki. Już w 1916 roku powstała Sekcja Lotnicza Koła Mechaników Studentów PW. Działalność tej sekcji doprowadziła do powstania w roku akademickim 1922/23 Oddziału Lotniczego na Wydziale Mechanicznym PW. Pionierami edukacji lotniczej na Politechnice Warszawskiej byli profesor Gustaw Mokrzycki, profesor Maksymilian Tytus Huber i profesor Czesław Witoszyński. Temu ostatniemu zawdzięcza Wydział, ufundowany ze środków Ligi Obrony Powietrznej i Przeciwgazowej budynek, otwarty w 1926 roku jako Instytut Aerodynamiczny Politechniki Warszawskiej. Jest on wykorzystywany do dzisiaj zgodnie ze swoim oryginalnym przeznaczeniem.

Obecnie Wydział kształci studentów studiów stacjonarnych kierunku *mechanika i projektowanie maszyn* (dalej MiPM) na jednej specjalności na studiach pierwszego stopnia (Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego, dalej KWPI) oraz na dwóch specjalnościach na drugim stopniu studiów (również KWPI oraz Modelowanie i Symulacje Komputerowe w Mechanice, dalej MOSKOM). Na studiach niestacjonarnych na tym kierunku Wydział oferuje cztery specjalności: KWPI, Energetyka Ciepła, Lotnictwo i Robotyka. Kształcenie na kierunku *MiPM* odbywa się w języku polskim, aczkolwiek studenci mogą korzystać z oferty kursów prowadzonych na Wydziale w języku angielskim dla specjalności Aerospace Engineering (kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka) i Power Engineering (kierunek Energetyka).

Kształcenie na kierunku MiPM ma charakter elitarny. Liczba punktów, którą muszą osiągnąć kandydaci w procedurze rekrutacyjnej na ten kierunek przekracza zwykle 180 punktów (na 225 możliwych); w tym zakresie kierunek ustępuje tylko kierunkom informatycznym oraz automatyce i robotyce. Progi punktowe przyjęte na stacjonarne studia 1-ego stopnia na kierunku MiPM (poprzednio MiBM, *mechanika i budowa maszyn*) wynosiły w ostatnich latach: 2019 – 185, 2018 – 154, 2017 – 182, 2016 – 185, 2015 – 185, a liczba przyjmowanych kandydatów na ten kierunek podczas każdej rekrutacji w wymienionych latach był równa 30.

## **Część I. Samoocena uczelni w zakresie spełniania szczegółowych kryteriów oceny programowej na kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim**

### **Kryterium 1. Konstrukcja programu studiów: koncepcja, cele kształcenia i efekty uczenia się**

#### ***1.1. Koncepcja kształcenia na tle misji i celów Uczelni oraz Wydziału***

Celem studiów na kierunku MiPM jest przygotowanie absolwenta do podjęcia pracy w firmach konstrukcyjnych i projektowych, w firmach o profilu informatycznym oraz w ośrodkach badawczych. Studiujący na kierunku MiPM na studiach 1-ego stopnia mają uzyskać ogólną wiedzę i niezbędne umiejętności inżynierskie w zakresie modelowania zjawisk i procesów technicznych, projektowania i konstruowania systemów i urządzeń w obszarze szeroko pojętej współczesnej inżynierii mechanicznej. Kształcenie na kierunku MiPM nastawione jest bardziej na zróżnicowanie i poszerzenie zakresu studiów niż wąską specjalizację. Kompetencje absolwenta mają charakteryzować się wszechstronnym przygotowaniem w dyscyplinach podstawowych nowoczesnej inżynierii mechanicznej takich jak: matematyka i metody numeryczne, mechanika, wytrzymałość materiałów, teoria konstrukcji, teoria, projektowanie i technologia maszyn, termodynamika i wymiana ciepła, mechanika płynów, techniki komputerowe, metody optymalizacji. Uzyskanie solidnych podstaw w zakresie wiedzy technicznej, podparte usystematyzowaną znajomością wyżej wymienionych dyscyplin ma dać absolwentowi MiPM elastyczność i potencjał do samokształcenia – cechy niezbędne na współczesnym, dynamicznie zmieniającym się rynku pracy. Taka koncepcja kształcenia określa też rodzaj potencjalnych pracodawców absolwentów kierunku MiPM, przede wszystkim duże firmy i koncerny przemysłowe aktywne w obszarze szeroko pojętej inżynierii mechanicznej, zwykle posiadające własne oddziały badawczo-rozwojowe i wewnętrzne systemy specjalistycznych szkoleń. Firmy tej kategorii preferują zwykle absolwentów posiadających solidne podstawy w zakresie ogólnej wiedzy inżynierskiej, a nie wąsko wykształconych. Podstawowe cele edukacyjne programu kierunku MiPM wychodzą naprzeciw takim oczekiwaniom, chociaż – z drugiej strony – nie ignorują wiedzy i umiejętności szczegółowych i dostarczają ich z odpowiedniej dawce w formie przedmiotów specjalistycznych i obieralnych, a także poprzez indywidualne projekty, prace przejściowe i dyplomowe.

Kształcenie na studiach stacjonarnych kierunku MiPM odbywa się w ramach dwóch specjalności:

- Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego (KWPI) – 1-szy i 2-gi stopień studiów,
- Modelowanie i Symulacje Komputerowe w Mechanice (MOSKOM) – 2-gi stopień studiów.

Podstawowym celem edukacyjnym specjalności KWPI jest dobre przygotowanie absolwenta do pracy w biurach projektowych średnich i dużych firm i koncernów przemysłowych, typowo w przemyśle lotniczym, energetycznym, ale także motoryzacyjnym czy mechatronicznym. Z tego powodu znaczną część programu obejmują przedmioty w ramach których studenci KWPI nabywają biegłości w posługiwaniu się nowoczesnymi systemami projektowania komputerowego CAD/CAM/CAE, a także w posługiwaniu się środowiskami komputerowymi do obliczeń wytrzymałościowych i cieplno-przepływowych (np. ANSYS/Fluent). Zainteresowani studenci tej specjalności mogą poszerzyć swoją wiedzę i umiejętności w zakresie programowania i modelowania podejmując się zadań indywidualnych (prace przejściowe, dyplomy) wymagających szczególnie zaawansowanego użycia takich narzędzi, a nawet opracowania własnych. Zadania takie mają zwykle nie tylko aspekt inżynierski, ale również badawczy.



Idea specjalności MOSKOM to wysoce zindywidualizowane studia – poprzez szeroką ofertę przedmiotów obieralnych - mające na celu przygotowanie do pracy w sektorze badawczo-rozwojowym przemysłu, instytucjach naukowych i na uczelniach technicznych. Celem edukacyjnym jest m.in. takie rozszerzenie wiedzy i umiejętności w zakresie podstaw teoretycznych wybranych działów mechaniki i inżynierii mechanicznej, które umożliwiałoby natychmiastowe podjęcie pracy w projektach badawczych czy też studiów doktoranckich. Nacisk położony jest na rozwinięcie umiejętności posługiwania się współczesnymi, zaawansowanymi metodami matematycznymi, obliczeniowymi i eksperymentalnymi nauk technicznych. Studenci MOSKOM mają oczywiście możliwość rozwinięcia swoich kompetencji również w zakresie bardziej stosowanych metod/technik projektowania inżynierskiego (zaawansowane systemy CAD/CAM/CAE). Indywidualne projekty (prace przejściowe i magisterskie) realizowane są zwykle w ścisłym powiązaniu z aktualną aktywnością naukową zakładu, w którym realizowany jest projekt i mają charakter pracy badawczej, której realizacja nierzadko wymaga opanowania wiedzy i umiejętności znacząco wykraczającej poza ramowy program studiów, a także opracowania własnych narzędzi badawczych (np. programów symulacyjnych lub do obróbki wyników eksperymentu). Nabyte w trakcie realizacji programu specjalności MOSKOM kompetencje czynią absolwentów tej specjalności atrakcyjnymi partnerami w realizacji rozmaitych projektów na styku badań i zastosowań, a także potencjalnych kandydatów na doktorantów i pracowników uczelni technicznych.

Kształcenie na studiach niestacjonarnych kierunku MiPM odbywa się na obu stopniach kształcenia w ramach czterech specjalności

- Energetyka cieplna
- Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego
- Lotnictwo
- Robotyka

Program kształcenia w swojej zasadniczej części odpowiada studiom dziennym zapewniając osiągnięcie efektów uczenia się na poziomie P6, wraz z kompetencjami inżynierskimi. Oferowane na studiach niestacjonarnych specjalności pokrywają nie tylko zakres ogólnej inżynierii mechanicznej, ale również elementy robotyki, energetyki i techniki lotniczej, tj. obszarów, w których Wydział oferuje wyłącznie stacjonarną formę studiów. Taka struktura programu studiów niestacjonarnych na MiPM wykorzystuje w naturalny sposób potencjał dydaktyczny Wydziału. Szerszy repertuar specjalności na studiach niestacjonarnych wychodzi naprzeciw preferencjom studentów, zainteresowanych taką formą studiowania i poszukujących zwykle programów blisko powiązanych z obszarem ich aktualnej pracy zawodowej lub przewidywanymi wymaganiami stawianymi przed nimi w związku z awansem zawodowym. Odzworowaniu struktury studiów stacjonarnych, na których prowadzone są cztery kierunki studiów, do czterech specjalności na jednym kierunku studiów niestacjonarnych MiPM wynika także z ograniczonej liczby kandydatów na studia niestacjonarne - prowadzenie studiów niestacjonarnych na czterech osobnych kierunkach byłoby nieuzasadnione ekonomicznie.

Programy specjalności oferowanych na studiach niestacjonarnych realizowane są w formie bloku przedmiotów specjalnościowych (na studiach 1-ego stopnia każdy blok obejmuje 4 przedmioty, na studiach 2-ego stopnia od 3 do 5 przedmiotów), a także poprzez dobór tematyki pracy dyplomowej i jej realizację w zakładzie prowadzącym działalność projektową i naukową w dziedzinach powiązanych ze specjalnością.

## **1.2. Związek kształcenia z prowadzoną na Wydziale działalnością naukową**

Działalność naukowo-badawcza Wydziału MEiL jest ściśle powiązana z prowadzonymi kierunkami studiów, w tym także z mechaniką i projektowaniem maszyn. Do głównych kierunków badawczych związanych z kształceniem na kierunku MiPM można zaliczyć:

- rozwój metod wysokiego rzędu dokładności dla obliczeniowej mechaniki płynów i aerodynamiki,
- rozwój metod modelowania numerycznego przepływów turbulentnych, w tym efektywnych obliczeniowo metod hybrydowych RANS/LES oraz modeli przejścia laminarno-turbulentnego właściwych dla takich metod,
- badanie metod intensyfikacji procesów transportu w przepływach laminarnych opartych na wykorzystaniu naturalnych niestabilności hydrodynamicznych,
- zagadnienia optymalnego sterowania przepływami z wykorzystaniem techniki operatora sprzężonego (adjoint), rachunku kształtu (shape calculus) i innych technik,
- projektowanie, analiza i optymalizacja aerodynamiczna, również z uwzględnieniem niepewności (optymalizacja odporna),
- rozwój metod obliczeniowych dla przepływów wielofazowych,
- mikro- i nanofluidyka,
- badania eksperymentalne przepływów z powierzchnią swobodną,
- analiza aerodynamiczna i aeroelastyczna siłowni wiatrowych,
- analiza numeryczna wytrzymałości i stateczności struktur cienkościennych,
- rozwój metod obliczeniowych w biomechanice,
- zagadnienia mechaniki pęknięcia, mechanika pełzania,
- modelowanie i metody numeryczne w analizie zagadnień mikromechaniki,
- badania wytrzymałości kompozytów, metody monitorowania degradacji i zniszczenia konstrukcji kompozytowych,
- analiza ryzyka w wybranych systemach człowiek- technika-otoczenie, w tym – modelowanie i analiza ryzyka zawodowego,
- niezawodność urządzeń technicznych i systemów człowiek-urządzenie techniczne,
- biomechanika zderzeń i zagrożeń w zderzeniach, m.in. pojazdów,
- rozwój metod eksperymentalnych w budowie i badaniu maszyn i urządzeń, zwłaszcza metod polowych.

Od roku 2014 (poprzednia akredytacja) pracownicy Wydziału opublikowali łącznie 332 prace w czasopiśmie z listy A MNiSW, ponad 1000 innych publikacji oraz uzyskali 22 patenty. Dane bibliograficzne publikacji oraz informacje o uzyskanych patentach można znaleźć w ogólnodostępnej Bazie Wiedzy PW (<http://repo.bg.pw.edu.pl/index.php/pl/ludzie-pw>). Jako przykład działalności badawczej w obszarze szeroko pojętej mechaniki i zagadnień naukowych powiązanych z projektowaniem maszyn i urządzeń mechanicznych można wymienić następujące publikacje:

- [1] Piotr Łapka, Karol Pietrak, Małgorzata Kujawińska, Marcin Malesa: Development and validation of an inverse method for identification of thermal characteristics of a short laser pulse. *International Journal of Thermal Sciences*, Volume 150, April 2020, 106240;
- [2] S. Blonski, D. Zaremba, M. Jachimek, S. Jakiela, Tomasz Waćławczyk, P.M. Korczyk: Impact of inertia and channel angles on flow distribution in microfluidic junctions. *Microfluidics and Nanofluidics*. 2020-02-07, DOI: 10.1007/s10404-020-2319-6;

- [3] Krzysztof Rogowski: Actuator cell model of the 2D H-Darrieus wind turbine. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 58(1):285-288, · January 2020;
- [4] Michał Klamka, Michał Remer, Tomasz Bobiński: Beyond laminar regime – Droplet interaction with air boundary layer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 133, April 2019, Pages 542-547;
- [5] Marcin Pękal, Marek Wojtyra, Janusz Frączek: Free-body-diagram method for the uniqueness analysis of reactions and driving forces in redundantly constrained multibody systems with nonholonomic constrains. *Mechanism and Machine Theory*, Volume 133, March 2019, Pages 329-346.
- [6] Maciej Jaworski: Mathematical model of heat transfer in PCM incorporated fabrics subjected to different thermal loads. *Applied Thermal Engineering*, Volume 150, 5 March 2019, Pages 506-511;
- [7] Krzysztof Kurec, Michał Remer, Tobiasz Mayer, Sylwester Tudruj, Janusz Piechna: Flow control for a car-mounted rear wing. *International Journal of Mechanical Sciences*, Volume 152 (March 2019):384-399.
- [8] Krzysztof Kurec, Janusz Piechna: Influence of Side Spoilers on the Aerodynamic Properties of a Sports Car. *Energies*, 2(24):4697 · December 2019;
- [9] Krzysztof Kurec, Michał Remer, Janusz Piechna: The influence of different aerodynamic setups on enhancing a sports car's braking. *International Journal of Mechanical Sciences*, 164 (December 2019):105140;
- [10] T. Laube, Janusz Piechna: Analytical and Numerical Feasibility Analysis of a Contra-Rotary Ramjet Engine. *Energies*, December 2019 *Energies* 13(1):163;
- [11] Paweł Malczyk, Janusz Frączek, Francisco González, Javier Cuadrado: Index-3 divide-and-conquer algorithm for efficient multibody system dynamics simulations: theory and parallel implementation. *Nonlinear Dynamics*, 95, pages 727–747 (2019).
- [12] Sławomir Kubacki, Paweł Jonak, E. Dick: Evaluation of an algebraic model for laminar-to-turbulent transition on secondary flow loss in a low-pressure turbine cascade with an endwall. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, *International Journal of Heat and Fluid Flow*, March 2019, 77:98-112

Na Wydziale MEiL prowadzone są liczne projekty badawcze finansowane ze środków NCN, NCBiR, funduszy Unii Europejskiej i innych źródeł. Spośród powiązanych z szeroko pojmowaną inżynierią mechaniczną, realizowanych w ciągu ostatnich 5 lat, warto wymienić następujące:

- [1] AboutFlow (Adjoint-Based Optimisation of Industrial and Unsteady Flows) - projekt europejski ( 7 PR UE) zakończony w 2016 r.,
- [2] UMRIDA (Uncertainty Management for Robust Industrial Design in Aeronautics) - projekt europejski ( 7 PR UE) zakończony w 2016 r.,
- [3] Projekt NCBiR pt. *Opracowanie i wdrożenie technologii Małych Elektrowni Wiatrowych o mocach 5kW i 10kW* (GEKON – Generator Koncepcji Ekologicznych), zakończony w 2016.
- [4] Autonomiczny układ do mechanicznego zapyłania roślin. Projekt LIDER NCBiR, (kier. dr inż. Rafał Dalewski), zakończony w 2016.
- [5] Budowa symulatora numerycznego złożonych procesów cieplno-przepływowych w ośrodkach półprzezroczystych zawierających wiele ruchomych i ewoluujących obiektów. Projekt w ramach programu Juventus Plus (dr inż. Piotr Łapka), zakończony w 2017.

- [6] Zaawansowany zespół turbiny niskiego ciśnienia o podwyższonej sprawności. Projekt programu INNOLOT-1-11, realizowany w konsorcjum z udziałem PW (koordynator w PW dr inż. Jerzy Majewski, następnie dr hab. inż. Sławomir Kubacki), zakończony w 2018.
- [7] Nieliniowa analiza przemieszczeń skrzydła motyla w lepkim przepływie w locie trzepoczącym. Projekt NCN Preludium (8-ma edycja), mgr inż. Zuzanna Kunicka-Kowalska, zakończony w 2019.
- [8] Statystyczne modelowanie dwu-składnikowych przepływów turbulentnych z powierzchniami rozdziału. Projekt NCN Opus 11, (dr inż. Tomasz Waćławczyk), w realizacji do 2020 r.
- [9] Projekt „Modernizacja i budowa nowej infrastruktury naukowo badawczej Wojskowej Akademii Technicznej i Politechniki Warszawskiej na potrzeby wspólnych numeryczno-doświadczalnych badań lotniczych silników turbinowych”. Umowa nr PANDA2/17/2016 z dnia 27.06.2016 roku. Kwota dofinansowania - 1.465.531,22 PLN. Rola: kierownik projektu w PW. Okres realizacji projektu 01.01.2016-31.12.2020 r
- [10] Stabilność hydrodynamiczna oraz intensyfikacja mieszania laminarnego w kanale poprzecznie pofalowanym do przepływu. Projekt NCN Preludium 15-sta edycja (dr inż. Nikesh), w realizacji do 2021.
- [11] Hamiltonowskie podejście do efektywnego modelowania wielkiej skali układów wieloczołowych z tarciem oraz do obliczeń w czasie rzeczywistym układów robotycznych. Projekt NCN Opus 15 (prof. dr hab. inż. Janusz Frączek), w realizacji do 2022.
- [12] Opracowanie i implementacja nowej metody modelowania przejścia laminarno-turbulentnego w warstwie przyściennej uwzględniającej utratę stabilności przepływu na skutek oddziaływania fal akustycznych. Projekt NCN Opus 16 (dr hab. inż. Sławomir Kubacki), w realizacji do 2022.

Pracownicy Wydziału są regularnie laureatami nagród JM Rektora PW za działalność naukową. W latach 2016-2019 następujące osoby, zaangażowane bezpośrednio w kształcenie na kierunku MiPM, otrzymały indywidualne bądź zespołowe nagrody JM Rektora PW za osiągnięcia naukowe:

2019

- dr inż. Krzysztof Rogowski – nagroda indywidualna I stopnia,
- dr inż. Stanisław Gepner – nagroda indywidualna II stopnia,
- prof. dr hab. inż. Janusz Frączek – nagroda zespołowa I stopnia,
- dr hab. inż. Paweł Malczyk – nagroda zespołowa I stopnia,
- prof. Andrzej Teodorczyk – nagroda zespołowa I stopnia,
- dr inż. Mateusz Żbikowski – nagroda zespołowa I stopnia,

2018

- dr hab. inż. Ryszard Maroński – nagroda indywidualna I stopnia,
- dr inż. Antoni Kopyt – nagroda indywidualna III stopnia,
- dr inż. Marcin Figat – nagroda zespołowa I stopnia,
- prof. Piotr Furmański – nagroda zespołowa II stopnia,
- dr inż. Piotr Łapka – nagroda zespołowa II stopnia,
- dr inż. Tomasz Bobiński – stypendium naukowe MNiSzW dla wybitnego młodego naukowca

2017

- dr hab. inż. Elżbieta Jarzębowska – nagroda indywidualna I stopnia,
- prof. Tomasz Wiśniewski – nagroda indywidualna II stopnia,
- dr hab. inż. Sławomir Kubacki – nagroda indywidualna II stopnia,
- dr hab. inż. Marek Wojtyra – nagroda indywidualna II stopnia,

- dr hab. inż. Maciej Jaworski – nagroda zespołowa II stopnia
- prof. dr hab. inż. Jacek Rokicki – nagroda zespołowa III stopnia,
- dr inż. Łukasz Łaniewski-WoŃk – nagroda zespołowa III stopnia,
- dr inż. Tomasz Bobiński – nagroda zespołowa III stopnia,
- prof. dr hab. inż. Andrzej Teodorczyk – nagroda zespołowa III stopnia,
- dr inż. Mateusz Żbikowski – nagroda zespołowa III stopnia,
- prof. dr hab. inż. Janusz Frączek – nagroda zespołowa I stopnia,
- dr inż. Paweł Malczyk – nagroda zespołowa I stopnia,
- • prof. Janusz Narkiewicz – nagroda zespołowa I stopnia,
- dr inż. Przemysław Bibik – nagroda zespołowa I stopnia,
- dr inż. Antoni Kopyt – nagroda zespołowa I stopnia,
- prof. Robert Głębocki – nagroda zespołowa I stopnia,
- prof. Janusz Narkiewicz – nagroda zespołowa I stopnia,
- dr inż. Antoni Kopyt – nagroda zespołowa I stopnia,
- dr inż. Maciej Zasuwa – nagroda zespołowa I stopnia,

Wydział **MEiL** otrzymał kategorię **A** w ocenie parametrycznej jednostek naukowych, przeprowadzonej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego za okres 2013-2016.

O systematycznym rozwoju naukowym kadry naukowo-dydaktycznej Wydziału świadczą uzyskane przez pracowników stopnie naukowe i awanse zawodowe. Poniższa tabela podsumowuje te osiągnięcia:

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Suma
Profesor			1	-	1	-	2
Prof. uczelni	4	4	3	-	2	5	18
Habilitacje	5	3	-	2	1	6	17
Doktoraty	6	5	6	2	4	7	30

Wysoki poziom naukowy kadry oraz znaczące w skali krajowej i międzynarodowej osiągnięcia naukowe zespołów badawczych znajdują odzwierciedlenie w prowadzonej dydaktyce, ułatwiają doskonalenie programów kształcenia zgodnie z kierunkami rozwoju nauki w obszarze mechaniki i inżynierii mechanicznej oraz oczekiwaniami rynku pracy. Zajęcia dydaktyczne pracowników są z reguły ściśle powiązane z prowadzoną przez nich działalnością naukową. Badania naukowe były wielokrotnie inspiracją do opracowania przedmiotów nieczęsto oferowanych na krajowych uczelniach technicznych. W szczególności, wymienić można tu przedmioty obieralne oferowane studentom specjalności MOSKOM na 2-gim stopniu studiów stacjonarnych, a mianowicie:

- Modelowanie komputerowe przepływów turbulentnych
- Zaawansowane zagadnienia termodynamiki
- Modele reologiczne ciała stałego
- Techniki optyczne w diagnostyce procesów spalania i mieszania
- Metody obliczeniowe optymalizacji
- Sterowanie nieliniowymi układami mechanicznymi

Tematyka prac przejściowych i dyplomowych jest zazwyczaj powiązana z obszarami badawczymi eksplorowanymi przez pracowników badawczo-dydaktycznych. Wyróżniający się studenci biorą

udział w prowadzonych na Wydziale badaniach, nabywając kompetencje do prowadzenia prac naukowych, czego efektem są m.in. publikacje naukowe z ich udziałem (zob. punkt 4.3).

Przygotowaniu absolwentów do prowadzenia działalności badawczej sprzyja dobór przedmiotów podstawowych, dający solidne i zróżnicowane tematycznie podstawy teoretyczne, szeroki dostęp do laboratoriów Wydziału, jak również realizacja zadań wymagających pracy zespołowej, uwzględnianie zagadnień badawczych w tematach prac przejściowych i dyplomowych, wymóg umieszczania w pracy dyplomowej odpowiednio obszernego przeglądu literatury. Silny nacisk położony jest na uświadomienie studentom wagi badań naukowych, zachęcanie do podejmowania ambitnych wyzwań i samodzielnego rozwijania kompetencji.

Z uwagi na ogólnoinżynierski charakter studiów na kierunku MiPM, kładących nacisk na rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie projektowania i modelowania z wykorzystaniem nowoczesnych technik komputerowych, studenci kierunku MiPM są w stanie wnieść twórczy wkład w działalność wielu studenckich kół naukowych istniejących na Wydziale MEiL oraz uczestniczyć w realizowanych w tych kołach projektach, także przygotowaniach do konkursów.

Aktualnie na wydziale MEiL PW aktywnie działają następujące studenckie koła naukowe:

Nazwa	Liczba studentów	
	2017/18	2018/19
Koło Naukowe Lotników	49	30
Koło Naukowe Awioniki MelAvio	20	18
Koło Naukowe Napędów MELprop	53	44
Studenckie Międzywydziałowe Koło Naukowe SAE AeroDesign	18	21
Studenckie Koło Astronautyczne	120	100
Studenckie Koło Aerodynamiki Pojazdów	63	48
WUT Racing Team	30	46
Koło Naukowe Robotyków	76	80
Koło Naukowe Druku 3D	30	40
Koło Naukowe Energetyków Politechniki Warszawskiej	62	40
Studenckie Koło Magazynowania Energii	14	16
Studenckie Koło Naukowe Energetyki Niekonwencjonalnej	38	42
Koło Naukowe Chłodziarzy	14	10

W chwili pisania niniejszego raportu studenci kierunku MiPM są aktywnymi członkami następujących kół naukowych:

- WUT Racing – 9 członków,
- Studenckie Koło Aerodynamiki Pojazdów – 10.
- Koło Naukowe Awioniki Melavio – 3 członków,
- Studenckie Koło Magazynowanie Energii – 1 członek,
- Koło Naukowe Robotyków – 1 członek.

### **Zgodność kształcenia z potrzebami otoczenia społeczno-gospodarczego oraz rynku pracy**

O wpisywaniu się kształcenia na Wydziale w potrzeby otoczenia społeczno-gospodarczego świadczyć duże zainteresowanie studiami na kierunku MiPM oraz duży popyt na absolwentów. Taką pozycję Wydział zawdzięcza m.in. doskonaleniu koncepcji kształcenia w sposób zgodny z potrzebami rynku pracy.



Wydział posiada zidentyfikowany szeroki krąg kluczowych interesariuszy zewnętrznych reprezentujących krajowe i zagraniczne ośrodki edukacji oraz podmioty gospodarcze, przemysłowe i instytuty badawcze odpowiadające profilem wydziałowym obszarom kształcenia i badań. Długoletnia współpraca z interesariuszami zewnętrznymi realizowana jest przez:

- zawieranie umów o współpracy w zakresie kształcenia i badań - zgłaszanie Wydziałowi tematyki prac dyplomowych, doktorskich oraz tematyki wspólnych prac badawczych, wiele prac dyplomowych prowadzonych jest wspólnie z przedsiębiorstwami;
- umożliwianie prowadzenia badań przez studentów kierunku MiPM w zaawansowanych laboratoriach należących do współpracujących z Wydziałem instytucji; m.in. w Instytucie Lotnictwa;
- organizację praktyk oraz staży studenckich i pracowniczych zarówno w ramach umów z przedsiębiorstwami, jak i w ramach programów finansowanych ze środków centralnych, takich jak POKL, NERW;
- finansowe wsparcie kształcenia poprzez program stypendiów dla studentów, doktorantów i młodych pracowników Wydziału, m.in. stypendia dla najlepszych studentów kierunku MiPM, finansowanie staży młodych adiunktów, czy *Stypendium im. Justyny Moniuszko* fundowane przez General Electric EDC i Instytut Lotnictwa;
- wspomaganie merytoryczne i finansowe działalności studenckich kół naukowych Wydziału, w tym: Koła Naukowego Lotników, Koła Naukowego Awioniki MeAvio, Koła Naukowego Napędów MELprop, Studenckiego Międzywydziałowego Koła Naukowego SAE AeroDesign, Studenckiego Koła Astronautycznego, Studenckiego Koła Aerodynamiki Pojazdów.

W celu poszerzenia współpracy Wydziału z potencjalnymi głównymi pracodawcami absolwentów i nadania tym kontaktom jak najwyższej rangi oraz ram formalnych Rada Wydziału MEiL powołała Radę Konsultacyjną (Uchwała nr 142/XXI/2013 z 26.11.2013 r.) składającą się z przedstawicieli pracodawców reprezentujących przemysł i jednostki badawcze. Zadaniem tej Rady jest m.in.: sygnalizowanie potrzeb przemysłu w kontekście modernizacji programów studiów, bieżące doradztwo w zakresie programów studiów, współudział w ocenie procesu jakości kształcenia z pozycji pracodawców. Aktualny skład RK przedstawia się następująco:

- prof. dr hab. inż. Tadeusz Burczyński - Dyrektor Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN – przewodniczący Rady Konsultacyjnej
- mgr inż. Zbigniew Bicki - Prezes Zarządu Energy Management & Conservation Agency S.A.
- dr inż. Robert Borocho - Dyrektor Laboratorium Polonia Aero
- mgr inż. Piotr Chełmiński – Prezes Zarządu PROFIM Sp. z o.o.
- dr inż. Marian Lubieniecki - Prezes Zarządu i Dyrektor Zarządzający GE
- Michał Małeck - Dyrektor Zarządzający GE Power Polska
- mgr inż. Wiesław Różacki - Dyrektor Generalny Mitsubishi Hitachi Power Europe
- dr inż. Tadeusz Sarnowski - Prezes Zarządu Zakładu Automatyki Przemysłowej - Robotyka Sp. z o.o.
- mgr inż. Paweł Stężycki - Dyrektor Instytutu Lotnictwa
- prof. nzw. dr inż. Piotr Szykarczyk – Dyrektor Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów
- mgr inż. Andrzej Wicik - Wiceprezes Zarządu ENEA Serwis
- prof. nzw. dr hab. inż. Witold Wiśniowski - Instytut Lotnictwa

Przykładami bezpośredniej współpracy interesariuszy zewnętrznych w procesie kształcenia jest szereg prezentacji i pokazów, corocznie organizowanych przez firmy komercyjne, np. GE Engineering.

Ważną formą reagowania na bieżące potrzeby otoczenia gospodarczego jest realizacja prac przejściowych i dyplomowych we współpracy z przedsiębiorstwami. W takich wypadkach studenci realizują swoje prace z wykorzystaniem urządzeń i laboratoriów udostępnionych przez partnera Wydziału, korzystają również z porad i wsparcia ze strony jego specjalistów. Prace wykonywane we współpracy z przedsiębiorstwami powstają zawsze pod nadzorem pracownika Wydziału, posiadającego uprawnienia do prowadzenia prac dyplomowych. Zapewnia to zgodność wykonanej pracy ze standardami akademickimi, a jednocześnie stanowi cenne źródło informacji o potrzebach interesariuszy zewnętrznych.

Przykłady zrealizowanych w ostatnich latach prac tego typu, powiązanych z kształceniem na kierunku MiPM, zamieszczono w tabeli:

Autor	Tytuł pracy
Dominika Hamulczuk	Projekt konfigurowalnego trójpalczastego chwytaka do stanowiska czyszczenia śrub turbiny gazowej.
Adrian Bieniek	Projekt konstrukcji urządzenia do druku 3D w technologii FDM
Adam Anglart	Numeryczne i eksperymentalne badanie urządzeń do aktywnego sterowania przepływem na powierzchniach nośnych statków powietrznych
Jakub Czajkowski	Projekt i analiza wytrzymałościowa ramy pojazdu FORMUŁA STUDENT
Łukasz Mularzuk	Wykorzystanie optymalizacji topologicznej w środowisku ANSYS oraz technologii przyrostowej w procesie projektowania skrzynki bagnetowej samolotu NORD
Andrzej Odziemkowski	Projekt układu wykonawczego sterowania lotem rakiety z wykorzystaniem silników gazodynamicznych w technologii druku 3D
Przemysław Woźniak	Projekt stanowiska badawczego i wykonanie badań eksperymentalnych procesu ablacji w silniku raketowym
Mateusz Stachowiak	Projekt i budowa stanowiska do badań silnika Stirlinga w układzie bezkorbowym - Ringboma
Łukasz Radzikowski	Analiza łożyska tocznego pracującego w mechanizmie tarczy wahliwej

Wydział przywiązuje szczególną wagę do tworzenia warunków stałego rozwoju interesariuszy wewnętrznych – pracowników przyjmując za cel *”Zapewnienie pracownikom naukowo-dydaktycznym warunków, w których będą mogli poświęcić się pracy zgodnej z ich powołaniem i kompetencjami”*. Interesariusze wewnętrzni – pracownicy, aktywnie uczestniczą w procesie kształtowania oferty edukacyjnej jednostki i budowaniu wysokiej kultury jakości kształcenia, w wytyczaniu kierunków rozwoju Wydziału i odpowiednich działaniach - w ramach uprawnień Rady Wydziału (jako jej członkowie), oraz w ramach prac Komisji ds. Kształcenia, Komisji ds. Jakości Kształcenia, Komisji ds. Kadr i Komisji ds. Rozwoju oraz podejmując funkcje pełnomocników dziekana i kierowników jednostek Wydziału. Interesariusze wewnętrzni - studenci, przedstawiciele Wydziałowej Rady Samorządu, doktoranci i przedstawiciele Wydziałowej Rady Doktorantów czynnie uczestniczą w procesie kształtowania oferty edukacyjnej wchodząc w skład ciał decyzyjnych, w tym w skład Rady Wydziału, Kolegium Dziekańskiego i Komisji ds. wydziałowego konkursu na stypendia i granty dla młodych naukowców i uczestników studiów doktoranckich. Przedstawiciele studentów (w tym doktorantów) są członkami Komisji ds. Kształcenia, Komisji ds. Jakości Kształcenia oraz Komisji ds.



Rozwoju Wydziału z pełnym prawem głosu. Jako członkowie tych gremiów wpływają oni na kształtowanie oferty edukacyjnej jednostki i budowanie wysokiej kultury jakości kształcenia, są współtwórcami strategii rozwoju Wydziału. Swoje opinie dotyczące jakości kształcenia na wszystkich stopniach studiów studenci wyrażają w systemie badań ankietowych. Wyniki tych badań, łącznie z corocznymi ocenami nauczycieli akademickich oraz wynikami hospitacji są uwzględniane w procesie stałego doskonalenia jakości kształcenia (doboru kadry dydaktycznej, programów studiów i wykładów, treści przedmiotów, poprawy warunków studiowania).

Wydział dostrzega także potrzebę rozwoju świadomości znaczenia nauk technicznych i perspektywicznego wpływania na wzrost zainteresowania studiami inżynierskimi przez uczniów szkół podstawowych i średnich. Prowadzony jest program „Uniwersytet Młodego Odkrywcy”, dzięki któremu uczniowie tych szkół mogą korzystać ze specjalistycznych laboratoriów wydziałowych oraz uczestniczyć w pokazach. W ten sposób Wydział aktywnie pracuje nie tylko z potencjalnymi pracodawcami ale też z potencjalnymi studentami, uzyskując ocenę, oczekiwania i wskazówki od interesariuszy zewnętrznych.

### **1.3. Sylwetka absolwenta**

#### **Studia I stopnia**

Celem studiów 1-ego stopnia na kierunku Mechanika i Projektowanie Maszyn jest przygotowanie absolwenta do podjęcia pracy w firmach konstrukcyjnych i projektowych, a także w firmach informatycznych zajmujących się rozwijaniem narzędzi komputerowych wspomagających projektowanie inżynierskie. Studiujący na kierunku Mechanika i Projektowanie Maszyn uzyskuje podstawową wiedzę inżynierską w zakresie modelowania i projektowania urządzeń, konstrukcji i procesów przemysłowych. Kształcenie nastawione jest bardziej na zróżnicowanie i poszerzenie zakresu studiów niż wąską specjalizację. Absolwenci mają wszechstronne przygotowanie w dyscyplinach podstawowych nowoczesnej inżynierii mechanicznej takich jak: mechanika, teoria konstrukcji, termodynamika, mechanika płynów, techniki komputerowe. W szczególności w dziedzinach związanych z:

- modelowaniem i projektowaniem urządzeń i konstrukcji,
- analizą zjawisk cieplno-przepływowych,
- metodami i narzędziami symulacji komputerowych.

Mają też szerokie przygotowanie w zakresie technik komputerowych (systemy operacyjne, języki programowania, metody numeryczne). Poznają również szeroki wachlarz nowoczesnych pakietów analizy i projektowania CAD/CAE.

#### **Studia II stopnia**

Celem studiów 2-ego stopnia na kierunku Mechanika i Projektowanie Maszyn jest przygotowanie absolwenta do podjęcia pracy i zajmowania stanowisk kierowniczych w firmach konstrukcyjnych i projektowych, a także do uczestnictwa w badaniach naukowych w obszarze szeroko pojętej inżynierii mechanicznej, prowadzonych w akademickich i przemysłowych ośrodkach badawczych. Studiujący na kierunku Mechanika i Projektowanie Maszyn uzyskuje pogłębioną wiedzę inżynierską w zakresie modelowania i projektowania urządzeń, konstrukcji i procesów przemysłowych. Kształcenie nastawione jest bardziej na zróżnicowanie i poszerzenie zakresu studiów niż wąską specjalizację. Absolwenci mają wszechstronne przygotowanie w dyscyplinach podstawowych nowoczesnej

inżynierii mechanicznej takich jak: mechanika, teoria konstrukcji, termodynamika, mechanika płynów, techniki komputerowe i symulacyjne, w szczególności w dziedzinach związanych z:

- modelowaniem i projektowaniem urządzeń i konstrukcji,
- analizą zjawisk cieplno-przepływowych,
- metodami i narzędziami symulacji komputerowych.

Mają także szerokie przygotowanie w zakresie technik komputerowych (systemy operacyjne, języki programowania, metody numeryczne). Poszerzają również swoje kompetencje w zakresie wykorzystania zaawansowanych technik projektowania CAD/CAE i nowoczesnych systemów wytwarzania.

#### **1.4. Cechy wyróżniające koncepcję kształcenia**

Obecna koncepcja kształcenia na kierunku MiPM powstała w wyniku wieloletniej ewolucji i zawdzięcza swój dzisiejszy kształt wykorzystaniu wzorców zaczerpniętych z wiodących ośrodków zagranicznych i krajowych, ale przede wszystkim spożytkowaniu zgromadzonych na przestrzeni lat doświadczeń kadry zaangażowanej w kształcenie. Kształcenie inżynierów lotniczych przez wydział MEiL i jego poprzedników jest bowiem realizowane na Politechnice Warszawskiej z kilkoma przerwami (np. II Wojna Światowa) od 1917 roku.

Cechami wyróżniającymi koncepcję kształcenia na kierunku MiPM MEiL są:

- **wszechstronność** – udostępnienie studentom możliwości zdobycia wiedzy i umiejętności w zakresie metod projektowania i technologii maszyn przy zapewnieniu szerokiej podstawy teoretycznej (termodynamika, mechanika płynów, mechanika, elektrotechnika, materiałoznawstwo, itp.) oraz dostępie do najnowszych technik informatycznych (komputerowe obliczenia, projektowanie, optymalizacja, itp.),
- **interdyscyplinarność treści programowych**, która przyczynia się do wszechstronnego rozwoju intelektualnego studentów i wzmacnia pozycję absolwenta na rynku pracy,
- **elastyczność** – możliwości elastycznego kształtowania programu nauczania poprzez udostępnianie szerokiej oferty przedmiotów obieralnych,
- **umiędzynarodowienie** – szerokie wykorzystanie możliwości programów ERASMUS+, duża liczba studentów zagranicznych podejmujących nauczanie na Wydziale, zachęcanie do korzystania z anglojęzycznych materiałów dydaktycznych, pisanie prac dyplomowych w języku angielskim i korzystania z anglojęzycznej literatury dostępnej w bibliotece wydziałowej,
- **udział studentów w badaniach** – integracja studentów z działalnością naukową na Wydziale, wspólne prace dyplomowe, artykuły, konferencje itp., istotna rola Kół Naukowych, które aktywnie prowadzą prace badawcze nadzorowane przez pracowników Wydziału,
- **współpraca z przemysłem** – duża liczba porozumień o współpracy i realny aktywny udział firm przemysłowych w procesie kształcenia (praktyki, staże, prace dyplomowe),
- **wsparcie udzielane przez Wydział studenckiemu ruchowi naukowemu**. Wydział MEiL szczyli się największym na Politechnice Warszawskiej zaangażowaniem studentów w działalność kół naukowych. Nie jest to oczywiście działalność obowiązkowa, ale stanowi znaczne ułatwienie w osiąganiu założonych efektów uczenia się, a także umożliwia uzyskanie różnorodnych kompetencji na poziomie przewyższającym wymagane obligatoryjnie minimum. Realizując przyjętą koncepcję kształcenia, Wydział MEiL udziela kołom naukowym wszechstronnego wsparcia (materiałowego, merytorycznego, organizacyjnego), a także motywuje studentów do zaangażowania się w tego rodzaju działalność. Udział studentów w pracach kół naukowych nie

tylko rozwija ich zdolności manualne i techniczne, ale również przyczynia się do stałego podnoszenia przez nich kompetencji miękkich, takich jak zarządzanie projektami, współpraca w grupie oraz umiejętność prezentacji i wystąpień publicznych podczas zawodów i konferencji naukowych, często o zasięgu międzynarodowym. Studenci zrzeszeni w kołach naukowych czynnie reprezentują Uczelnię na piknikach naukowych, konferencjach i prestiżowych zawodach o randze międzynarodowej. Z własnej inicjatywy, wraz z kadrą naukową i administracyjną Wydziału MEiL, przy aktywnym wsparciu Władz Wydziału, biorą udział w tworzeniu wniosków o dofinansowanie projektów.

### **1.5. Kluczowe kierunkowe efekty uczenia się**

Wydział MEiL realizuje koncepcję kształcenia zawierającą efekty uczenia się, opisane zgodnie z Polską Ramą Kwalifikacji, dla studiów I i II stopnia na kierunku *mechanika i projektowanie maszyn*. Pełną listę kierunkowych efektów uczenia się, a także ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się, przedstawiono w tabelach umieszczonych na początku niniejszego raportu. Kierunkowe efekty uczenia się na obu stopniach studiów kierunku MiPM zostały przyporządkowane do obszaru nauk technicznych, a ich zbiór obejmuje efekty w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych.

Koncepcja kształcenia zakłada utrzymanie równowagi między wszechstronnym przygotowaniem w dyscyplinach podstawowych dla szeroko pojętej inżynierii mechanicznej, a szczegółowymi kompetencjami specjalistycznymi. Dlatego wśród kluczowych efektów uczenia się znajdują się zarówno te, które odnoszą się do wiedzy i umiejętności ogólnotechnicznych, jak i te bezpośrednio powiązane z rozwiązywaniem praktycznych zadań inżynierskich. Ze względu na to, że absolwenci kierunku MiPM często podejmują pracę wymagającą licznych interakcji oraz zespołowego rozwiązywania problemów technicznych, również efekty uczenia się prowadzące do podnoszenia kompetencji społecznych są istotne procesie kształcenia. Na współczesnym rynku pracy istnieje oczekiwanie by absolwenci studiów posiadali pełne spektrum wiedzy zawodowej, dlatego na I stopniu kształcenia efekty uczenia się muszą odpowiadać holistycznym wymaganiom wobec nowoczesnego inżyniera mechanika, a na stopniu II umożliwiać osiągnięcie zaawansowanego poziomu wiedzy i umiejętności, pozwalającego na podjęcie pracy badawczej oraz pełnienie w zespole projektowym roli kierowniczej.

Zakładane efekty uczenia się na poziomie **pierwszego stopnia studiów** obejmują m.in. wiedzę z zakresu przedmiotów podstawowych. Spośród nich za kluczowe należy uznać efekty odnoszące się do wiedzy i umiejętności w zakresie matematyki stosowanej oraz informatyki i metod numerycznych (niezbędne we wszystkich dyscyplinach nauk technicznych), jak również efekty odnoszące się do podstaw inżynierii mechanicznej, jako wiodącej dyscypliny, w której osadzony jest kierunek MiPM na wydziale MEiL. Dzięki osiągnięciu kluczowych efektów, absolwent:

- Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie matematyki, podstaw fizyki, chemii i informatyki konieczną do formułowania i rozwiązywania prostych zadań związanych z Mechaniką i Projektowaniem Maszyn (MiPM1\_W01);
- Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki ogólnej, układu punktów materialnych oraz mechaniki ciała stałego oraz wytrzymałości materiałów i konstrukcji. Zna metody analiz i wspomagające je narzędzia komputerowe w tym zakresie wiedzy (MiPM1\_W03);

- Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki cieczy i gazów oraz termodynamiki, dotyczącą typowych zjawisk technicznych występujących w budowie i eksploatacji maszyn, lotnictwie i energetyce (MiPM\_W04);
- Potrafi praktycznie wykorzystać metody matematyczne, metody numeryczne oraz komputerowe metody symulacyjne do modelowania prostych zagadnień technicznych typowych dla Mechaniki i Projektowania Maszyn. Potrafi zastosować poznane zasady i prawa mechaniki klasycznej do tworzenia ilościowego opisu podstawowych zjawisk mechanicznych w układach technicznych. Potrafi dokonać analizy wytrzymałości i stateczności wybranych rodzajów konstrukcji oraz zaprojektować proste urządzenie mechaniczne (MiPM1\_U21).

Spośród efektów uczenia się na pierwszym stopniu studiów, odnoszących się do wiedzy i umiejętności specjalistycznych, za kluczowe należy uznać te, które są bezpośrednio powiązane z kształceniem w zakresie mechaniki, projektowania, technologii i eksploatacji maszyn. Ze względu na przyjętą koncepcję kształcenia, szczególna waga przywiązywana jest do przedmiotów kształtujących znajomość i rozumienie zjawisk i procesów związanych z zagadnieniami modelowania i projektowania maszyn i urządzeń mechanicznych, oraz umiejętności wykorzystania odpowiednich narzędzi, ze szczególnym naciskiem na metody komputerowe. Istotnym elementem wiedzy i umiejętności specjalistycznych są także podstawowe kompetencje w zakresie organizacji i zarządzania procesami produkcyjnymi. Za kluczowe efekty uczenia się dotyczące w/w kompetencji uznać należy:

- Ma podstawową wiedzę w zakresie wybranych dyscyplin technicznych i nietechnicznych powiązanych z kierunkiem MiPM, obejmującą m.in. zagadnienia: nauki o materiałach, inżynierii wytwarzania, elektrotechniki i elektroniki, sterowania i regulacji, informatyki, programowania i metod numerycznych, organizacji i zarządzania. (MiPM1\_W02);
- Ma szczegółową wiedzę dotyczącą metod modelowania w inżynierii mechanicznej, w tym zasady i procedurę tworzenia modeli stanów i procesów, charakterystycznych dla urządzeń mechanicznych, umożliwiającą prowadzenie obliczeń inżynierskich oraz badań analitycznych i eksperymentalnych (MiPM1\_W05);
- Ma szczegółową wiedzę o ogólnych i szczegółowych zasadach projektowania urządzeń mechanicznych oraz o zasadach i procedurach prowadzenia obliczeń inżynierskich, wspomagających proces projektowania (MiPM1\_W06);
- Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą zasad grafiki inżynierskiej i zapisu konstrukcji oraz nowoczesnych komputerowych systemów CAD/CAM/CAE wspomagających projektowanie maszyn i urządzeń mechanicznych (MiPM1\_W08).
- Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty wspomagające proces projektowania urządzeń technicznych, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi wykorzystywać do tego metody statystyki matematycznej. Potrafi na podstawie wyników badań projektować ulepszenia urządzeń i systemów (MiPM1\_U08).
- Potrafi zaprojektować proste urządzenie mechaniczne lub system, uwzględniając ograniczenia techniczne i nietechniczne. W procesie projektowania potrafi wykorzystywać także wiedzę niezwiązaną bezpośrednio z szeroko rozumianą mechaniką, w szczególności dotyczącą: zjawisk elektrycznych (w tym przy doborze urządzeń elektrycznych i elektronicznych do układów mechanicznych), automatyki i robotyki, w tym zastosowań układów sterowania i regulacji w układach mechanicznych, systemów operacyjnych, baz danych i sieci komputerowych, metod numerycznych, wspomagających badania i obliczenia w zakresie inżynierii mechanicznej (MiPM1\_U12);

- Potrafi tworzyć (lub przystosowywać typowe) modele stanów i zjawisk charakterystycznych dla inżynierii mechanicznej, niezbędne do prowadzenia obliczeń inżynierskich oraz badań analitycznych i eksperymentalnych, w tym modele: eksploatacji obiektu, przebiegu obciążeń i naprężeń, wymiany ciepła i masy oraz procesu spalania, właściwości materiałów i elementów oraz wpływu na nie technik wytwarzania (MiPM1\_U14);
- Ma zdolność widzenia określonej całości, której częścią jest rozwiązywany problem, i przy formułowaniu zadań inżynierskich potrafi integrować wiedzę z różnych obszarów technicznych i nietechnicznych (w tym – ekonomii, organizacji i zarządzania) (MiPM1\_U11)

Kształcenie na studiach pierwszego stopnia na kierunku *mechanika i projektowanie maszyn* obejmuje również kształtowanie i rozwijanie kompetencji społecznych studentów. Osiągnąwszy zakładane efekty uczenia się, absolwent będzie rozumiał i akceptował potrzebę ciągłego dokształcania się – podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych (MiPM1\_K06, MiPM1\_U05), cechował się odpowiedzialnością za wspólnie realizowane zadania i umiejętnością pracy w zespole (MiPM1\_K02) oraz dużą świadomością potrzeby przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa (MiPM1\_K05).

Na poziomie **studiów drugiego stopnia** kierunku *mechanika i projektowanie maszyn* szereg przewidywanych efektów uczenia się związanych jest z pogłębianiem wiedzy i umiejętności, zdobytych podczas studiów pierwszego stopnia, w zakresie przedmiotów podstawowych (MiPM2\_W01, MiPM2\_W02, MiPM2\_W03, MiPM2\_U09, MiPM2\_U10, MiPM2\_U11) oraz kierunkowych (MiPM2\_W04 - MiPM2\_W09, MiPM2\_U12, MiPM2\_U13, MiPM2\_U14).

Wśród efektów uczenia się, zgodnie z ustaloną koncepcją kształcenia, a także z przyjęciem – jako wiodącej – dyscypliny inżynieria mechaniczna, jako kluczowe należy wskazać te, które odnoszą się do modelowania zjawisk termo-mechanicznych oraz projektowania i analizy maszyn i urządzeń mechanicznych. Po osiągnięciu tych efektów, absolwent:

- Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić - w zakresie typowym dla Mechaniki i Projektowania Maszyn - istniejące rozwiązania techniczne: urządzenia, obiekty, systemy i procesy (MiPM2\_U19);
- Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla Mechaniki i Projektowania Maszyn, w tym zadań nietypowych uwzględniając ich aspekty pozatechniczne (MiPM2\_U21);
- Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi rozwiązania prostego zadania inżynierskiego, typowego dla Mechaniki i Projektowania Maszyn; w podobnym zakresie potrafi – stosując także koncepcyjnie nowe metody – rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanego kierunku studiów, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy (MiPM2\_U22);
- Potrafi - zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne, używając właściwych metod, technik i narzędzi (a także przystosowując i modyfikując je do tego celu) - zaprojektować złożone urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla Mechaniki i Projektowania Maszyn (MiPM2\_U23).

Na osobne podkreślenie zasługują efekty uczenia się podporządkowane istotnemu celowi kształcenia, jakim jest przygotowanie absolwenta do prowadzenia badań naukowych. Dzięki ich osiągnięciu, absolwent potrafi:

- pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku obcym, integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski i formułować opinie (MiPM2\_U01);

- przygotować w języku polskim i języku angielskim dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu Mechaniki i Projektowania Maszyn, także dotyczące własnych badań (MiPM2\_U03);
- formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi (MiPM2\_U15);
- ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi rozwiązania prostego zadania inżynierskiego, typowego dla Mechaniki i Projektowania Maszyn; w podobnym zakresie potrafi – stosując także koncepcyjnie nowe metody – rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanego kierunku studiów, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy (MiPM2\_U22).

Absolwent studiów drugiego stopnia potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz kierować zespołami (MiPM2\_U24), a także myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy (MiPM2\_K06). Zakłada się ponadto, że słuchacz studiów drugiego stopnia, niezależnie od tego, jaki kierunek ukończył w ramach pierwszego stopnia studiów, osiągnął wszystkie efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych, przewidziane dla pierwszego stopnia studiów na kierunku MiPM prowadzonego na Wydziale MEiL.

Program studiów pierwszego i drugiego stopnia na kierunku *mechanika i projektowanie maszyn* uwzględnia również efekty kształcenia związane ze znajomością języka obcego na poziomie biegłości B2+ (MiPM1\_U04, MiPM1\_U06, MiPM1\_U07, MiPM2\_U01, MiPM2\_U02, MiPM2\_U03, MiPM2\_U04, MiPM2\_U06). Dzięki osiągnięciu efektów uczenia się w tym obszarze, student zdobywa umiejętność porozumiewania się w języku obcym w środowisku zawodowym, poprawnego postępowania się terminologią fachową i korzystania ze specjalistycznej literatury.

### **1.6. Efekty uczenia się prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich**

Ukończenie studiów pierwszego stopnia łączy się z uzyskaniem tytułu inżyniera, dlatego wśród zakładanych efektów uczenia się duże znaczenie mają te z zakresu podstawowej wiedzy oraz umiejętności inżynierskich, bezpośrednio związane z rozwiązywaniem zadań inżynierskich. Zakładane kierunkowe efekty uczenia się mają dać absolwentowi wiedzę i umiejętności umożliwiające podjęcie pracy zawodowej i przygotować go do rozwiązywania różnorodnych problemów technicznych z zakresu inżynierii mechanicznej napotykanych w przemyśle, a także do prowadzenia własnych prac rozwojowych i poszukiwania innowacyjnych rozwiązań. Zgodnie z przyjętą koncepcją kształcenia, szczególnie silny nacisk położony jest na zagadnienia związane z inżynierią mechaniczną.

Wśród najistotniejszych przewidywanych efektów uczenia się na **studiach pierwszego stopnia**, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, należy wymienić przede wszystkim te, które odnoszą się do umiejętności. Dzięki ich osiągnięciu, absolwent:

- Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty wspomagające proces projektowania urządzeń technicznych, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi wykorzystywać do tego metody statystyki matematycznej. Potrafi na podstawie wyników badań projektować ulepszenia urządzeń i systemów (MiBM1\_U08);
- Potrafi zaprojektować proste urządzenie mechaniczne lub system, uwzględniając ograniczenia techniczne i nietechniczne. W procesie projektowania potrafi wykorzystywać także wiedzę niezwiązaną bezpośrednio z szeroko rozumianą mechaniką, w szczególności dotyczącą: zjawisk elektrycznych (w tym przy doborze urządzeń elektrycznych i elektronicznych do



układów mechanicznych), automatyki i robotyki, w tym zastosowań układów sterowania i regulacji w układach mechanicznych, systemów operacyjnych, baz danych i sieci komputerowych, metod numerycznych, wspomagających badania i obliczenia w zakresie inżynierii mechanicznej (MiBM1\_U12);

- Potrafi projektować i konstruować elementy maszyn i układy mechaniczne z wykorzystaniem metod CAD/CAM/CAE (MiBM1\_U13);
- Potrafi tworzyć (lub przystosowywać typowe) modele stanów i zjawisk charakterystycznych dla inżynierii mechanicznej, niezbędne do prowadzenia obliczeń inżynierskich oraz badań analitycznych i eksperymentalnych, w tym modele: eksploatacji obiektu, przebiegu obciążeń i naprężeń, wymiany ciepła i masy oraz procesu spalania, właściwości materiałów i elementów oraz wpływu na nie technik wytwarzania (MiBM1\_U14);
- Potrafi przeprowadzić niezbędne obliczenia inżynierskie oparte na utworzonych przez siebie lub właściwie dobranych modelach (MiBM1\_U15);
- W procesie projektowania potrafi dobrać właściwe techniki wytwarzania elementów urządzeń mechanicznych niezbędne do nadania im cech, umożliwiających poprawne funkcjonowanie projektowanego urządzenia (MiBM1\_U16);
- Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym w aspekcie niezawodności, a zwłaszcza bezpieczeństwa. Potrafi przeprowadzić analizę niezawodności projektowanego przez siebie urządzenia lub systemu (lub już eksploatowanego) oraz analizę bezpieczeństwa związanego z jego funkcjonowaniem, a wyniki analiz wykorzystać do wprowadzania ulepszeń ze względu na niezawodność i bezpieczeństwo (MiBM1\_U17);
- Potrafi praktycznie wykorzystać metody matematyczne, metody numeryczne oraz komputerowe metody symulacyjne do modelowania prostych zagadnień technicznych typowych dla Mechaniki i Projektowania Maszyn (MiBM1\_U21).

Do uzyskania kompetencji inżynierskich w sposób bezpośredni prowadzą również następujące efekty uczenia się: MiBM1\_U09, MiBM1\_U10, MiBM1\_U11 i MiBM1\_U20.

Edukacja przyszłego inżyniera to proces złożony, nie można zatem pomijać efektów uczenia się dotyczących wiedzy i kompetencji społecznych. Za najistotniejsze spośród nich – z punktu widzenia kompetencji inżynierskich – należy uznać (by skrócić to opracowanie, pomijamy rozwinięcie kodów; pełna lista efektów wraz z kodami otwiera niniejszy raport): MiBM1\_W11, MiBM1\_W12, MiBM1\_U02, MiBM1\_U07, MiBM1\_U22, MiBM1\_K01, MiBM1\_K02, MiBM1\_K04.

Na **studiach drugiego stopnia** doskonalone są kompetencje inżynierskie nabyte na wcześniejszych etapach edukacji. Efekty uczenia się bezpośrednio nawiązujące do uzyskiwania lub poszerzania kompetencji inżynierskich to:

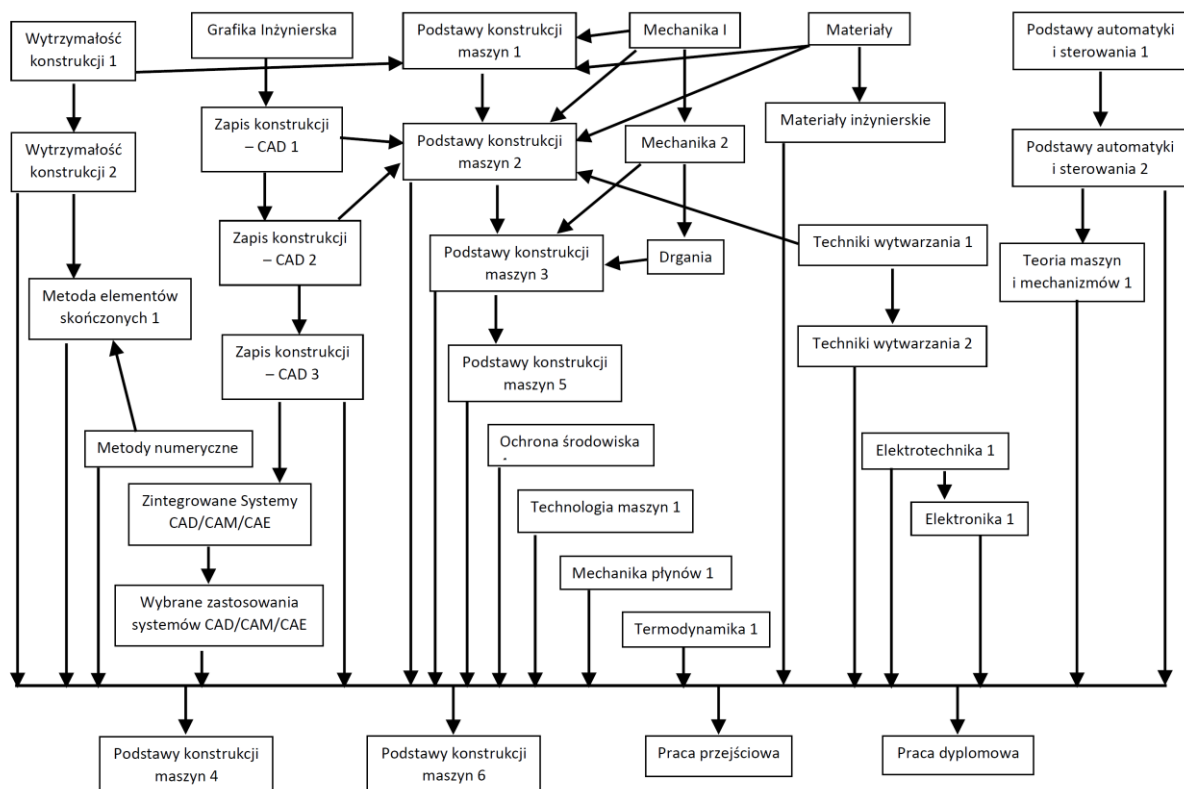
- Efekty związane z pogłębionym rozumieniem podstaw teoretycznych z inżynierii mechanicznej, w szczególności efekty MiBM2\_W01, ..., MiBM2\_W10,
- Efekty związane z pozyskiwaniem umiejętności inżynierskich na poziomie zaawansowanym: MiBM2\_U09, MiBM2\_U10, ..., MiBM2\_U13,
- Efekty związane z nabywaniem kompetencji do uczestnictwa w badaniach naukowych: MiBM2\_U14, MiBM2\_U15, MiBM2\_U22.
- Efekty związane z poszerzeniem kompetencji językowych i komunikacyjnych: MiBM2\_U02, MiBM2\_U03, MiBM2\_U04, MiBM2\_U06, MiBM2\_U07.

Należy podkreślić, że znaczna część efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich jest osiągnięta podczas zajęć o charakterze laboratoryjnym bądź projektowym. Zazwyczaj konkretny efekt uczenia się jest osiągnięty na kilku przedmiotach. Spełnienie kierunkowego efektu uczenia się uzyskuje się poprzez spełnienie wielu (bardziej szczegółowych) przedmiotowych efektów uczenia się.

Można to prześledzić na przykładzie efektu kierunkowego MiBM1\_U12, który ma następujące sformułowanie:

*Potrafi zaprojektować proste urządzenie mechaniczne lub system, uwzględniając ograniczenia techniczne i nietechniczne. W procesie projektowania potrafi wykorzystywać także wiedzę niezwiązaną bezpośrednio z szeroko rozumianą mechaniką, w szczególności dotyczącą: zjawisk elektrycznych (w tym przy doborze urządzeń elektrycznych i elektronicznych do układów mechanicznych), automatyki i robotyki, w tym zastosowań układów sterowania i regulacji w układach mechanicznych, systemów operacyjnych, baz danych i sieci komputerowych, metod numerycznych, wspomagających badania i obliczenia w zakresie inżynierii mechanicznej.*

Zajęcia umożliwiające osiągnięcie tego efektu i ich wzajemne zależności można przedstawić w formie schematu Rys. 1.1.



Rys. 1.1.

Efekty uczenia się poszczególnych przedmiotów przyczyniających się do osiągnięcia efektu kierunkowego MiBM1\_U12 przedstawiono w Tabeli 1.1.

PRZEDMIOT	SEMESTR
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW105 Grafika Inżynierska (sem 1. W15, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW105_W1 Zna podstawy tworzenia rysunku aksonometrycznego.</p> <p>ML.NW105_W2 Zna zasady odwzorowania elementów geometrycznych na kilku rzutniach.</p> <p>ML.NW105_U1 Potrafi wykonać rysunek aksonometryczny.</p> <p>ML.NW105_U2 Potrafi odwzorować elementy geometryczne i relacje geometryczne zachodzące pomiędzy nimi.</p>	<b>1</b>



<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW108 Mechanika I (sem 1. W15, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW108_W01: Student ma podstawową wiedzę o siłach, momentach sił, parach sił. Wie, co to jest tarcie poślizgowe i toczne, geometria mas.</p> <p>ML.NW108_W02: Student, wie jak wykorzystać rachunek wektorowy w zagadnieniach ze statyki.</p> <p>ML.NW108_W03: Student zna zakres stosowalności metod statyki niutonowskiej, w tym wie czym się różnią zagadnienia statycznie wyznaczalne od statycznie niewyznaczalnych.</p> <p>ML.NW108_U01: Student potrafi rozwiązywać proste problemy z zakresu statyki, w szczególności: umie uwalniać od więzów, redukować układy sił i momentów oraz układać równania równowagi ciał obciążonych dowolnym układem sił i momentów.</p>	<b>1</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW108 Materiały I (sem 1. W30, C0, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW107_W1: Zna charakterystyki głównych grup materiałowych tj. metalicznych, polimerowych, ceramicznych oraz kompozytów z uwzględnieniem m.in. poziomu wskaźników wytrzymałościowych, podatności degradacyjnej czy ceny.</p> <p>ML.NW107_W2: Zna zależności pomiędzy budową materiałów a ich właściwościami.</p> <p>ML.NW107_W3: Zna charakterystyczne właściwości poszczególnych grup materiałów i możliwości ich modyfikacji.</p> <p>ML.NW107_U1: Umie na podstawie zdobytej wiedzy i źródeł literaturowych sformułować wymagania co do materiału dla danej aplikacji.</p> <p>ML.NW107_U2: Umie korzystać z baz materiałowych i metodyki doboru materiału .</p> <p>ML.NW107_U3: Umie do danej grupy materiałów dobrać obróbkę cieplną.</p>	<b>1</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW108 Ochrona środowiska (sem 1. W30, C0, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW109_W2: Posiada elementarną wiedzę o wpływie instalacji przemysłowych, w tym: energetycznych oraz transportu na podstawowe elementy środowiska.</p> <p>ML.NW109_W3: Zna rodzaje pospolitych zanieczyszczeń powietrza oraz ich szkodliwość: SO<sub>2</sub>, NO<sub>X</sub>, CO, sadza, węglowodory, CO<sub>2</sub>.</p> <p>ML.NW109_W7: Ma ogólną wiedzę o wybranych technologiach ochrony powietrza, utylizacji odpadów przemysłowych.</p> <p>ML.NW109_U2: Potrafi oszacować skalę redukcji emisji zanieczyszczeń atmosferycznych dla typowych instalacji ochrony powietrza.</p> <p>ML.NW109_U3: Potrafi ocenić wpływ na wybrane technologie przemysłowe wynikający z przepisów służących ochronie środowiska.</p>	<b>1</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW115 Mechanika 2 (sem. 2 W30, C30, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW115_W1: Student wie jak rozwiązywać proste problemy z zakresu mechaniki niutonowskiej.</p> <p>ML.NW115_W2: Student wie jak wykorzystać rachunek różniczkowy i całkowy w zagadnieniach kinematyki i dynamiki.</p> <p>ML.NW115_U1: Student umie rozwiązywać proste problemy z zakresu kinematyki i dynamiki.</p> <p>ML.NW115_U2: Student umie wykorzystać podstawy rachunku różniczkowego i całkowego w kinematyce i dynamice.</p> <p>ML.NW115_U3: Student umie określić obszar zagadnień, gdzie można skutecznie stosować narzędzia mechaniki niutonowskiej.</p>	<b>2</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW116 Termodynamika 1 (sem. 2 W30, C30, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW116_W1: Zna podstawowe parametry fizyczne opisujące stan termodynamiczny układów, jak również właściwości termofizyczne substancji istotne z punktu widzenia efektów energetycznych przemian termodynamicznych.</p> <p>ML.NW116_W2: Rozumie ograniczenia sprawności konwersji energii w maszynach cieplnych wynikające z II zasady termodynamiki. Zna pojęcie entropii.</p> <p>ML.NW116_W3: Zna modele teoretyczne (przemiany termodynamiczne) gazowych silników cieplnych.</p> <p>ML.NW116_U1: Potrafi wykonać obliczenia bilansowe prostego układu/systemu energetycznego.</p>	<b>2</b>

<p>ML.NW116_U2: Potrafi ocenić sprawność konwersji energii w urządzeniach cieplnych na gruncie II zasady termodynamiki.</p> <p>ML.NW116_U3: Potrafi wyznaczyć ciepło i pracę przemian odwracalnych gazu doskonałego</p> <p>ML.NW116_U4: Potrafi wyznaczyć teoretyczną sprawność obiegu gazowego składającego się z przemian odwracalnych.</p>	
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW117 Wytrzymałość konstrukcji 1 (sem. 2 W30, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW117_W1: Zna i rozumie pojęcia opisujące stan naprężenia, stan odkształcenia oraz prawo Hooke'a.</p> <p>ML.NW117_W2: Zna i rozumie pojęcia naprężenia zredukowanego i hipotez wytrzymałościowych.</p> <p>ML.NW117_W3: Rozumie i objaśni pojęcie współczynnika bezpieczeństwa konstrukcji.</p> <p>ML.NW117_U1: Umie analizować stan naprężenia, stan odkształcenia oraz powiązanie między nimi.</p>	<b>2</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW118 Zapis konstrukcji – CAD I (sem. 2 W0, C0, P30, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW118_W1 Zna zasady wykonywania rysunku warsztatowego pojedynczej części.</p> <p>ML.NW118_W3 Rozumie potrzebę korzystania z Polskich Norm w zakresie Rysunku Technicznego.</p> <p>ML.NW118_W4 Zna zasady wykonywania rysunku złożeniowego.</p> <p>ML.NW118_U1 Potrafi wykonać rysunek warsztatowy przedmiotu z natury.</p> <p>ML.NW118_U2 Potrafi korzystać z Polskich Norm.</p> <p>ML.NW118_U4 Potrafi wykonać rysunek złożeniowy.</p>	<b>2</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW113A Elektrotechnika I (sem. 2 W30, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW113A_W1: Student zna prawa Ohma i Kirchhoffa dla obwodów elektrycznych i magnetycznych.</p> <p>ML.NW113A_W2: Student wie jak wytwarzany jest prąd trójfazowy i rozumie stosowanie układów trójfazowych 3 i 4-przewodowych niskiego napięcia.</p> <p>ML.NW113A_W3: Student rozumie podstawy działania maszyn elektrycznych.</p> <p>ML.NW113A_U1: Student posiada umiejętność rozwiązywania obwodów elektrycznych prądu stałego i sinusoidalnie zmiennego (1-fazowego i 3-fazowego w stanie ustalonym).</p> <p>ML.NW113A_U2: Student umie porównać i zastosować podstawowe maszyny elektryczne.</p> <p>ML.NW113A_U4: Student potrafi dobrać podstawowe obwody ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach niskiego napięcia.</p>	<b>2</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK311 Drgania (sem. 3 W15, C0, P0, L15)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK311_W1: Student posiada wiedzę w zakresie modelowania prostych układów drgających.</p> <p>ML.NK311_W2: Student posiada wiedzę w zakresie wyznaczania częstości drgań własnych.</p> <p>ML.NK311_W3: Student posiada wiedzę dotyczącą wpływu tłumienia i różnego rodzaju wymuszeń na drgania układu.</p> <p>ML.NK311_U2: Student posiada umiejętność wyznaczania częstości i postaci drgań własnych.</p> <p>ML.NK311_U3: Student posiada umiejętność wyznaczania parametrów drgań tłumionych i poddanych działaniu wymuszeń zewnętrznych różnego rodzaju wymuszeń na drgania układu.</p>	<b>3</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW122 Mechanika płynów 1 (sem 3. W30, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW122_W1: Zna podstawy statyki i kinematyki ośrodka ciągłego.</p> <p>ML.NW122_W2: Ma podstawową wiedzę w zakresie formułowania zasad zachowania dla płynu, równań opisujących jego ruch i ich całek pierwszych, a także sposobów określania reakcji aero/hydrodynamicznych.</p> <p>ML.NW122_W3: Ma podstawową wiedzę na temat modelu płynu newtonowskiego oraz inżynierskich metod wyznaczania ruchu laminarnego i turbulentnego cieczy lepkiej w rurociągach, zna pojęcie podobieństwa dynamicznego przepływów i znaczenie fizyczne podstawowych liczb podobieństwa.</p> <p>ML.NW122_U1: Potrafi rozwiązać proste zagadnienia inżynierskie z zakresu statyki cieczy.</p> <p>ML.NW122_U2: Potrafi posłużyć się aparatem algebry i analizy wektorowej do wyznaczenia charakterystyk ruchu płynu.</p>	<b>3</b>

<p>ML.NW122_U3: Potrafi rozwiązać zagadnienia wyznaczania ruchu cieczy idealnej lub rzeczywistej w prostych rurociągach posługując się podstawowym lub uogólnionym równaniem Bernoulliego.</p> <p>ML.NW122_U4: Posługując się całkową postacią zasady zachowania pędu potrafi rozwiązać proste przypadki zagadnienia wyznaczania reakcji hydro/aerodynamicznych. rozwiązać proste przypadki zagadnienia wyznaczania reakcji hydro/aerodynamicznych.</p>	
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW123 Podstawy automatyki i sterowania I (sem 3 W30, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW123_W1 Student zna pojęcie transformaty Laplace'a.</p> <p>ML.NW123_W2 Student zna pojęcie transmitancji operatorowej i widmowej układu.</p> <p>ML.NW123_W3 Student zna pojęcia sprzężenie zwrotne, układ otwarty i układ zamknięty.</p> <p>ML.NW123_W4 Student zna ogólne twierdzenie o stabilności układów liniowych.</p> <p>ML.NW123_W5 Student zna wybrane kryteria oceny stabilności układów liniowych.</p> <p>ML.NW123_W6 Student zna podstawy regulacji PID.</p> <p>ML.NW123_U1 Student potrafi dokonać transformaty Laplace'a wybranego sygnału technicznego.</p> <p>ML.NW123_U2 Student potrafi wyznaczyć odpowiedź układu na typowe wymuszenia techniczne.</p> <p>ML.NW123_U3 Student potrafi zastosować wybrane kryteria stabilności układów liniowych.</p> <p>ML.NW123_U4 Student potrafi wymienić podstawowe wskaźniki jakości regulacji.</p>	
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW124 Podstawy konstrukcji maszyn 1 (sem 3. W15, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW124_W1 Zna ogólne i szczegółowe zasady projektowania oraz procedurę projektowania.</p> <p>ML.NW124_W2 Ma wiedzę o najważniejszych procesach prowadzących do uszkodzeń obiektów mechanicznych.</p> <p>ML.NW124_U1: Potrafi operować poprawnie podstawowymi pojęciami, terminami i miarami, typowymi dla projektowania i konstruowania urządzeń mechanicznych (np. takimi pojęciami, jak: projektowanie i konstruowanie, trwałość, nośność, wytrzymałość doraźna i zmęczeniowa, współczynnik bezpieczeństwa, naprężenie dopuszczalne, warunek ograniczający, modelowanie deterministyczne i probabilistyczne, niezawodność, bezpieczeństwo).</p> <p>ML.NW124_U2: Ma zdolność dostrzegania ograniczeń fizycznych (głównie wytrzymałościowych, sztywnościowych, trwałościowych, cieplnych), normalizacyjnych, ekonomicznych, a zwłaszcza wynikających z niepełnej wiedzy człowieka i z jego możliwości intelektualnych, konieczną w formułowaniu zadań inżynierskich.</p> <p>ML.NW124_U3: Potrafi utworzyć warunki ograniczające niezbędne do przeprowadzenia obliczeń w procesie projektowania prostego urządzenia mechanicznego.</p> <p>ML.NW124_U4: Potrafi tworzyć proste modele stanów i zjawisk charakterystycznych dla urządzeń mechanicznych, niezbędne do prowadzenia obliczeń inżynierskich, w tym: modele: naprężeń i odkształceń, procesów zmęczenia oraz zużycia, właściwości materiałów i elementów oraz wpływu na te właściwości technik wytwarzania.</p> <p>ML.NW124_U5: Potrafi przeprowadzić niezbędne obliczenia inżynierskie wytrzymałości i trwałości zmęczeniowej elementów w prostych zespołach elementów.</p> <p>ML.NW124_U6: Potrafi zaprojektować proste połączenie elementów: spawane, klejone, nitowe, wpustowe, wielowypustowe itd. oraz przeprowadzić niezbędne obliczenia wspomagające.</p>	3
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK399 Techniki wytwarzania I (sem. 3 W30, C0, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK399_W1 Ma podstawową wiedzę o procesach kształtowania plastycznego materiałów (...)</p> <p>ML.NK399_W2 Zna metody odlewania materiałów (...)</p> <p>ML.NK399_W3 Posiada wiedzę na temat wytwarzania części metodą proszków spiekanych.</p> <p>ML.NK399_W4 Ma podstawową wiedzę o metodach spajania materiałów (...)</p> <p>ML.NK399_W5 Ma podstawową wiedzę o obróbce skrawaniem (...)</p> <p>ML.NK399_W6 Ma podstawową wiedzę o obróbkach dokładnościowo-gładkościowych (...)</p> <p>ML.NK399_W7 Ma podstawową wiedzę o obróbce materiałów trudnoobrabialnych (...)</p>	3
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK427 Wytrzymałość Konstrukcji II (sem 3. W15, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK427_W1 Zna i rozumie pojęcia konstrukcji prętowych statycznie wyznaczalnych i statycznie niewyznaczalnych.</p>	3

<p>ML.NK427_W2 Zna i rozumie pojęcia naprężeń cieplnych i montażowych.</p> <p>ML.NK427_W3 Rozumie pojęcia definiujące pracę powłok osiowosymetrycznych w stanie błonowym.</p> <p>ML.NK427_W4 Rozumie i objaśni pojęcie wyboczenia pręta ściskanego (...)</p> <p>ML.NK427_U1 Umie określić rozkłady sił wewnętrznych w ramach statycznie wyznaczalnych (i niewyznaczalnych – U4).</p> <p>ML.NK427_U2 Umie wyznaczyć przemieszczenie punktu w ramach statycznie wyznaczalnych (i niewyznaczalnych – U4).</p>	
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK431 Zapis Konstrukcji CAD2 (sem 3. W0, C0, P30, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK431_W1 Zna zasady wykonywania rysunku warsztatowego pojedynczej części z uwzględnieniem stanu powierzchni.</p> <p>ML.NK431_W2 Zna zasadę wykonywania rysunków wykonawczych części współpracujących z uwzględnieniem tolerancji i pasowania.</p> <p>ML.NK431_W4 Zna zasadę wykonania rysunku złożeniowego w systemie CAD-2D przy wykorzystaniu biblioteki rysunków części znormalizowanych.</p> <p>ML.NK431_W5 Ma podstawową wiedzę tworzenia dokumentacji dwuwymiarowej w systemie CAD-3D.</p> <p>ML.NK431_U4 Potrafi wykonać rysunek złożeniowy w systemie CAD-2D przy wykorzystaniu biblioteki rysunków części znormalizowanych.</p> <p>ML.NK431_U5 Potrafi wykonać rysunek warsztatowy części przy wykorzystaniu systemu CAD-3D.</p>	<b>3</b>
<p><b>Przedmiot:</b> NW135 Elektronika I sem 4 W15, C15, P0, L0</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW135_W1 Zna podstawowe właściwości elementów elektronicznych.</p> <p>ML.NW135_W2 Ma wiedzę podstawową z elektroniki i półprzewodników.</p> <p>ML.NW135_W3 Zna podstawowe prawa elektroniki.</p> <p>ML.NW135_W4 Rozumie działanie podstawowych układów elektronicznych analogowych.</p> <p>ML.NW135_W5 Rozumie działanie podstawowych układów cyfrowych.</p> <p>ML.NW135_U1 Potrafi rozwiązać proste zadanie z zakresu obwodów elektronicznych.</p> <p>ML.NW135_U2 Potrafi analizować zjawiska przepływu nośników prądu w półprzewodnikach.</p> <p>ML.NW135_U3 Jest w stanie wyjaśnić działanie układów elektronicznych analogowych (wzmacniacze, generatory, zasilacze).</p> <p>ML.NW135_U4 Jest w stanie wyjaśnić działanie układów cyfrowych.</p> <p>ML.NW135_U5 Potrafi obliczyć parametry układów elektronicznych.</p> <p>ML.NW135_U6 Potrafi zaprojektować prosty układ elektroniczny.</p>	<b>4</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK432 Zapis konstrukcji CAD3 (sem 4. W0, C0, P30, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK432_W1: Zna zasady wykonania rysunku warsztatowego części o skomplikowanym kształcie oraz rysunku złożeniowego.</p> <p>ML.NK432_W2: Zna zasadę kształtowania krawędzi elementów podlegających spawaniu.</p> <p>ML.NK432_W3: Zna podstawy tworzenia modelu geometrycznego w systemie CAD-3D.</p> <p>ML.NK432_U3: Potrafi wykonać rysunek złożeniowy w oparciu o rysunki wykonawcze części tego złożenia.</p> <p>ML.NK432_U4: Potrafi utworzyć prostą część maszynową w systemie CAD-3D i na jej podstawie wykonać dokumentację dwuwymiarową.</p>	<b>4</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK690 Zintegrowane Systemy CAD/CAM/CAE (sem. 4 W0, C0, P30, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK690_U1 Potrafi posługiwać się na poziomie podstawowym wybranym zintegrowanym systemem CAD/CAM/CAE na przykładzie jednego z trzech: NX- Unigraphics, CATIA lub ProEngineerCREO.</p>	<b>4</b>
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK342 Metoda elementów skończonych 1 (sem. 4 W30, C0, P0, L15)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK342_W2: Zna ogólne zasady budowy układów równań MES dla zagadnień statycznej analizy naprężeń.</p> <p>ML.NK342_W3: Zna schemat działania typowego programu MES.</p> <p>ML.NK342_U1: Potrafi samodzielnie zbudować dwuwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS)</p>	<b>4</b>

<p>konstrukcji (płaski stan naprężenia, płaski stan odkształcenia, osiowa symetria), wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.</p> <p>ML.NK342_U2: Potrafi samodzielnie zbudować trójwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.</p> <p>ML.NK342_U4: Potrafi samodzielnie zbudować i rozwiązać prosty liniowy model MES konstrukcji prętowej dla zadanych warunków obciążenia i podparcia (pręt rozciągany, belka, kratownica, rama).</p> <p>ML.NK342_U5: Potrafi wyznaczyć zastępcze obciążenie węzłowe w prętowym i płaskim elemencie skończonym dla prostego przypadku obciążenia.</p>	
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK470A Metody numeryczne (sem. 4 W15, C0, P0, L15)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK470_U1: Potrafi porównać i ocenić krytycznie właściwości poznanych metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych.</p> <p>ML.NK470_U2: Potrafi omówić ograniczenia stosowalności algorytmów skończonych typu eliminacji Gaussa, uzasadnić potrzebę stosowania metod iteracyjnych oraz - w wybranych przypadkach – zweryfikować warunki ich zbieżności.</p> <p>ML.NK470_U3: Potrafi opisać i uzasadnić potrzebę stosowania technik wspomagających efektywne rozwiązywanie układów algebraicznych nieliniowych (podrelaksacja, homotopia).</p> <p>ML.NK470_U4: Potrafi zastosować właściwą aproksymację różnicową do liniowego brzegowego zagadnienia różniczkowego zwyczajnego i wskazać odpowiednie algorytmy algebraiczne.</p> <p>ML.NK470_U5: Potrafi wskazać zagadnienia inżynierskie prowadzące do zagadnienia na wartości/wektory własne, a także opracować proste implementacje podstawowych algorytmów numerycznych stosowane do tego zagadnienia.</p> <p>ML.NK470_U6: Potrafi wykorzystać procedury biblioteczne do konstrukcji własnego programu obliczeniowego, a następnie program ten samodzielnie uruchomić i przetestować.</p>	4
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK360A Podstawy automatyki i sterowania 2 (sem. 4 W30, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK360_W1: Student zna metodę analizy układów regulacji w dziedzinie częstotliwości z wykorzystaniem charakterystyk Nyquista i Bodego.</p> <p>ML.NK360_W2: Student zna metodę analizy układów regulacji w dziedzinie częstotliwości z wykorzystaniem linii pierwiastkowych.</p> <p>ML.NK360_W4: Student zna metodę projektowania kompensatorów w układach regulacji przy wykorzystaniu charakterystyk Bodego.</p> <p>ML.NK360_W5: Student zna metodę projektowania kompensatorów w układach regulacji przy wykorzystaniu linii pierwiastkowych.</p> <p>ML.NK360_U1: Student potrafi dokonać analizy układu regulacji automatycznej (w tym: określić zapas stabilności) przy wykorzystaniu kryteriów formułowanych w dziedzinie częstotliwości (na podstawie charakterystyk Nyquista i Bodego).</p> <p>ML.NK360_U2: Student potrafi dokonać analizy układu regulacji automatycznej przy wykorzystaniu metody linii pierwiastkowych.</p> <p>ML.NK360_U3: Student potrafi zaprojektować kompensator, zapewniający realizację zadanych celów układu regulacji, wykorzystując charakterystyki Bodego.</p> <p>ML.NK360_U4: Student potrafi zaprojektować kompensator, zapewniający realizację zadanych celów układu regulacji, wykorzystując metodę linii pierwiastkowych.</p>	4
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NW125 Podstawy konstrukcji maszyn 2 (sem. 4 W15, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NW125_W1: Zna rozwiązania konstrukcyjne typowych zespołów elementów stosowane w urządzeniach mechanicznych, zwłaszcza w układach przenoszenia napędu, takie jak: połączenia śrubowe, mechanizmy śrubowe, łożyska toczne, łożyska ślizgowe, wały, osie, sprzęgła, przekładnie, zespoły elementów sieci przesyłowych i in. Zna problemy inżynierskie towarzyszące ich projektowaniu i konstruowaniu.</p> <p>ML.NW125_U1: Ma zdolność widzenia określonej całości, której częścią jest rozwiązywany problem, w tym - związany z wyznaczaniem wymaganych cech analizowanego lub projektowanego zespołu urządzenia mechanicznego. W procesie projektowania i obliczeń określonego zespołu (np. połączenia śrubowego, połączenia dwóch części rurociągu, podparcia</p>	4



<p>wału, sprzęgła) potrafi uwzględnić wymagania wynikające z jego funkcji w układzie przenoszenia napędu lub masy</p> <p>ML.NW125_U2: Ma zdolność dostrzegania ograniczeń fizycznych (głównie wytrzymałościowych, sztywnościowych, trwałościowych, cieplnych), normalizacyjnych, ekonomicznych a zwłaszcza wynikających z niepełnej wiedzy człowieka i z jego możliwości intelektualnych, konieczną w projektowaniu, w tym: – w projektowaniu typowych zespołów urządzenia mechanicznego.</p> <p>ML.NW125_U3: Na podstawie dostrzeżonych ograniczeń i wymagań, istotnych ze względu na funkcję spełnianą w maszynie lub w systemie przez projektowany lub analizowany zespół (np. połączenie śrubowe, połączenie dwóch części rurociągu, podparcie wału, sprzęgło), potrafi utworzyć warunki ograniczające będące podstawą obliczeń inżynierskich. Potrafi je wykorzystać do wyznaczenia lub do doboru cech tego zespołu.</p> <p>ML.NW125_U4: Potrafi zbudować lub dobrać z literatury (także norm) odpowiednie modele stanów i zjawisk potrzebne do wykorzystania utworzonych warunków ograniczających w obliczeniach inżynierskich analizowanego lub projektowanego zespołu. Potrafi ocenić wartość dobieranego modelu ze względu na pożądaną jego dokładność i szczegółowość.</p> <p>ML.NW125_U5: Potrafi przeprowadzić niezbędne obliczenia inżynierskie mające na celu określenie cech analizowanego lub projektowanego zespołu urządzenia mechanicznego (np. połączenia śrubowego, połączenia dwóch części rurociągu, podparcia wału, sprzęgła).</p> <p>ML.NW125_U8: Potrafi stosować w praktyce zalecenia norm dotyczące cech geometrycznych typowych elementów oraz ich właściwości fizycznych, w tym: wytrzymałościowych. Potrafi korzystać z katalogów typowych zespołów oraz materiałów konstrukcyjnych.</p>	
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK400 Techniki wytwarzania II (sem. 4 WO, CO, PO, L30)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK400_W1 Posiada podstawową wiedzę o pomiarach geometrii części maszyn (...)</p> <p>ML.NK400_W3 Posiada wiedzę o skrawalności materiałów, (...)</p> <p>ML.NK400_W4 Zna konstrukcje obrabiarek i narzędzi do różnego rodzaju obróbek: (...)</p> <p>ML.NK400_U1 Potrafi zastosować odpowiednie przyrządy i metody pomiaru (...)</p> <p>ML.NK400_U3 Potrafi napisać prosty program dla obrabiarki sterowanej numerycznie (...)</p> <p>ML.NK400_U4 Potrafi dobrać metodę spajania materiałów (...)</p> <p>ML.NK400_U5 Umie dokonać wyboru właściwej obróbki (...)</p>	4
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK453 Materiały inżynierskie (sem. 5 W45, CO, PO, LO)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK453_W1: Zna podstawowe elementy struktury materiałów oraz przykłady relacji między strukturą i właściwościami.</p> <p>ML.NK453_W2: Ma podstawową wiedzę na temat metod wytwarzania głównych grup materiałów.</p> <p>ML.NK453_W3: Zna charakterystyczne cechy i zastosowania głównych grup materiałów. Zna wybrane przykłady materiałów z różnych grup.</p> <p>ML.NK453_W4: Zna podstawowe zasady doboru materiałów do określonych zastosowań.</p> <p>ML.NK453_U1: Potrafi na podstawie dostarczonej charakterystyki materiału i wymagań dotyczących analizowanego elementu, dobrać materiał do określonego zastosowania.</p>	5
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK365 Podstawy konstrukcji maszyn III (sem. 5 W15, C15, PO, LO)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK365_W1: Zna przyczyny niepewności w działalności inżynierskiej i stosowane sposoby jej zmniejszania.</p> <p>ML.NK365_W2: Ma wiedzę o możliwościach modelowania probabilistycznego w obliczeniach inżynierskich i o sposobach uwzględniania losowości w obliczeniach deterministycznych (np. w obliczeniach zmęczeniowych, łożysk tocznych). Ma wiedzę o wpływie współczynnika bezpieczeństwa na prawdopodobieństwo uszkodzenia elementu.</p> <p>ML.NK365_W3: Zna strukturę układu przenoszenia napędu i funkcje spełniane przez poszczególne jego zespoły. Ma wiedzę o zjawiskach i procesach zachodzących w układzie i w poszczególnych zespołach w różnych okresach funkcjonowania układu.</p> <p>ML.NK365_U1: Potrafi zaprojektować strukturę przekładni zębatej do potrzeb układu przenoszenia napędu oraz cechy geometryczne kół tworzących ją kół zębatych, uwzględniając ograniczenia głównie konstrukcyjne i technologiczne.</p> <p>ML.NK365_U2: Potrafi wyznaczyć obciążenia przenoszone przez poszczególne koła zębate, wałki</p>	5

<p>i ich podparcia – zarówno w okresach ruchu ustalonego, jak i w okresach ruchu nieustalonego.</p> <p>ML.NK365_U3: Potrafi, na podstawie obliczeń wstępnych, wyznaczyć obciążenia dowolnego zespołu układu przenoszenia napędu i elementów tego zespołu, np. wynikające z pracy użytecznej wykonywanej przez zespół roboczy, zarówno w okresach ruchu ustalonego, jak i w okresach ruchu nieustalonego.</p> <p>ML.NK365_U4: Do wstępnych obliczeń obciążeń w układzie przenoszenia napędu potrafi utworzyć i zastosować prosty model dynamiki w tym układzie. Na podstawie wyników obliczeń potrafi dobrać odpowiednie cechy sprzęgła chroniące elementy układu przed przeciążeniami i przed rezonansem.</p>	
<p><b>Przedmiot</b> ML.NK463A Podstawy konstrukcji maszyn IV (sem. 5, W0, C0, P30, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK463A_W1: Zna zasady doboru materiałów konstrukcyjnych w procesie projektowania maszyn.</p> <p>ML.NK463A_W2: Ma wiedzę w zakresie doboru pasowań i tolerowania wymiarów jako czynników wpływających na zdolność maszyny do wypełniania określonych funkcji oraz decydujących o trwałości, niezawodności, łatwości montażu i napraw.</p> <p>ML.NK463A_U1: Potrafi zaprojektować proste urządzenie mechaniczne stacjonarne realizujące ściśle określoną funkcję i spełniające narzucone z góry założenia konstrukcyjne.</p> <p>ML.NK463A_U2: Potrafi sporządzić model uproszczony urządzenia pozwalający na przeprowadzenie poprawnej analizy w zakresie kinematyki i statyki.</p> <p>ML.NK463A_U3: Posiada umiejętność nadawania elementom maszyny kształtów i wymiarów w taki sposób aby w połączeniu z właściwym doбором materiałów konstrukcyjnych i dostępnych metod wytwarzania zapewnić wytrzymałość, sztywność i stateczność warunkującą poprawne i bezpieczne funkcjonowanie.</p> <p>ML.NK463A_U4: Potrafi wykorzystywać systemy wspomagania projektowania typu CAD/CAE na wszystkich etapach projektowania.</p> <p>ML.NK463A_U5: Potrafi zaproponować i zastosować dla członów pary kinematycznej łatwe w montażu i demontażu obrotowe połączenie sworzniowe oraz jest w stanie zaproponować podparcie na łożyskach różnego typu o odpowiedniej trwałości i sprawności, właściwie osadzonych i zabezpieczonych.</p> <p>ML.NK463A_U6: Umie decydować o dokładności elementów maszyn poprzez wykorzystanie analizy tolerancji, stosowanie określonych pasowań i wybór odpowiedniej chropowatości.</p> <p>ML.NK463A_U7: Dyskusja w czasie zajęć; sprawdzenie oddanej w ściśle określonym terminie dokumentacji rysunkowej i obliczeniowej; omówienie sprawdzonego projektu – analiza błędów.</p> <p>ML.NK463A_U8: Potrafi odszukać i wykorzystywać odpowiednie normy, specyfikacje materiałów konstrukcyjnych i przepisy.</p>	5
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK692 Wybrane zastosowania systemów CAD/CAM/CAE (sem. 5 W0, C0, P30, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK692_W1: Ma pogłębioną i rozszerzoną wiedzę w zakresie struktury i funkcjonowania zaawansowanych nowoczesnych systemów CAD/CAM/CAE na przykładzie wybranego semestru wcześniej jednego z nich (CATIA, NX lub ProEngineer).</p> <p>ML.NK692_W3: Ma poszerzony zakres wiedzy o wybrane elementy modelowania powierzchniowego, techniki konstruowania synchronicznego i tworzenia złożeń z wykorzystaniem techniki WAVE.</p> <p>ML.NK692_U1: Ma pogłębione umiejętności w zakresie zastosowań w konstruowaniu wybranego wcześniej, wysoko zaawansowanego zintegrowanego systemu CAD/CAM/CAE.</p> <p>ML.NK692_U2: Potrafi stosować: zaawansowane funkcje sparametryzowanego szkicownika, zaawansowane funkcje 3D z wykorzystaniem parametryzacji do tworzenia wielowariantowych modeli pojedynczych elementów i "złożeń".</p> <p>ML.NS692_U3: Potrafi posługiwać się modelowaniem powierzchniowym z wykorzystaniem funkcji tworzenia tzw. powierzchni swobodnych, ich edycji i analizy. ML.NS692_U4: Potrafi zastosować technikę WAVE do tworzenia i edycji złożeń.</p> <p>ML.NS692_U5: Posiada umiejętności posługiwania się efektywnie technologią synchroniczną do szybkiej modyfikacji obiektów 3D utworzonych w innych systemach CAD (geometria typu MultiCAD).</p>	5

<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK367 Podstawy konstrukcji maszyn V (sem. 5, W0, C0, P0, L15)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK367_U1: Student potrafi narysować schemat łożyskowania poprzecznych i skośnych łożysk tocznych.</p> <p>ML.NK367_U2: Student potrafi określić charakterystykę rozruchową sprzęgła ciernego.</p> <p>ML.NK367_U3: Student umie wyznaczyć podstawowe parametry przekładni zębatej.</p> <p>ML.NK367_U4: Student umie określić miejsca koncentracji naprężeń przy użyciu metody elastooptycznej.</p> <p>ML.NK367_U5: Student umie zastosować metodę analizy błędów w ocenie wyników pomiarów.</p>	5
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK464 Technologia maszyn 1 (sem. 5, W15, C0, P0, L15)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK464_W1: Posiada wiedzę o: strukturze procesów produkcyjnych, doborze półfabrykatów i metodach obróbki.</p> <p>ML.NK464_W2: Zna zasady projektowania procesów technologicznych, strukturę operacji i procesów. Zna zasady: ustalania i mocowania przedmiotu obrabianego, wymiarowania technologicznego.</p> <p>ML.NK464_W3: Posiada wiedzę w zakresie: obrabiarek CNC, centrów obróbkowych, gniazd zrobotyzowanych oraz ich programowaniu.</p> <p>ML.NK464_U1: Umie zorientować części w procesie technologicznym i montażu automatycznym.</p> <p>ML.NK464_U2: Potrafi zaprojektować operacje obróbkowe na obrabiarki CNC.</p> <p>ML.NK464_U3: Umie zastosować w procesie technologicznym różne techniki wytwarzania.</p>	5
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK451 Teoria maszyn i mechanizmów 1 (sem. 6, W15, C15, P0, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p>ML.NK451_W1: Student ma uporządkowaną wiedzę na temat formułowania i rozwiązywania zadań kinematyki dla mechanizmów.</p> <p>ML.NK451_W2: Student ma uporządkowaną wiedzę na temat formułowania równań ruchu mechanizmów i rozwiązywania zadania odwrotnego dynamiki.</p> <p>ML.NK451_W3: Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat wyrównoważania mechanizmów i wirników.</p> <p>ML.NK451_U1: Student potrafi zapisać równania kinematyki mechanizmów i rozwiązać je numerycznie.</p> <p>ML.NK451_U2: Student potrafi rozwiązać zadanie odwrotne dynamiki dla mechanizmów o dowolnej strukturze.</p> <p>ML.NK451_U3: Student potrafi sformułować warunki wyważenia i obliczyć masy korekcyjne oraz ich położenie dla członów wirujących.</p>	6
<p><b>Przedmiot:</b> ML.NK368 Podstawy konstrukcji maszyn 6 (sem. 6, W0, C0, P30, L0)</p> <p><b>Wybrane przedmiotowe efekty uczenia się</b></p> <p><b>ML.NK368_U1:</b> Potrafi zaprojektować stacjonarny układ przeniesienia napędu realizujący ściśle określoną funkcję i spełniający narzucone z góry założenia konstrukcyjne.</p> <p><b>ML.NK368_U2:</b> Potrafi sporządzić model uproszczony urządzenia pozwalający na przeprowadzenie poprawnej analizy z zakresu statyki.</p> <p><b>ML.NK368_U3:</b> Posiada umiejętność nadawania elementom maszyny kształtów i wymiarów w taki sposób aby w połączeniu z właściwym doбором materiałów konstrukcyjnych i dostępnych metod wytwarzania zapewnić wytrzymałość, sztywność i trwałość warunkującą poprawne i bezpieczne funkcjonowanie.</p> <p><b>ML.NK368_U4:</b> Potrafi wykorzystywać systemy wspomagania projektowania typu CAD/CAE na wszystkich etapach projektowania.</p> <p><b>ML.NK368_U5:</b> Jest w stanie zaproponować i zastosować podparcie elementów przeniesienia napędu na łożyskach tocznych różnego typu o odpowiedniej trwałości, właściwie osadzonych, smarowanych, uszczelnionych i zabezpieczonych.</p> <p><b>ML.NK368_U6:</b> Umie decydować o dokładności elementów maszyn poprzez wykorzystanie analizy tolerancji, stosowanie określonych pasowań i wybór odpowiedniej chropowatości.</p> <p><b>ML.NK368_U7:</b> Potrafi zaprojektować zespół napędowy, w którym przewidziano odpowiednie dostępy montażowe i obsługowe.</p> <p><b>ML.NK368_U8:</b> Potrafi odszukać i stosować gotowe podzespoły układów napędowych dostępne</p>	6



na rynku, umie korzystać z odpowiednich norm, specyfikacji materiałów konstrukcyjnych i przepisów.	
--	--

Tablica 1.1. objaśnienie: symbole 15 W, 45 L, 30 P itp. oznaczają liczbę godzin i rodzaj zajęć (W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt)

## **Kryterium 2. Realizacja programu studiów: treści programowe, harmonogram realizacji programu studiów oraz formy i organizacja zajęć, metody kształcenia, praktyki zawodowe, organizacja procesu nauczania i uczenia się**

### **2.1. Kluczowe treści kształcenia**

Dobór treści kształcenia na kierunku MiPM Wydziału MEiL jest konsekwencją założonej sylwetki absolwenta. Układ treści zachowuje równowagę pomiędzy wiedzą podstawową z zakresu inżynierii mechanicznej (dyscyplina wiodąca) oraz automatyki, elektroniki i elektrotechniki (dyscyplina towarzysząca) a wiedzą szczegółową oraz umiejętnościami praktycznymi i kompetencjami społecznymi wymaganymi przez gospodarkę i rynek pracy. Treści kształcenia są ściśle skorelowane z zakładanymi efektami uczenia się. Program studiów skonstruowano w taki sposób, że poszczególne efekty uczenia się są zazwyczaj osiągnięte na kilku przedmiotach przy zastosowaniu różnorodnych form kształcenia (wykłady, laboratoria, projekty, praca własna).

Do kluczowych treści kształcenia należy zaliczyć, po pierwsze, zagadnienia z zakresu matematyki stosowanej oraz informatyki i metod numerycznych, jak również dotyczące podstaw inżynierii mechanicznej, jako dyscypliny wiodącej. Treści te są prezentowane przede wszystkim na zajęciach oferowanych na pierwszych latach studiów inżynierskich (np. *algebra z geometrią, analiza matematyczna I oraz II i III, mechanika I oraz II, wytrzymałość materiałów i konstrukcji I oraz II, informatyka I oraz II, metody numeryczne, termodynamika 1, mechanika płynów 1*) oraz – na odpowiednio wyższym poziomie zaawansowania – pierwszych semestrach studiów magisterskich (*mechanika analityczna, zaawansowana mechanika płynów, zaawansowana mechanika materiałów i konstrukcji, metody obliczeniowe optymalizacji*). Programy przedmiotów z grupy podstawowych ułożono tak, aby umożliwić i ułatwić studentom osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się, a w szczególności MiBM1\_W01, MiBM1\_W03, MiBM1\_W04, MiBM1\_W05, natomiast w zakresie studiów drugiego stopnia MiBM2\_W01, MiBM2\_W02, MiBM2\_W03, MiBM\_W07, MiBM2\_W08, MiBM2\_U10.

Po drugie, w skład zajęć oferujących kluczowe treści kształcenia wchodzi przedmioty specjalistyczne, kształtujące kompetencje inżynierskie w zakresie projektowania i modelowania układów mechanicznych. W wypadku tych przedmiotów wiele zajęć ma charakter projektów bądź laboratoriów. Na studiach pierwszego stopnia do najważniejszych przedmiotów z tej grupy należą: ciąg przedmiotów *Zapis konstrukcji CAD1, CAD2 i CAD3*, ciąg przedmiotów *Podstawy konstrukcji maszyn 1-6, Mechanika płynów 2, Termodynamika 2, Drgania, Techniki wytwarzania 2, Wytrzymałość konstrukcji 3, Technologia maszyn 1*.

Na studiach drugiego stopnia wskazać należy zaawansowane merytorycznie przedmioty, w części obieralne, takie jak: *Zaawansowane zagadnienia projektowania i eksploatacji maszyn, Komputerowa analiza przepływów, Metody numeryczne w wymianie ciepła, Zaawansowane metody CAD/CAM/CAE, Zintegrowane systemy wytwarzania, Modele reologiczne ciała stałego, Modelowanie i dynamika nieliniowych układów mechanicznych, Modelowanie komputerowe przepływów turbulentnych, modelowanie komputerowe spalania w silnikach, Statyka, stateczność i drgania konstrukcji powłokowych, Sterowanie nieliniowymi układami mechanicznymi*. Dobór treści programowych oferowanych w ramach przedmiotów z omawianej grupy służy temu, by studenci mieli możliwość osiągnięcia niewrażliwych efektów uczenia się dotyczących mechaniki i projektowania maszyn, a w szczególności MiBM2\_W05, MiBM2\_W06, MiBM2\_W07, MiBM2\_W08, MiBM2\_W09, MiBM2\_U08, MiBM2\_U12, MiBM2\_U13, MiBM2\_U16, MiBM2\_U19.

Po trzecie, do kluczowych treści kształcenia współczesnego inżyniera należy zaliczyć także te, które prowadzą do uzyskania kompetencji społecznych, takich jak przygotowanie do stałego samodoskonalenia się oraz umiejętność pracy w grupie. Ważna jest również świadomość prawnych, ekonomicznych i społecznych uwarunkowań pracy inżyniera. Kształcenie w tym obszarze realizowane jest w ramach przedmiotów z grupy humanistyczno-ekonomiczno-społecznych (np. *prawo gospodarcze, przedsiębiorczość w praktyce, podstawy prawne działalności przedsiębiorstwa, autokreacja, sztuka myślenia i uczenia się, funkcje i techniki public relations*) lecz także na przedmiotach technicznych, wymagających kreatywności, pracy grupowej, samodzielnego zdobywania informacji.

Treści kształcenia w większości przedmiotów specjalistycznych, a także w przedmiotach podstawowych dotyczących szeroko pojętej inżynierii mechanicznej, są zgodne z profilem badań naukowych prowadzonych na Wydziale MEiL. W przypadku zagadnień, w zakresie których nie prowadzi się badań na macierzystym wydziale – np. matematyki, fizyki, nauk społecznych lub ekonomicznych itp., zajęcia prowadzone są przez pracowników innych wydziałów, specjalizujących się w tych obszarach. Obsadzając zajęcia, władze Wydziału uwzględniają zgodność ich tematyki z obszarem badawczym reprezentowanym przez prowadzącego. Dzięki temu wiedza, umiejętności i doświadczenie zdobyte w ramach działalności naukowej mogą być spożytkowane podczas kształcenia, dając gwarancję, że treści kształcenia będą aktualne, a także, że będą reprezentować odpowiednio wysoki poziom merytoryczny. Bardziej szczegółowe informacje o powiązaniach kształcenia z badaniami naukowymi umieszczono w punktach 1.2 oraz 4.3.

W tabeli poniżej przedstawiono przykładowe powiązanie treści kształcenia z kierunkowym efektem uczenia się MiBM1\_U13 – *Potrafi projektować i konstruować elementy maszyn i układy mechaniczne z wykorzystaniem metod CAD/CAM/CAE*. Ten nieprzypadkowo wybrany efekt, realizowany w ramach kilku przedmiotów, jest charakterystyczny dla kształcenia na kierunku MiPM na Wydziale MEiL. Przedmioty wymienione w poniższej tabeli obejmują treści kształcenia rozwijające kompetencje inżynierskie w zakresie metod i technik komputerowego wspomaganie projektowania inżynierskiego.

<b>Treści kształcenia powiązane z kierunkowym efektem uczenia się MiBM1_U13.</b>
<p><b>Przedmiot ML.NW118</b> – Zapis konstrukcji CAD I (sem. 2, P30, 2 ECTS)</p> <p><b>Treści kształcenia</b></p> <p>Znormalizowane elementy rysunku technicznego. Metody rzutowania. Podstawy rysunku technicznego - dobór rzutu głównego, widoki, przekroje. Zasady wymiarowania. Rysunki wykonawcze przedmiotów utworzone na podstawie rzeczywistych obiektów. Podstawy rysunku aksonometrycznego - układy, skrócenia aksonometryczne (wprowadzenie połączone z ćwiczeniami). Połączenie gwintowe – rodzaje gwintów. Zasady rysowania gwintów. Rysunek wykonawczy śruby i nakrętki oraz rysunek złożeniowy połączenia śruby z nakrętką. Rysowanie prostego koła zębatego. Zasady tworzenia rysunków złożeniowych. Rysunek złożeniowy połączenia wpustowego. Projekt pojemnika: wykonanie rysunku wykonawczego zespołu i rysunków wykonawczych poszczególnych części - dane indywidualne. Ćwiczenia umiejętności odczytywania rysunków złożeniowych - rysunek wykonawczy części tworzony na podstawie rysunku złożeniowego. Zasady tworzenia dokumentacji technicznej (rysunku) na podstawie modelu geometrycznego części w systemie 3D (w jednym z dostępnych systemów - do wyboru w zależności od prowadzącego).</p>
<p><b>Przedmiot ML.NK431</b> – Zapis konstrukcji CAD2 (sem. 3, P30, 2 ECTS)</p> <p><b>Treści kształcenia</b></p> <p>Wykorzystywanie zasad rysunku technicznego do odwzorowania elementów o wyższym stopniu skomplikowania w zakresie: doboru rzutów, odwzorowania geometrii, wymiarowania, wykonywania rysunku aksonometrycznego (z naciskiem na rysunek izometryczny). Wykonanie rysunków technicznych korpusów oraz tulei z wieńcem zębatym. Zasady tworzenia rysunków złożeniowych (rozszerzenie wiadomości). Opis działania przykładowych mechanizmów (podnośnik, zawór, tłocznia). Chropowatość powierzchni – oznaczanie, znajomość przyjmowanych wartości w zależności od rodzaju obróbki. Tolerancje i pasowania – znaczenie</p>

tolerancji w technice, stosowana terminologia, klasy dokładności wykonania, rodzaje pasowań, dobór pasowań dla „współpracujących” ze sobą elementów. Wykonanie rysunku złożeniowego konstrukcji z natury. Wykonanie wybranych elementów złożenia z uwzględnieniem wiadomości z zakresu oznaczania chropowatości powierzchni, tolerancji i pasowań. Ćwiczenia z umiejętności czytania rysunków złożeniowych oraz znajomości działania mechanizmu – rysunki wykonawcze „współpracujących części” z uwzględnieniem oznaczeń chropowatości, tolerancji i pasowań. Podstawy tworzenia modeli 3D w wybranym systemie CAD 3D – wykorzystanie szkicownika, nadawanie relacji, podstawowe polecenia (wyciągnięcie, obrót). Podstawy wykonywania złożów. Tworzenie dokumentacji płaskiej elementu i złożenia. Wykonanie modeli wybranych elementów, ich rysunków złożeniowych oraz dokumentacji z uwzględnieniem oznaczeń chropowatości, tolerancji i pasowania.

**Przedmiot** ML.NK442 – Zapis konstrukcji CAD3 (sem. 4, P30, 2 ECTS)

**Treści kształcenia**

Wykonywanie rysunków technicznych elementów maszyn współpracujących ze sobą: odręczne oraz przy wykorzystaniu systemów CAD, z uwzględnieniem pasowań i tolerancji. Tworzenie i rozumienie rysunku złożeniowego. Podstawy systemu CAD-3D Solid Edge, NX lub Creo. Rysowanie sparametryzowanego szkicu i jego edycja. Tworzenie dokumentacji dwuwymiarowej w oparciu o trójwymiarowy model geometryczny.

**Przedmiot** ML.NW690 – Zintegrowane systemy CAD/CAM/CAE (sem. 4, P30, 2 ECTS)

**Treści kształcenia**

Charakterystyka zaawansowanych systemów CAD/CAM/CAE stosowanych współcześnie w przemyśle. Możliwości systemów, ich budowa i koncepcja użytkowania. Praktyczne zastosowanie wybranego systemu w zakresie: a) modelowania na płaszczyźnie (zbiory punktów, krzywe płaskie – w tym: krzywe typu „spline”, wykorzystanie sparametryzowanego szkicownika); b) modelowania 3D, w tym: tworzenia modeli pojedynczych obiektów oraz budowy wirtualnych modeli maszyn i urządzeń (tworzenie złożów); c) tworzenia dwuwymiarowych rysunków dokumentacji technicznej (rysunków wykonawczych i złożeniowych) z obiektów trójwymiarowych.

**Przedmiot** ML.NK692 – Wybrane zastosowania systemów CAD/CAM/CAE (sem. 5, P30, 2 ECTS)

**Treści kształcenia**

Pogłębienie wiedzy i umiejętności w zakresie sposobów wykorzystania: zaawansowanych funkcji sparametryzowanego szkicownika, zaawansowanych funkcji tworzenia obiektów 3D, w tym: parametryzacji do tworzenia wielowariantowych modeli pojedynczych elementów i "złóż". Wprowadzenie do modelowania powierzchniowego z wykorzystaniem tworzenia tzw. powierzchni swobodnych, ich edycji i analizy. Wykorzystanie technologii "WAVE" w budowie "złóż". Wprowadzenie do technologii synchronicznej pozwalającej na szybszą i łatwiejszą modyfikację geometrii typu multi-CAD.

**Przedmiot** ML.NK463A Podstawy konstrukcji maszyn IV (sem. 5, P30, 3 ECTS)

**Treści kształcenia**

Projekt mechanizmu napędzanego przekładnią śrubową lub siłownikiem hydraulicznym, wspomagany systemami CAD/CAE. Analizy kinematyki mechanizmu. Dobór materiałów konstrukcyjnych. Kształtowanie elementów i ich połączeń – wybór techniki wytwarzania. Dobór łożysk, zabezpieczeń i elementów napędu. Obliczenia statyki i wytrzymałości elementów. Wykonanie w systemie CAD rysunku złożeniowego i rysunków wykonawczych wybranych elementów.

**Przedmiot** ML.NK463A Podstawy konstrukcji maszyn VI (sem. 6, P30, 2 ECTS)

**Treści kształcenia**

Projekt układu przeniesienia napędu wspomagany systemami CAD/CAE. Dobór przekładni i silnika zgodnie z odpowiednimi metodami obliczeniowymi. Dobór materiałów do elementów niestandardowych. Propozycja kształtu elementów niestandardowych. Dobór łożysk, rodzajów zabezpieczeń, uszczelnień i systemu smarowania. Dobór elementów gotowych dostępnych na rynku. Obliczenia statyki i wytrzymałości. Wykonanie w systemie CAD dokumentacji rysunkowej, w tym rysunku złożeniowego i rysunków wykonawczych wybranych elementów.

**Przedmiot** ML.NK342 Metoda elementów skończonych I (sem. 4, W30, L15, 4 ECTS)

**Treści kształcenia**

Wykład: Metody przybliżone w analizie ośrodków ciągłych. MES w porównaniu do metody różnic skończonych i metody elementów brzegowych. Szkice postępowania na przykładzie równania Poissona. Twierdzenie o minimum całkowitej energii potencjalnej. MES a metoda Ritza w mechanice konstrukcji. Analiza konstrukcji prętowych. Budowa macierzy sztywności dla prętów rozciąganych, zginanych, konstrukcji kratownicowych i ramowych. Dwuwymiarowe i trójwymiarowe zagadnienia teorii sprężystości. Ogólne zasady budowy równań dla zagadnień statycznej analizy naprężeń. Schemat działania typowego programu MES. Laboratorium

komputerowe: Wprowadzenie do modelowania metodą elementów skończonych w programie ANSYS. Analiza współczynników koncentracji naprężeń w zadaniach dwuwymiarowych teorii sprężystości. Trójwymiarowa analiza stanu naprężenia. Wyznaczanie naprężeń w powłokach osiowoosymetrycznych. Zajęcia zostały przygotowane i będą przeprowadzone z wykorzystaniem oprogramowania Ansys.

**Przedmiot** ML.NK479 Metoda elementów skończonych II (sem. 7, W15, L15, 2 ECTS)

**Treści kształcenia**

Szacowanie dokładności analiz MES. Metoda elementów skończonych w zadaniach ustalonego przepływu ciepła, naprężenia cieplne. Wprowadzenie do dynamiki konstrukcji, drgania własne w MES. Utrata stateczności, obciążenia krytyczne. Problemy nieliniowe i numeryczne techniki ich rozwiązywania. Modelowanie parametryczne i optymalizacja konstrukcji. Laboratorium: analiza komputerowa (ANSYS) trójwymiarowych zadań naprężeń cieplnych, drgań własnych, stanów sprężysto-plastycznych i naprężeń resztkowych, utraty stateczności i kontaktu ciał odkształcalnych.

**Przedmiot** ML.NK370 Podstawy metod komputerowych w obliczeniach inżynierskich (sem. 3, W15, L15, 2 ECTS)

**Treści kształcenia**

Wykłady: 1. Przegląd programów inżynierskich na Wydziale MEiL. 2. Metody numeryczne rozwiązywania układów równań liniowych i ich zastosowania w obliczeniach statyki konstrukcji (MES). 3. Metody numeryczne rozwiązywania układów równań nieliniowych i ich zastosowania w analizie kinematycznej mechanizmów. 4. Metody numeryczne rozwiązywania układów równań różniczkowych i ich zastosowania w obliczeniach dynamiki mechanizmów. 5. Metody optymalizacji i ich zastosowania w projektowaniu urządzeń technicznych. 6. Metody modelowania i symulacji złożonych obiektów technicznych oraz ich zastosowania w analizie układów sterowania. Laboratoria: Nauka podstaw obsługi pakietu MATLAB i rozwiązywanie prostych problemów technicznych z następujących dziedzin: • statyki konstrukcji, • kinematyki mechanizmów, • dynamiki mechanizmów, • sterowania układami dynamicznymi, • optymalizacji wymiarowej konstrukcji.

**Przedmiot** ML.NK348 Metody obliczeniowe mechaniki płynów (sem. 6, W30, L15, 3 ECTS)

**Treści kształcenia**

Przegląd modeli matematycznych i fizycznych w Mechanice Płynów. Sformułowanie zachowawcze i niezachowawcze. Podstawowe typy dyskretyzacji równań modelowych (warunki brzegowe i początkowe, stabilność, warunek CFL, bariera Godunowa). Ogólne algorytmy dla zadań nieliniowych (iteracje proste, kwazilinearyzacja, zamrażanie współczynników, iteracje w pseudoczasie). Symulacja przepływów nieściśliwych (Sformułowanie równań ruchu płynu dla funkcji prądu i wirowości, Metoda korekcji ciśnienia dla przepływów nieściśliwych, Metoda sztucznej ściśliwości). Metoda objętości skończonych dla przepływów ściśliwych. Metoda podziału strumienia. Modelowanie nieciągłości (fal uderzeniowych). Podstawowe informacje na temat metod spektralnych. Laboratorium: rozwiązywanie prostych zagadnień przepływowych z środowiska ANSYS/Fluent.

Objaśnienie: symbole 15 W, 45 L, 30 P itp. oznaczają liczbę godzin i rodzaj zajęć (W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt).

W zakresie znajomości języków obcych, każdy student studiów inżynierskich kierunku MiPM zobowiązany jest do uzyskania certyfikatu B2. Bez zdania egzaminu B2 nie jest możliwe uzyskanie dyplomu ukończenia studiów pierwszego stopnia. Plan studiów przewiduje naukę języków obcych przez trzy semestry (łącznie 180 godzin lektoratu). W czasie zajęć na kursach polskojęzycznych podawana jest często anglojęzyczna terminologia techniczna, studenci uczą się także korzystać z materiałów inżynierskich (katalogi, standardy przemysłowe) w języku angielskim. Należy dodać, że studenci Wydziału MEiL rekrutują się spośród najlepszych absolwentów szkół średnich, w związku z czym, już rozpoczynając studia, prezentują wysoki poziom znajomości języków obcych, a w szczególności języka angielskiego. Dzięki temu, od samego początku studiów mogą dość swobodnie korzystać z anglojęzycznych źródeł, z zajęć oferowanych w języku angielskim, a także bezproblemowo nawiązywać kontakty z licznymi na Wydziale studentami nieposługującymi się językiem polskim.

## 2.2. *Metody kształcenia*

Program studiów obejmuje następujące moduły przedmiotów: podstawowe, kierunkowe, specjalnościowe/obieralne, moduł przedmiotów humanistyczno-ekonomiczno-społecznych (HES),

języki obce oraz zajęcia wychowania fizycznego. Realizacja tych modułów pozwala na osiągnięcie efektów uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych określonych dla kierunku MiPM. W zależności od specyfiki poszczególnych modułów, zajęcia prowadzone są w formie: wykładów, ćwiczeń audytoryjnych, ćwiczeń projektowych, laboratoriów, zajęć komputerowych, seminariów i lektoratów. Program studiów obejmuje także bogatą ofertę przedmiotów obieralnych wolnego wyboru. Na pierwszym stopniu studiów studenci mają obowiązek zdobycia nie mniej niż 15 ECTS w ramach przedmiotów obieranych, oraz nie mniej niż 17 ECTS na studiach drugiego stopnia. Oferta przedmiotów obieralnych na 1-szym stopniu studiów obejmuje 28 przedmiotów (w sumie 77 ECTS), a na 2-gim 23 przedmioty (w sumie 70 ECTS na specjalności KWPI i 68 ECTS na specjalności MOSKOM).

Lista przedmiotów obieralnych sugerowanych dla studentów prowadzonej na 2-gim stopniu studiów specjalności MOSKOM przedstawia się następująco:

Nazwa	Nr USOS/VERBIS	W	C	L	P	ECTS
Biomechanika kręgosłupa	1130-00000-MSP-0001/ML.NS506	2	0	0	0	2
Drgania i fale	1130-00000-MSP-0002/ML.NS751	2	1	0	0	3
Miernictwo ciepłno-przepływowe	1130-00000-MSP-0003/ML.NK349	1	0	1	0	3
Modele reologiczne ciała stałego	1130-00000-MSP-0004/ML.NS749	2	0	1	0	3
Modelowanie i dynamika nieliniowych układów mechanicznych	1130-00000-MSP-0005/ML.NS748	2	1	0	0	3
Modelowanie komputerowe przepływów turbulentnych	1130-00000-MSP-0006/ML.NS747	2	0	1	0	3
Modelowanie komputerowe spalania w silnikach	1130-00000-MSP-0007/ML.NS746	1	2	0	0	3
Podstawy turbulencji	1130-00000-MSP-0008/MK.NS538A	2	0	0	0	3
Statyka, stateczność i drgania konstrukcji powłokowych	1130-00000-MSP-0009/ML.NS750	2	0	1	0	3
Sterowanie nieliniowymi układami mechanicznymi	1130-00000-MSP-0010/ML.NS752	2	0	1	0	3
Techniki optyczne w diagnostyce procesów spalania oraz mieszania	1130-00000-MSP-0011/ML.NS764	2	1	0	0	3
Zaawansowana wymiana ciepła w konstrukcji	1130-00000-MSP-0012/ML.NS745	2	1	0	0	3
Zaawansowane zagadnienia termodynamiki	1130-00000-MSP-0013/ML.NS753	2	1	0	0	3



Lotnicze struktury inteligentne	1130-LKSTP-MSP-1009/ML.NS641	2	0	0	0	3
Metody obliczeniowe optymalizacji	1130-00000-MSP-0014/ML.NK707	1	1	0	0	2
Miernictwo dynamiczne	1130-AR000-MSP-1015	1	0	1	0	2
Modelowanie matematyczne i identyfikacja procesów	1130-EN000-MSP-1016	2	0	1	0	4
Numeryczne modelowanie przepływów w silnikach turbinowych i raketowych	1130-LK000-MSP-1019/ML.NS639	1	0	1	0	2
Wytrzymałość konstrukcji cienkościennych I	1130-LKSTP-MSP-1036/ML.NS642	1	1	1	0	5
Kompozyty w konstrukcjach lotniczych	1130-LKSTP-MSP-2011/ML.NS520	2	1	0	0	4
Zaawansowane metody CAD/CAM/CAE	1130-MBKWP-MSP-2044/ML.NS655	0	0	0	2	2
Zintegrowane systemy wytwarzania	1130-MBKWP-MSP-2049/ML.NK498	2	0	1	0	4

Podstawą prowadzenia działalności badawczej w każdej dyscyplinie naukowej (z obszaru nauk inżyniersko-technicznych) jest gruntowna wiedza podstawowa, którą studenci kierunku MiPM zdobywają realizując moduły podstawowe: informatyka, mechanika, termodynamika, elektrotechnika, wytrzymałość konstrukcji, mechanika płynów. Są one realizowane z wykorzystaniem klasycznych metod nauczania (wykład, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia komputerowe), aczkolwiek już na tym etapie w coraz większym stopniu wykorzystywane są metody bazujące na technikach symulacji komputerowych oraz współczesnych technikach informacyjno-komunikacyjnych (np. przez pozyskiwanie aktualnych informacji z baz bibliotecznych).

Kształcenie w zakresie przedmiotów podstawowych, prowadzone przede wszystkim ugruntowanymi w tradycji akademickiej metodami wykładów i ćwiczeń, umożliwia studentom osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się w zakresie niezbędnej wiedzy, a także powiązanych z nimi efektów uczenia się w postaci umiejętności wykorzystania nabytej wiedzy. Jako przykładowe efekty uczenia się, wymagane również dla nabycia kompetencji potrzebnych do prowadzenia prac naukowych, w zakresie wiedzy podstawowej należy wymienić MiBM1\_W05, MiBM1\_W07, MiBM1\_W13, a w zakresie powiązanych z nią umiejętności MiBM1\_U01, MiBM1\_U02, MiBM1\_U03, MiBM1\_U04, MiBM1\_U05, MiBM1\_U08. Na studiach drugiego stopnia należy wskazać MiBM2\_W01, MiBM2\_W02, MiBM2\_W03, MiBM2\_U01, MiBM2\_U02, MiBM2\_U03, MiBM2\_U08, MiBM2\_U09, MiBM2\_U15.

Kompetencje specyficzne dla wiedzy technicznej, przynależnej do dyscypliny inżynieria mechaniczna są zdobywane głównie w ramach realizacji modułów kierunkowych i specjalnościowych, w szczególności tych, które obejmują ćwiczenia laboratoryjne i projektowe. Należy tu wymienić następujące moduły bądź przedmioty realizowane na studiach pierwszego stopnia (IM): zapis konstrukcji, podstawy konstrukcji maszyn, techniki wytwarzania, technologia maszyn, podstawy automatyki i sterowania, metoda numeryczne i metoda elementów skończonych, wymiana ciepła. Na studiach drugiego stopnia są to następujące przedmioty lub moduły: mechanika analityczna,

komputerowa analiza przepływów, metody numeryczne w wymianie ciepła, zaawansowana mechanika materiałów i konstrukcji, zaawansowane zagadnienia projektowania i eksploatacji maszyn, metody obliczeniowe optymalizacji. Bardzo istotną częścią kształcenia, w szczególności w zakresie kompetencji inżynierskich, są prace projektowe, przejściowe i dyplomowe o tematyce sprofilowanej stosownie do kierunku i specjalności (więcej informacji w punktach 3.9 i 3.10).

Zajęcia w ramach ww. modułów prowadzone są z wykorzystaniem laboratoriów dydaktycznych i naukowych na Wydziale MEiL. W kontekście kierunku MiPM na szczególną uwagę zasługują laboratorium mechaniki płynów i aerodynamiki, laboratorium termodynamiki, laboratorium elektryczne i elektroniki, laboratorium wytrzymałości materiałów, laboratorium Zakładu Obróbek Wykańczających i Erozyjnych (prowadzone są w nich zajęcia laboratoryjne w technik wytwarzania i technologii maszyn). Laboratoria te są wykorzystywane w przedmiotach specjalnościowych, a także podczas wykonywania prac przejściowych i dyplomowych. Szczegółowe informacje o laboratoriach dostępnych na Wydziale umieszczono w **Załączniku 2.6.c**.

Kompetencje w zakresie umiejętności, niezbędne do prowadzenia współczesnych badań naukowych, uzyskiwane są także w ramach modułów ukierunkowanych na zastosowanie metod numerycznych i symulacyjnych (przedmioty: informatyka 1, Informatyka 2, metody obliczeniowe mechaniki płynów, metoda elementów skończonych 1, metoda elementów skończonych 2, komputerowa analiza przepływów, metody numeryczne w wymianie ciepła, metody obliczeniowe optymalizacji, modelowanie komputerowe spalania w silnikach, modelowanie komputerowe przepływów turbulentnych). Wykorzystywane w tym obszarze metody kształcenia, prócz tradycyjnych ćwiczeń i wykładów, obejmują laboratoria komputerowe i projekty obliczeniowe, w tym zespołowe.

Nabywane w trakcie studiów umiejętności, szczególnie w zakresie wykorzystywania technik symulacji komputerowych procesów i pracy urządzeń, a także dogłębnego zapoznania się ze stanem wiedzy technicznej w obszarze inżynierii mechanicznej, pozwalają studentom już na etapie realizacji indywidualnych modułów projektowych (prace przejściowe inżynierskie i magisterskie, projekty obliczeniowe, prace dyplomowe inżynierskie i magisterskie) włączyć się w realizację badań naukowych prowadzonych na Wydziale w zakresie mechaniki i projektowania maszyn. O zaangażowaniu studentów w badania naukowe świadczą publikacje naukowe, w których są oni współautorami (zob. punkt 4.3).

Wszystkie wykorzystywane w procesie kształcenia metody, ale przede wszystkim praca grupowa w laboratoriach, zespołowe tworzenie projektów, a także zaangażowanie w działalność kół naukowych pomagają w osiągnięciu zakładanych efektów uczenia się w zakresie kompetencji społecznych (MiBM1\_K01, MiBM1\_K03, MiBM1\_K06, MiBM2\_K01, MiBM2\_K04, MiBM2\_K06). Ważną rolę w nabywaniu kompetencji społecznych w zakresie samokształcenia pełnią zadania domowe oraz prace przejściowe i dyplomowe, wymagające od studentów dużej samodzielności (MiBM2\_U01, MiBM1\_U04, MiBM1\_U05, MiBM1\_K01, MiBM2\_K04, MiBM2\_U01, MiBM2\_U03, MiBM2\_U04, MiBM2\_U05, MiBM2\_K01, MiBM2\_K04).

Studenci studiów I stopnia są zobowiązani do potwierdzenia znajomości języka obcego (najczęściej wybierany jest język angielski) na poziomie B2. Na studiach II stopnia wymagany jest poziom B2+. Dobra znajomość języka angielskiego, rozwijana przez uczestnictwo w lektoratach specjalistycznych (np. lektorat tematyczny), pozwala studentom na korzystanie z zasobów bibliotecznych (dostęp do światowych baz bibliotecznych przez Bibliotekę Główną PW) w trakcie wykonywania prac dyplomowych i przejściowych. Wielu studentów Wydziału MEiL uczestniczy (dzięki dobrej znajomości języków obcych) w wymianie międzynarodowej w ramach programów Erasmus+, Athens, jak również umów bilateralnych z uczelniami w Japonii, Chinach, Singapurze.

Obowiązkowa na studiach pierwszego stopnia nauka języków obejmuje 6 trzydziestogodzinnych lektoratów i prowadzona jest przez pracowników Studium Języków Obcych PW metodami typowymi dla kształcenia w tym zakresie. Zajęcia umożliwiają studentom osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się (MiBM1\_U01, MiBM1\_U03, MiBM1\_U04, MiBM1\_U06, MiBM2\_U01, MiBM2\_U02, MiBM2\_U03, MiBM2\_U04, MiBM2\_U06).

### **2.3. Kształcenie na odległość**

Wydział nie prowadzi (na żadnym z kierunków) studiów wg formuły *kształcenia na odległość*. Zarówno na szczeblu Uczelni, jak i na Wydziale podejmowane są jednak różnorodne działania mające na celu umożliwienie studentom stałego kontaktu z prowadzącymi zajęcia oraz z materiałami dydaktycznymi, także w czasie kształcenia bez bezpośredniego kontaktu z nauczycielem akademickim (praca poza Uczelnią). W szczególności, wymienić należy:

- Zdalny dostęp do zasobów Biblioteki Głównej, a także światowych baz bibliotecznych zawierających m.in. podręczniki akademickie i czasopisma naukowe.
- Udostępnianie wybranych materiałów dydaktycznych, zamieszczanie wyników testów i egzaminów na platformie Moodle lub na stronach zakładów dydaktycznych.
- Udostępnianie materiałów dydaktycznych, np. zarejestrowanych wykładów, za pośrednictwem mediów społecznościowych, takich jak Facebook, YouTube.
- Rozbudowane indywidualne portale informatyczne niektórych przedmiotów (np. <https://www.meil.pw.edu.pl/za/ZA/Courses>, <https://www.meil.pw.edu.pl/zwmik/ZWMIK/Dla-studentow2>,
- Zdalny dostęp do klastrów obliczeniowych znajdujących się Wydziale MEiL oraz licencjonowanego oprogramowania specjalistycznego, jak np. Ansys/Fluent, LabView, ADAMS, Matlab, SolidWorks, Statistica i inne (pełna lista dostępna na stronie [www.ci.pw.edu.pl](http://www.ci.pw.edu.pl)). W zestawie dostępnych narzędzi symulacyjnych (komputerowych) oferowany przez Centrum Informatyzacji PW jest także niekomercyjny wariant pakietu QuickerSim CFD Toolbox opracowany przez absolwentów Wydziału MEiL.
- Możliwość korzystania z konsultacji za pośrednictwem poczty e-mail i platformy Moodle.
- Dostęp do szybkiego Internetu bezprzewodowego we wszystkich pomieszczeniach edukacyjnych i we wszystkich budynkach Wydziału.

Studenci mają dostęp do kart przedmiotów za pomocą uczelnianego serwisu internetowego, w części przeznaczony dla studentów stacjonarnych i niestacjonarnych:

<https://ects.coi.pw.edu.pl/menu2/detail2test/idProgram/1794/idWydzial/14/idStopien/1>,  
<https://ects.coi.pw.edu.pl/menu2/detail2test/idProgram/1804/idWydzial/14/idStopien/2>,  
<https://ects.coi.pw.edu.pl/menu2/detail2test/idProgram/1795/idWydzial/14/idStopien/1>,  
<https://ects.coi.pw.edu.pl/menu2/detail2test/idProgram/1808/idWydzial/14/idStopien/2>.

### **2.4. Dostosowanie procesu uczenia się do zróżnicowanych potrzeb**

W strukturze Biura Spraw Studenckich Politechniki Warszawskiej od 2012 r. funkcjonuje Sekcja ds. Osób Niepełnosprawnych. Celem działań Sekcji jest zapewnienie równych szans i dostępności procesu kształcenia dla osób z niepełnosprawnościami w Uczelni. Na etapie nauki studenci oraz doktoranci mogą wnioskować o transport do miejsc związanych z ich aktywnością akademicką, a także o asystenta dydaktycznego, który pomaga robić notatki i załatwiać formalności. W ramach Biura Spraw Studenckich jest zatrudniony również psycholog, na którego dyżury mogą zapisywać się

studenci i doktoranci niepełnosprawni. Sekcja zapewnia możliwość adaptacji materiałów dydaktycznych i egzaminów, dostosowania formy egzaminów, odpowiedniej asysty podczas zaliczeń. W Bibliotece Głównej zostało zorganizowane stanowisko wyposażone w komputer stacjonarny ze specjalistycznym oprogramowaniem, dostosowane do nauki dla osób niewidomych i słabowidzących (m.in.: program Window-Eyes, program powiększający Zoom Text, program OCR, monitor LCD, klawiaturę Zoom Text, klawiaturę z nakładką Big Keys, Track Ball, skaner, linijkę brajlowską, drukarkę brajlowską, powiększalnik stacjonarny).

Ważnym obszarem działań Sekcji jest również zwiększanie wiedzy i świadomości na temat niepełnosprawności wśród pracowników administracyjnych i dydaktycznych PW poprzez szkolenia i udostępnianie materiałów z zakresu potrzeb studentów z różnymi niepełnosprawnościami. Nieprzerwanie od 2013 roku prowadzone są kursy polskiego języka migowego dla pracowników PW (w każdym roku akademickim 2-3 grupy ok. 10-osobowe na różnych poziomach), w których uczestniczą również nauczyciele Wydziału MEiL.

Od 2010 r. na Wydziale MEiL, z myślą o osobach z niepełnosprawnościami, dokonano szeregu działań mających na celu likwidację barier architektonicznych w obu instytutach (montaż windy, podjazdy i ramp, modernizacja toalet oraz zakup 4 biurek dostosowanych do potrzeb osób poruszających się na wózkach).

Wszystkie obiekty, w których prowadzone są zajęcia na kierunku mechanika i projektowanie maszyn, są przystosowane dla osób niepełnosprawnych ruchowo (podjazdy, windy, toalety, miejsca wykładowe). Nie ma żadnych ograniczeń dla studentów z innymi formami niepełnosprawności (np. niedowidzenie). Statystycznie na Uczelni ok. 1% studentów ma potwierdzoną niepełnosprawność; na Wydziale MEiL studenci z niepełnosprawnościami stanowią 0,5% wszystkich studentów Wydziału.

**Indywidualny plan studiów** może być ustalony m.in. dla studentów legitymujących się wybitnymi osiągnięciami (nie tylko naukowymi), dla studentów z niepełnosprawnościami, dla studentów z różnych powodów (np. zdrowotnych) wymagających wydłużenia czasu studiów.

Możliwe jest wyznaczenie indywidualnego opiekuna, rekrutującego się spośród nauczycieli akademickich, którego zadaniem jest wsparcie studenta z niepełnosprawnością w organizacji toku studiów. Dziekan może zmienić (formalnie) sposób weryfikacji efektów uczenia się na dostosowany do danego rodzaju niepełnosprawności studenta. W praktyce, sytuacje szczególne najczęściej nie wymagają formalnej interwencji Dziekana – wnioski studentów są uwzględniane przez prowadzących konkretne moduły zajęć.

Dla studentów, którzy zaliczyli pierwszy rok studiów, regulamin studiów przewiduje możliwość **indywidualizacji programu studiów**. W porozumieniu z opiekunem (nauczycielem akademickim wskazanym przez studenta), za zgodą Dziekana modyfikuje się program studiów, aby uwzględnić indywidualne zainteresowania studenta, wynikające często z jego pracy zawodowej (rosnąca liczba studentów podejmuje pracę zawodową już w trakcie trwania studiów, także studiów I stopnia, co poza innymi powodami świadczy także o poziomie nauczania na Wydziale MEiL). Zmodyfikowany program musi uwzględniać założone dla kierunku efekty uczenia się. Powszechne jest także ustalanie tematów prac dyplomowych, tak aby uwzględniały aktualne zainteresowania zawodowe studenta.

## **2.5. Harmonogram realizacji studiów**

Ogólne zasady organizacji toku studiów (harmonogram realizacji programu) są określone w regulaminie studiów PW. Szczegółowy program studiów na poszczególnych kierunkach (w tym plan studiów na poszczególnych) semestrach określa Senat PW na wniosek Dziekana.

Studia I stopnia stacjonarne i niestacjonarne na kierunku MiPM są realizowane w trakcie siedmiu semestrów; studia stacjonarne II stopnia w trakcie trzech, a niestacjonarne czterech semestrów.

Na dwóch pierwszych semestrach studiów pierwszego stopnia prowadzone są przedmioty podstawowe (takie jak matematyka, fizyka, elektrotechnika, informatyka) oraz podstawowe przedmioty o charakterze kierunkowym, które są wspólne także dla innych kierunków studiów prowadzonych na Wydziale (m.in. mechanika, wytrzymałość konstrukcji, mechanika płynów, grafika inżynierska). Na semestrze III i IV w programie studiów pojawiają się przedmioty kierunkowe MiPM obejmują one 14 z 30 ECTS w semestrze III oraz 21 z 30 ECTS w semestrze IV. W następnych semestrach realizowane są także przedmioty specjalnościowe/obieralne (łącznie 15 ECTS), praca przejściowa (6 ECTS) oraz seminarium i praca dyplomowa (2+15 ECTS).

Na studiach niestacjonarnych pierwszego stopnia przedmioty podstawowe, kierunkowe, seminarium dyplomowe (4 ECTS) i praca przejściowa (6 ECTS) realizowane są na pierwszych sześciu semestrach. Na semestrze siódmym wykładane są przedmioty specjalnościowe w wymiarze 8 ECTS dla każdej specjalności oraz wykonywana jest praca dyplomowa (20 ECTS).

Na studiach drugiego stopnia ponad 1/3 punktów studenci uzyskują w ramach przedmiotów specjalnościowych i obieralnych. Ponadto na specjalności KWPI studenci realizują projekt obliczeniowy (4 ECTS) i projekt integrujący, wykonywany grupowo (8 ECTS). Na specjalności MOSKOM studenci wykonują grupowy projekt integrujący (8 ECTS) oraz – indywidualnie – pracę przejściową magisterską (6 ECTS). Na ostatnim semestrze studiów 2-ego stopnia studenci MiPM uczestniczą w seminarium dyplomowym (2 ECTS) i przygotowują pracę dyplomową magisterską (20 ECTS).

Na studiach niestacjonarnych drugiego stopnia przedmioty podstawowe i kierunkowe realizowane są na pierwszych trzech semestrach. Na semestrze III dodatkowo pojawiają się praca przejściowa (10 ECTS) i przedmioty specjalnościowe w wymiarze 12 ECTS. Ostatni, czwarty semestr poświęcony jest realizacji seminarium dyplomowego (5 ECTS) i przygotowaniu pracy dyplomowej (25 ECTS).

W programie studiów inżynierskich stacjonarnych 42% godzin stanowią wykłady, 31% ćwiczenia, około 9% laboratoria, około 18% projekty. Na studiach inżynierskich niestacjonarnych proporcje poszczególnych form zajęć rozkładają się następująco: 42% – wykłady, 22% – ćwiczenia, ok. 22% – laboratoria, ok. 14% – projekty. W programie studiów magisterskich stacjonarnych (niestacjonarnych) udział poszczególnych form zajęć jest następujący: ok. 40% (40%) – wykłady, 14% (14%) – ćwiczenia, ok. 9% (16%) – laboratoria, ok. 37% (30%) – projekty. Szczegóły podano w p. 2.6.

Elastyczność programu studiów mierzona liczbą ECTS zajęć z elementem wyboru wynosi na studiach stacjonarnych 1-ego stopnia na kierunku MiPM niemal 34% (71/210). Na studiach niestacjonarnych 1-ego stopnia wskaźnik ten wynosi 30% (63/210). Na studiach stacjonarnych 2-ego stopnia elastyczność programu wynosi prawie 64% (58/91) na obu specjalnościach. Na niestacjonarnych studiach 2-ego stopnia parametr ten jest równy ok. 43% (52/120). Syntetyczne dane liczbowe opisujące programy studiów umieszczono w **Załączniku 1**, w tabelach 3a-3d.

Przedmioty prowadzone w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych (także komputerowych), wymagają stałego kontaktu z prowadzącym w trakcie zajęć. Oczywiście, osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się wymaga od studentów także pewnej pracy własnej (lektury uzupełniające, zadania domowe, przygotowanie do sprawdzianów itp.). Poza godzinami ćwiczeń i wykładów studenci mogą korzystać z konsultacji pracowników prowadzących zajęcia. W przypadku przedmiotów o charakterze projektu, w tym także prac przejściowych i dyplomowych, proporcje pomiędzy pracą w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym a pracą własną są odwrotne. Osiągnięcie przypisanych do tych przedmiotów efektów uczenia się związane jest w dużej mierze z samodzielnym



wykonywaniem prac, także zespołowych, bez bezpośredniego nadzoru nauczyciela. W katalogu przedmiotów, dla każdego z przedmiotów osobno, określono jaka część punktów ECTS zdobywana jest w trakcie zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu z nauczycielem. W ujęciu całościowym, w ramach studiów pierwszego stopnia zdobycie 112 (z 210) punktów ECTS wymaga bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia, co stanowi 53%. W przypadku studiów drugiego stopnia jest to 46 (z 90) punktów ECTS, co stanowi 50,5%. Na studiach niestacjonarnych wskaźniki te kształtują się następująco: dla studiów pierwszego stopnia – 58 (z 210) ECTS, co stanowi 25%; dla studiów drugiego stopnia – średnia dla wszystkich specjalności 54 (z 120) ECTS, co stanowi 45%.

Znaczna część zajęć prowadzonych dla kierunku MiPM wiąże się bezpośrednio z obszarami, w których pracownicy naukowcy Wydziału prowadzą badania. Ich listę umieszczono w tabelach 4a-4d z **Załącznika 1**. W ramach realizacji prac przejściowych i dyplomowych, niektórzy studenci wykonują zadania będące częścią projektów badawczych prowadzonych na Wydziale, co owocuje m.in. publikacjami naukowymi (zob. punkt 4.3). Na wniosek członków studenckich kół naukowych lub opiekunów kół, do programu studiów mogą być jednorazowo wprowadzone przedmioty (formalnie specjalnościowe – obieralne), których treści kształcenia i efekty są związane z realizowanymi przez te zespoły projektami.

Na studiach pierwszego stopnia studenci muszą zaliczyć 6 trzydziestogodzinnych lektoratów języka obcego, łącznie 180 godzin. Na kierunku MiPM zajęcia te oferowane są na semestrach od IV do VI, po 60 godzin w semestrze. Przed ukończeniem studiów, student powinien udokumentować swoją znajomość języka obcego zaliczonym egzaminem na poziomie B2 (zarówno zajęcia z języków obcych, jak i egzaminy prowadzone są przez Studium Języków Obcych PW). Na drugim stopniu studiów nie prowadzi się lektoratów językowych, wymagana jest natomiast znajomość języka na poziomie B2+. Każdy student może wystąpić o zgodę na napisanie pracy dyplomowej w języku angielskim.

Programy studiów, zawierające szczegółowe informacje o przedmiotach, są dostępne zarówno na stronie internetowej Wydziału, jak i Uczelni (zob. punkt 2.5). W **Załączniku 2.1** umieszczono pełne programy studiów (generowane przez uczelniany system Katalog ECTS), plany studiów (ilustrujące harmonogram realizacji studiów, podział na poszczególne formy zajęć oraz punkty ECTS przypisane przedmiotom) oraz syntetyczną informację o podstawowych parametrach programów dla wszystkich poziomów i form studiów na kierunku MiPM.

## **2.6. Formy zajęć i liczebność grup studenckich**

Program studiów obejmuje następujące grupy modułów: podstawowe, kierunkowe, specjalnościowe, moduł przedmiotów humanistyczno-ekonomiczno-społecznych (HES), języki obce oraz zajęcia wychowania fizycznego. W zależności od specyfiki poszczególnych modułów, zajęcia prowadzone są w formie: wykładów, ćwiczeń audytoryjnych, ćwiczeń projektowych, laboratoriów, zajęć komputerowych, seminariów i lektoratów.

Proporcje poszczególnych form zajęć na studiach I oraz II stopnia przedstawiono w poniższej tabeli. Należy zaznaczyć, że przedmioty obieralne mogą mieć różną formę (np. ćwiczeń lub laboratoriów), jednak w tabeli uwzględniono je jako wykłady, tym samym zawyżając nieco procentowy udział wykładów. Z uwagi na niewielki udział przedmiotów specjalnościowych w programie studiów niestacjonarnych różnice pomiędzy specjalnościami w udziale poszczególnych form zajęć są bardzo niewielkie. Poniższa tabela (dwa ostatnie wiersze) podaje wartości dla specjalności Energetyka Ciepła.



## Procentowy udział różnych form zajęć

%	Wykłady	Ćwiczenia	Laboratoria (w tym komputerowe)	Projekty (w tym praca dyplomowa)
Studia stacjonarne, 1 stopień, KWPI	45	28	9	18
Studia stacjonarne 2 stopień, KWPI	49	5	7	37
Studia stacjonarne 2 stopień, MOSKOM	49	8	7	36
Studia niestacjonarne 1 stopień	38	21	22	19
Studia niestacjonarne 2 stopień,	37	13	18	32

Przedmioty podstawowe i kierunkowe są realizowane w dużej mierze w formie wykładów i ćwiczeń audytoryjnych. Przedmioty specjalnościowe w znacznie większym stopniu obejmują zajęcia laboratoryjne, w tym ćwiczenia w laboratoriach komputerowych, a także zajęcia prowadzone w formie projektu. Dobór form kształcenia jest ściśle skorelowany z charakterem zajęć i zakładanymi celami uczenia się. Do tej kwestii raport odnosi się w punkcie 0.

Liczebność grup studenckich dla poszczególnych form zajęć jest określona na poziomie Uczelni. Aktualnie obowiązuje Regulamin Pracy PW wprowadzony zarządzeniem Rektora PW nr 95/2019 z dn. 16 grudnia 2019 r. Zaleca się tam stosowanie następującej liczebności grup studentów:

- wykłady – od 15 do 100 studentów;
- ćwiczenia audytoryjne – od 12 do 24 studentów;
- ćwiczenia projektowe – od 8 do 12 studentów;
- zajęcia komputerowe – od 10 do 20 studentów;
- zajęcia laboratoryjne – od 8 do 10 studentów;
- lektoraty – od 10 do 14 studentów;
- seminaria – od 10 do 16 studentów.

Jednocześnie ww. uchwała daje prawo Dziekanowi do podejmowania, w odniesieniu do wybranych przedmiotów, decyzji o innej liczebności grup studentów. Na Wydziale MEiL takie decyzje są podejmowane najczęściej w odniesieniu do grup na zajęciach laboratoryjnych, przede wszystkim z powodu zapewnienia bezpieczeństwa w czasie ćwiczeń.

### 2.7. Praktyki zawodowe

Informacja na temat praktyk wraz z wymaganymi dokumentami dostępna jest na stronie Wydziału w zakładce *Studia* → *Studia Stacjonarne* → *Praktyki*. Ogólne wytyczne dotyczące praktyk obowiązkowych reguluje [Zarządzenie Rektora PW nr 24/2017](#), w którym znajdują się również obowiązujące w Uczelni wzory dokumentów.

Praktyki obowiązkowe - Studenci Wydziału MEiL PW, w czasie trwania studiów inżynierskich, są zobowiązani do odbycia co najmniej czterotygodniowej praktyki, za którą przypisywane są 4 punkty ECTS. Na Wydziale powołani są Pełnomocnicy Dziekana ds. Praktyk Studenckich, którzy oferują studentom wsparcie, a także pełnią w imieniu Dziekana nadzór nad organizacją i przebiegiem praktyk. Praktyki w danym roku kalendarzowym należy odbyć w terminie od 1 stycznia do 31 października. Praktyki swoim zakresem wpisują się w program studiów lub są jego rozszerzeniem.

Podczas realizacji praktyk student jest zobowiązany do złożenia sprawozdania, w którym zawarta jest informacja na temat zakresu wykonanych prac. Pracodawca przyjmujący studenta na praktykę wystawia praktykantowi zaświadczenie o odbyciu praktyk, które stanowi podstawę do uzyskania zaliczenia.

Praktyki dodatkowe – zazwyczaj realizowane są przez studentów, którzy zaliczyli już praktyki obowiązkowe. Można je odbyć bez skierowania z Uczelni. Studenci samodzielnie aplikują do firm, w których chcieliby zdobyć doświadczenie zawodowe. Współpraca powinna zostać uregulowana stosowną umową. Jako źródło ofert polecana jest strona Biura Karier PW [www.bk.pw.edu.pl](http://www.bk.pw.edu.pl). Można też skorzystać z zakładki na tej stronie: *Baza Wiedzy* → *Przydatne Linki*.

Praktyki i staże można realizować zarówno w Polsce, jak i za granicą.

Praca zawodowa i prowadzona działalność gospodarcza mogą być uznane jako praktyki studenckie zgodnie z Regulaminem organizacji i finansowania obowiązkowych praktyk studenckich objętych programem studiów I i II stopnia, stacjonarnych i niestacjonarnych, stanowiącego załącznik nr 1 do zarządzenia nr 24 /2017 Rektora PW.

Podanie o uznanie praktyk jest opiniowane przez opiekuna praktyk dla danego kierunku studiów. Do podania należy dołączyć opis wykonywanych zadań oraz zaświadczenie o wykonywaniu pracy zawodowej.

Praktyki obowiązkowe odbywają się w oparciu o porozumienie pomiędzy Uczelnią a pracodawcą. Wydział w obszarze praktyk studenckich ma podpisanych szereg umów i porozumień, między innymi z firmami: ALSTOM Konstal S.A., Elektrownia Koźienice, General Electric, Instytut Lotnictwa, Kongsberg Automotive, PGE Energetyka Jądrowa, PGNIG Termika, PLL LOT, Polska Spółka Gazownictwa, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, Sener, PZL Mielec, PZL Świdnik, PZL Warszawa. Studenci mogą też samodzielnie wybrać miejsce odbywania praktyki i załatwić formalności związane z jej realizacją.

Studenci kierunku MiPM najczęściej decydują się jednak na samodzielne zorganizowanie swoich praktyk. Jako przykładowe miejsca odbywania praktyk w ostatnich latach można wymienić:

Airbus Helicopters Polska Sp. z o.o. (Łódź), Airbus Poland S.A. PZL Warszawa – Okęcie, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Fundacja Badań i Rozwoju Nauki, Instytut Lotnictwa Engineering Design Center (EDC), Instytut Lotnictwa: Sieć Badawcza Łukasiewicz, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, LOT Aircraft Maintenance Services, LS Airport Services, (Warszawa, Kraków), MESKO Spółka Akcyjna (Skarżysko Kamienna), Pratt & Whitney AeroPower (Rzeszów), Pratt & Whitney (Kalisz), Thales Polska Sp. z o.o., WB Electronics S.A. (Ożarów Mazowiecki), 3Dream (Łomianki), ALL4JETS Sp. z o.o., Central European Engine Services Sp z o.o. – CEES, EDAG Engineering Polska Sp. z o. o., ERKO sp. z o.o. sp. k. Jonkowo (k. Olsztyna), Evionica Sp. z o.o., FlyArgo, GA SYSTEM Sp. z o.o. (Mielec), Jet Story Sp. z o.o., OKAEL Sp. z o.o. (Michałowice), PIMET S.J. (Piastów), RED BULL SP Z O O, Robot Aviation Sp. z o.o. – Poland, SENER Polska sp. z o.o.

Formą zdobywania praktyki zawodowej jest również udział w stażach. Studenci otrzymują wsparcie w postaci staży współorganizowanych i współfinansowanych w ramach różnych programów realizowanych na Wydziale.

## **2.8. Kształcenie prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich**

Uzyskanie tytułu inżyniera wymaga opanowania efektów uczenia się z zakresu podstawowej wiedzy oraz umiejętności, bezpośrednio związanych z rozwiązywaniem zadań inżynierskich. Zakładane kierunkowe efekty uczenia się mają dać absolwentowi wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne umożliwiające podjęcie pracy zawodowej i przygotować go do rozwiązywania różnorodnych

problemów technicznych z zakresu inżynierii mechanicznej, napotykanym w przemyśle i innych gałęziach gospodarki. Mają także przygotować go do prowadzenia własnych prac rozwojowych i poszukiwania innowacyjnych rozwiązań.

Dobór treści kształcenia na **studiach pierwszego stopnia**, pozwalających na uzyskanie efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, takich jak MiBM1\_U07, MiBM1\_U09 – MiBM1\_U20 skorelowano z doбором metod i form kształcenia, wykorzystywanymi technikami i narzędziami oraz z liczebnością grup studenckich uczestniczących w poszczególnych formach kształcenia. Dla osiągnięcia efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich szczególnie istotne są zajęcia laboratoryjne i projektowe oraz kształtowanie umiejętności pracy zespołowej.

W kształtowaniu kompetencji inżynierskich szczególną rolę pełnią zajęcia o charakterze laboratoriów i projektów. Warto podkreślić, że na kierunku MiPM liczebność grup projektowych nie przekracza 12 osób. Grupy laboratoryjne, liczące do 12 osób, są dzielone na mniejsze zespoły. Zapewnia to studentom lepsze warunki uczenia się i wymusza aktywny udział w zajęciach, a ponadto podnosi poziom bezpieczeństwa i higieny pracy. W trakcie zajęć w pracowniach komputerowych każdy ich uczestnik pracuje indywidualnie przy swoim terminalu.

Istotnym elementem kształcenia kompetencji inżynierskich jest wdrażanie studentów do pracy zespołowej. Część zajęć projektowych ma charakter zespołowy (np. *Projekt integrujący*). Praca grupowa jest też oczywiście niezbędna na większości zajęć laboratoryjnych. Znakomitą szkołą pracy zespołowej jest działalność studentów w kołach naukowych. Godne podkreślenia jest również to, że studenci studiów II stopnia, zaangażowani w działalność kół naukowych, często wspomagają młodszych kolegów, wdrażając się w ten sposób do pełnienia roli liderów w pracy zawodowej.

Na **studiach drugiego stopnia** doskonalone są kompetencje inżynierskie nabyte na wcześniejszych etapach edukacji. Efekty uczenia się bezpośrednio nawiązujące do uzyskiwania lub poszerzania kompetencji inżynierskich to przede wszystkim: MiBM2\_U02, MiBM2\_U07 – MiBM2\_U15 MiBM2\_U19 – MiBM2\_U22. Efekty uczenia się i program studiów II stopnia są komplementarne w stosunku do systemu kształcenia inżynierów i pozwalają na znaczne rozszerzenie wiedzy i umiejętności, szczególnie w kierunku zwiększania możliwości badawczych. Dobór form i metod kształcenia, a także sposób ustalania liczebności grup zajęciowych, jest analogiczny do zastosowanego w przypadku studiów pierwszego stopnia.

Warto zwrócić uwagę, że znaczna część słuchaczy kursu magisterskiego stara się łączyć pracę zawodową ze studiami. Owocuje to często powiązaniem tematów prac przejściowych bądź dyplomowych z bieżącymi potrzebami firm działających w obszarze szeroko pojętej inżynierii mechanicznej. Realizacja prac powiązanych z działalnością zawodową studentów jest możliwa, jeśli zapewniają one osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się przypisanych kierunkowi studiów. Tematy prac są zatwierdzane przez opiekuna kierunku bądź specjalności, a ich tworzenie jest bezpośrednio nadzorowane i oceniane przez kompetentnych pracowników Wydziału.

## **Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 2**

Warto wymienić realizowane od lat **dobre praktyki** Wydziału w projektowaniu i realizacji programów studiów, prowadzące do utrzymania wysokiego poziomu nauczania, zgodnego z potrzebami studentów i otoczenia społeczno-gospodarczego.

- Położenie w programie studiów największego nacisku na wykształcenie kompetencji w zakresie przedmiotów podstawowych i przedmiotów inżynierskich o fundamentalnym znaczeniu dla kierunku kształcenia. Taka konstrukcja programu wynika z przekonania, że ewentualne luki w

wykształceniu podstawowym są trudne do samodzielnego uzupełnienia w toku dalszej kariery zawodowej, charakteryzującej się typowo koniecznością wąskiej specjalizacji, przy jednoczesnej potrzebie zachowania elastyczności tak niezbędnej na współczesnym rynku pracy.

- Praktyka organizacji specjalistycznych wykładów i innych form zajęć prowadzonych przez ekspertów z przemysłu i innych instytucji zewnętrznych. Praktykowane jest również wykorzystywanie wizyt gości zagranicznych (nawet krótkotrwałych) do przeprowadzenia organizowanych ad hoc intensywnych kursów specjalistycznych oferowanych studentom.
- Praktyka oferowania studentom możliwości uzupełnienia kompetencji i uprawnień inżynierskich poprzez uczestnictwo specjalistycznych kursach branżowych.
- Zachęcanie studentów kierunków polskojęzycznych do pisania prac dyplomowych w języku angielskim, co sprzyja rozwojowi kompetencji językowych i znajomości terminologii technicznej i naukowej, przygotowuje do podejmowania działalności inżynierskiej w firmach i instytucjach zagranicznych, a także ułatwia publikowanie wyników w formie referatów konferencyjnych lub artykułów w czasopiśmie branżowych i naukowych.
- Proponowanie tematów prac dyplomowych związanych z realizacją projektów badawczych i badawczo-rozwojowych aktualnie realizowanych na Wydziale, co sprzyja rozwojowi umiejętności pracy zespołowej, realizacji zadań pod presją czasu, poczucia odpowiedzialności za powierzone zadania, a także buduje wiarę we własne kompetencje i poczucie wartości.
- Praktyka wprowadzania do programu studiów przedmiotów obieralnych związanych z aktywnością studenckich kół naukowych, zaprojektowanych tak, aby rozwinąć specyficzne kompetencje inżynierskie uczestników, niezbędne do realizacji ambitnych projektów i skutecznej rywalizacji w konkursach międzynarodowych.
- Praktyka wykorzystywania wybranych efektów prac studenckich (urządzeń, aplikacji komputerowych) do działalności dydaktycznej i naukowo-badawczej.
- Stosowanie na Wydziale MEiL rozbudowanej formy obrony prac dyplomowych, obejmującej – oprócz dyskusji i pytań dotyczących tematyki pracy – również część mającą charakter egzaminu ustnego z ogólnej i specjalistycznej wiedzy inżynierskiej (na odpowiednim poziomie studiów). Taka konstrukcja egzaminu dyplomowego wymaga od dyplomantów końcowego powtórzenia i usystematyzowania kluczowych treści programowych i może być traktowana jako ostateczne potwierdzenie osiągnięcia efektów uczenia się przypisanych do kierunku studiów.

### Kryterium 3. Przyjęcie na studia, weryfikacja osiągnięcia przez studentów efektów uczenia się, zaliczanie poszczególnych semestrów i lat oraz dyplomowanie

#### 3.1. Rekrutacja na studia

Szczegółowe zasady rekrutacji obowiązujące przy rekrutacji na rok akademicki 2019/2020 zostały określone w uchwale Senatu PW nr 213/XLIX/2018 z dnia 23 maja 2018 w sprawie warunków i trybu rekrutacji na studia (...) w roku akademickim 2019/2020.

#### Rekrutacja na polskojęzyczne studia I stopnia

W odniesieniu do dominującej liczby kandydatów, podstawą kwalifikacji na studia I stopnia jest liczba punktów (PK) wyznaczonych na podstawie formuły:

$$PK = P_{mat} \times W_{mat} + P_{wyb} \times W_{wyb} + P_{jo} \times W_{jo} ,$$

gdzie:  $P_{mat}$  – punkty z egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie rozszerzonym (max 100),  $P_{wyb}$  – punkty z przedmiotu do wyboru,  $P_{jo}$  – punkty z języka obcego,  $W$  – współczynniki wagowe dla odpowiednich egzaminów. Przy rekrutacji na kierunek mechanika i projektowanie maszyn współczynnik wagowy dla egzaminu z matematyki wynosi 1, dla egzaminu z fizyki na poziomie rozszerzonym 1 (na poziomie podstawowym oba ww. współczynniki wynoszą 0.5). Zamiast egzaminu z fizyki mogą być uwzględnione wyniki egzaminów z: chemii (waga 0.5), informatyki (waga 0.75) lub z biologii (waga 0.5). Dla egzaminu z języka obcego współczynnik wagowy wynosi 0.25.

Maksymalna liczba punktów kwalifikacyjnych wynosi 225. W ostatnich latach dolny próg kwalifikacyjny przy rekrutacji na kierunek mechanika i projektowanie maszyn kształtował się na poziomie przedstawionym w tabeli (w latach 2012-2016 należały one do najwyższych na Politechnice Warszawskiej):

#### **Progi punktowe podczas rekrutacji na studia stacjonarne 1-ego stopnia na kierunku MiPM (dawniej MiBM)**

<i>Rok akademicki</i>	<i>2014/15</i>	<i>2015/16</i>	<i>2016/17</i>	<i>2017/18</i>	<i>2018/19</i>	<i>2019/20</i>
Liczba kandydatów na miejsce (z pierwszego wyboru)	4,67	4,13	4,27	3,08	2,32	3,30
Próg punktowy (maks. 225)	190	185	182	182	154	185

Należy podkreślić, że na kierunku MiPM wciąż utrzymuje się wysoki poziom zainteresowania potencjalnych studentów i wysoki próg punktowy przyjęć. Warto zwrócić uwagę, że na liczbę kandydatów na jedno miejsce istotny wpływ wywiera informacja, iż progi punktowe są bardzo wysokie – absolwenci szkół średnich, którzy na maturze uzyskali przeciętne lub słabe wyniki, często rezygnują z aplikowania na Wydział MEiL. Wysokość progów punktowych jest również uzależniona od średnich wyników matur z matematyki i fizyki w roku rekrutacji (stąd nieco niższe progi w roku 2018). Postępujący niż demograficzny nie ma istotnego wpływu na poziom przyjmowanych kandydatów.

Na Wydział MEiL rekrutowani są także często laureaci i finaliści olimpiad przedmiotowych (np. Olimpiady Wiedzy Technicznej lub Olimpiady Fizycznej). Szczegóły tej procedury, w tym wykaz olimpiad i konkursów przedmiotowych, są określone w uchwale Senatu PW – aktualna jest uchwała nr 283/XLIX/2018 z dnia 19 grudnia 2018 r.

#### Rekrutacja na polskojęzyczne studia II stopnia

Podstawą przyjęcia na studia II stopnia jest zgodność programu studiów I stopnia ukończonych przez kandydata oraz osiągnięte wyniki uczenia się (średnia ocen ze studiów). Kandydaci, którzy ukończyli ten sam kierunek studiów na Wydziale MEiL i uzyskali ocenę ze studiów nie niższą niż dobra, są przyjmowani bez dodatkowych warunków. Kandydaci po innych kierunkach studiów niż ten, na który aplikują, przechodzą procedurę kwalifikacyjną, której szczegóły są określone w regulaminie zatwierdzonym przez Radę Wydziału MEiL w dniu 22 marca 2016 roku. Regulamin ten przewiduje możliwość przeprowadzenia egzaminu kwalifikacyjnego (w formie pisemnej lub w formie ustnej, przed komisją, której przewodniczy Prodziekan ds. Dydaktycznych). Regulamin ten przewiduje również możliwość rozszerzenia programu studiów magisterskich o przedmioty z programu studiów I stopnia (do 30 ECTS). Rozszerzone (indywidualne) programy studiów są zatwierdzane przez Radę Wydziału.

### **3.2. Zasady uznawania efektów uczenia się**

Na kierunku studiów prowadzone na Wydziale MEiL nie przyjmuje się studentów w *wyniku potwierdzania efektów uczenia się*.

Przyjmowani są studenci z innych uczelni (także zagranicznych) w drodze przeniesienia, co jest związane z częściowym lub całkowitym uznaniem efektów uczenia się osiągniętych na innej uczelni. Ogólne warunki tej procedury przyjęć na studia określa regulamin studiów na PW. Warunkiem koniecznym jest zaliczenie I roku studiów (na studiach I stopnia) lub I semestru (na studiach II stopnia). Przed wydaniem pozytywnej decyzji o przeniesieniu, Prodziekan ds. Dydaktycznych analizuje zgodność programu zrealizowanego przez kandydata z programem studiów na Wydziale MEiL. Zbyt duże różnice są jedną z przyczyn niewyrażenia zgody na przeniesienie. Duże różnice programowe zazwyczaj wykluczają ten sposób rekrutacji na wyższych semestrach, np. po IV semestrze na studiach I stopnia. Brane są pod uwagę także oceny uzyskane przez kandydata na macierzystej uczelni, jak również wyniki egzaminu maturalnego (przy przyjęciu na studia I stopnia) – nie są przyjmowani kandydaci do przeniesienia, których wyniki na maturze znacznie odbiegały od progów przyjęć na studia w procesie rekrutacji.

Uznawanie efektów uczenia się uzyskanych na uczelni zagranicznej w ramach programów *Erasmus+*, *ATHENS* oraz w programach wymiany bilateralnej odbywa się na zasadach określonych w umowach regulujących funkcjonowanie tych programów. Kluczowe znaczenie ma ustalenie programu studiów w trakcie pobytu na uczelni zagranicznej, który jest zapisany w Learning Agreement (LA), w tym wskazanie przedmiotów odpowiadających w programie studiów na Wydziale MEiL. Program jest analizowany i zatwierdzany przez Prodziekana ds. Dydaktycznych. Zaliczenie przedmiotów w trakcie wymiany powoduje zaliczenie ich odpowiedników, jeżeli takowe nie zostały wskazane w LA, to uznaje się je za przedmioty obieralne lub ponadwymiarowe.

### **3.3. Zasady uznawania efektów uczenia się uzyskanych poza systemem studiów**

Uznawanie efektów uczenia się uzyskanych poza systemem studiów należy do przypadków wyjątkowych. Dotyczą one sytuacji, kiedy studenci (najczęściej biorący udział w pracach kół naukowych) uczestniczą w szkoleniach specjalistycznych, związanych z profilem działalności koła, które są organizowane przez instytucje naukowo-badawcze nie posiadające statusu uczelni. Przykładem są szkolenia organizowane przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA), CERN lub EDP Renewables (Portugalia). Wniosek o uznanie tak osiągniętych efektów uczenia się jest każdorazowo szczegółowo analizowany przez Prodziekana ds. Dydaktycznych.



Uznawanie efektów uczenia się uzyskiwanych przez studentów w związku z realizacją projektów w kołach naukowych jest dokonywane poprzez wprowadzenie do programu studiów (incydentalnie, na jeden semestr) przedmiotów specjalnościowych, które adresowane są do zamkniętej grupy studentów. Zgodnie z ogólnymi zasadami, przedmioty te mają określone efekty uczenia się, warunki zaliczenia i liczbę ECTS. Wskazany jest także nauczyciel akademicki odpowiedzialny za efekty pracy studentów.

### **3.4. Zasady dyplomowania**

Ogólne zasady dyplomowania są określone w regulaminie studiów PW, a także w stanowisku Senatu zapisanym w Uchwale nr 41/XLV/03 z dnia 30 kwietnia 2003 r. Szczegółowe zasady dotyczące prowadzenia egzaminów dyplomowych na Wydziale MEiL zostały przyjęte przez Radę Wydziału i są udostępnione na stronie [www.meil.pw.edu.pl/MEiL/Studia/Studia-stacjonarne/Egzaminy-dyplomowe](http://www.meil.pw.edu.pl/MEiL/Studia/Studia-stacjonarne/Egzaminy-dyplomowe).

Uchwała Senatu definiuje i rozróżnia prace dyplomowe wykonywane na poszczególnych stopniach. **Praca dyplomowa**, wykonywana w ramach studiów określonego stopnia, powinna stawiać przed studentem zadanie samodzielnego rozwiązania problemu zawodowego, technicznego lub badawczego przy wykorzystaniu wiedzy nabytej we wcześniejszym okresie studiów. Praca dyplomowa, mająca postać dysertacji lub opracowania projektowego, powinna zawierać opis stanu wiedzy z danej dziedziny, sporządzony na podstawie dostępnego piśmiennictwa, oraz sprawozdanie zakończone wnioskami z rozwiązania postawionego zadania. Praca dyplomowa może być częścią programu naukowego Wydziału lub studenckiego ruchu naukowego. Istotnym elementem oceny pracy dyplomowej powinno być określenie stopnia samodzielności studenta w toku rozwiązywania zawartego w niej problemu. Praca dyplomowa może być wykonywana we współpracy z instytucją zewnętrzną na warunkach uzgodnionych przez Dziekana Wydziału.

**Praca dyplomowa inżynierska** powinna wykazać posiadanie przez dyplomanta umiejętności rozwiązywania problemów, opartej na znajomości podstaw teoretycznych lub doświadczeniach empirycznych oraz wykorzystywania znanych metod, analiz i/lub komputerowych programów dotyczących rozpatrywanego problemu. Praca dyplomowa powinna stanowić rozwiązanie wskazanego dyplomantowi zadania na podstawie informacji znajdujących się w dostępnym piśmiennictwie. Praca dyplomowa inżynierska powinna dotyczyć procesów i urządzeń technicznych i technologicznych lub problematyki materiałowej. Przedmiotem pracy dyplomowej inżynierskiej lub licencjackiej może być w szczególności:

- rozwiązanie zadania z zakresu projektowania, wytwarzania lub eksploatacji urządzeń technicznych i obiektów,
- wykonanie programu badawczego wraz z analizą uzyskanych wyników,
- opracowanie programu komputerowego o odpowiednim stopniu trudności,
- wykonana przez dyplomanta wydzielona część zespołowego opracowania np. część programu badawczego, którego jednym z wykonawców jest dyplomant,
- samodzielne opracowanie problemu, oparte na analizie i ocenie danych ze źródeł literaturowych.

**Praca dyplomowa magisterska** powinna wykazać pogłębioną znajomość podstawowej wiedzy teoretycznej i doświadczalnej w danej dziedzinie oraz umiejętność rozwiązywania problemów

wymagających stosowania nowoczesnych metod z zakresu analiz teoretycznych czy empirycznych. Praca ta powinna wykazać umiejętność korzystania z metod badawczych i analitycznych oraz umiejętność definiowania i rozwiązywania problemów danej dziedziny. Przedmiotem pracy może być w szczególności:

- wykonanie zadania badawczego,
- opracowanie rozwiązania materiałowego,
- rozwiązanie zadania obliczeniowego, projektowego, technologicznego lub wydzielonej części większego projektu,
- opracowanie lub istotne udoskonalenie metody badawczej, pomiarowej, analitycznej,
- opracowanie na podstawie dostępnego piśmiennictwa, stanu wiedzy i techniki dotyczącej określonego problemu wraz z samodzielnie przeprowadzoną analizą zakończą odpowiednimi wnioskami.

Praca dyplomowa magisterska powinna zawierać nowe wyniki analiz, badań eksperymentalnych lub teoretycznych dociekań albo nowe rozwiązanie wybranego problemu z zakresu realizowanego kierunku studiów.

### **Procedura wydawania i zaliczania prac dyplomowych**

Tematyka (lista zagadnień) prac dyplomowych jest zgłaszana przez kierowników Zakładów i zatwierdzana przez opiekuna kierunku i/bądź opiekuna specjalności. Listy tematów są publikowane na zakładowych tablicach ogłoszeń i na stronach internetowych. Lista oferowanych zagadnień jest otwarta i na bieżąco aktualizowana.

W celu zapewnienia przemyślanego wyboru tematyki pracy przejściowej lub dyplomowej student, w semestrze poprzedzającym realizację pracy, dokonuje wyboru zagadnienia, będącego przedmiotem pracy, i – w porozumieniu z prowadzącym – precyzuje temat pracy oraz określa jej założenia i zakres. Realizacja pracy dyplomowej może być zapoczątkowana w semestrze poprzedzającym semestr dyplomowy. Fakt wcześniejszego rozpoczęcia prac nad dyplomem nie zwalnia studenta z procedury deklaracji dyplomu.

Student może wykonać pracę przejściową i dyplomową w tym samym zakładzie dydaktycznym, ich charakter musi być jednak odmienny (eksperymentalna, teoretyczna, konstrukcyjna), nie mogą też być wykonywane pod opieką tego samego promotora. W przypadku prac prowadzących do powstania nowych projektów i prototypów urządzeń dopuszcza się, za zgodą Dziekana, odstępstwo od rygoru różnych opiekunów.

Student, przyjmując temat pracy dyplomowej, otrzymuje w sekretariacie jednostki dyplomującej kartę z tytułem i zakresem pracy. Kopia karty pracy dyplomowej, podpisana przez studenta, a także opiekuna kierunku lub specjalności, przechowywana jest w zakładzie dyplomującym do czasu ukończenia dyplomu.

### **3.5. Monitorowanie i ocena postępów studentów**

Rokrocznie, po zakończeniu okresu rekrutacji, dokonywana jest analiza kandydatów oraz przyjętych studentów, zwłaszcza na studia pierwszego stopnia. Analizowana jest liczba kandydatów na jedno miejsce, liczba punktów niezbędna do dostania się na kierunek oraz stosunek tej liczby do sumy średniej liczby punktów z matury rozszerzonej z matematyki i fizyki, co do pewnego stopnia uniezależnia rezultaty od poziomu matury w danym roku. Wyniki prezentowane są na Radach Wydziału oraz analizowane przez prodziekana odpowiedzialnego za sprawy rekrutacji. Wyniki rekrutacji omówiono w punkcie 3.1.

Odsiew studentów analizowany jest podczas co-semestralnej rejestracji na kolejny etap studiowania. Działanie to, jak i bieżąca analiza wyników, dokonywane są przez Prodziekana ds. Studenckich. Losy absolwentów monitorowane są m.in. poprzez ankiety absolwentów, analizę systemu ELA oraz, w przypadku studiów I stopnia, analizę, czy absolwenci kontynuują studia na Uczelni i Wydziale. Bieżące wyniki, w tym rozkład ocen i stopień zaliczenia przedmiotów analizowane są na bieżąco przez kierowników zakładów odpowiedzialnych za dany przedmiot oraz, dla wybranych przedmiotów lub na prośbę studentów albo Kierownika Zakładu, przez Prodziekana ds. Studenckich. Wszystkie opisane powyżej dane, po ich opracowaniu, przekazywane są Komisji ds. Kształcenia oraz Komisji ds. Jakości Kształcenia do wykorzystania np. przy ewentualnych zmianach w programie studiów. W miarę potrzeby dokonywane są także bieżące działania, jak rozmowy lub nawet zmiana osób prowadzących zajęcia.

### **3.6. Zasady sprawdzania i oceniania stopnia osiągnięcia efektów uczenia się**

Ogólne zasady sprawdzania i oceniania stopnia osiągnięcia efektów uczenia się dla przedmiotu określa § 11 *Regulaminu studiów w Politechnice Warszawskiej*. Zobowiązuje on kierownika przedmiotu m.in. do określenia metod etapowej i/lub końcowej weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się (egzamin, sprawdziany pisemne i ustne, sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych, projektów i in.), zasad zaliczania przedmiotu i wystawiania oceny końcowej z przedmiotu, terminów i trybu ogłaszania ocen uzyskiwanych przez studentów oraz zasad poprawiania ocen, możliwości i zasad udziału studentów w dodatkowych terminach sprawdzianów i egzaminów, zasad wymaganej obecności studenta na zajęciach, na których obecność jest obowiązkowa.

Do ogólnych zasad sprawdzania i oceniania stopnia osiągnięcia efektów uczenia się odnoszą się także § 7 i § 8 *Regulaminu studiów w Politechnice Warszawskiej*, określający reguły ustalania harmonogramu sesji egzaminacyjnych (m.in. minimalną liczbę egzaminów). Ponadto § 18 określa skalę ocen, § 19 zasady udostępniania studentom i rejestrowania w systemie informatycznym wyników weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się, a § 20 procedurę komisyjnej weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się, którą może zarządzić dziekan na wniosek studenta lub z własnej inicjatywy.

Szczegółowe zasady sprawdzania i oceniania stopnia osiągnięcia efektów uczenia się ustalane są dla każdego przedmiotu osobno. Informacja o zasadach oceniania i metodach przeprowadzania oceny znajduje się w sylabusach przedmiotów. Prowadzący przedmioty są obowiązani przedstawić i omówić te zasady na pierwszych zajęciach w semestrze.

Osoby odpowiedzialne za przedmioty (kierownicy przedmiotów) wraz z ich przełożonymi – kierownikami zakładów dydaktycznych oraz władzami dziekańskimi dokładają starań, aby obowiązujące zasady sprawdzania i oceniania były przejrzyste, jednoznaczne i obiektywne oraz pozwalały na możliwie wszechstronne i kompletne zweryfikowanie stopnia osiągnięcia efektów uczenia się.

### **3.7. Metody sprawdzania i oceniania efektów uczenia się**

Metody sprawdzania i oceniania efektów uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych są ściśle zintegrowane z planem kształcenia i zakładanymi efektami uczenia się. Dobór metody jest uzależniony od rodzaju sprawdzanego i ocenianego efektu, a także od formy zajęć, w trakcie których student powinien dany efekt osiągnąć.

Metody weryfikacji efektów uczenia się w zakresie wiedzy obejmują:

- sprawdziany pisemne w formie otwartych pytań, wymagających udzielenia opisowej odpowiedzi,
- sprawdziany w formie pytań testowych jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru (możliwość prowadzenia testów w formie papierowej lub elektronicznej na niektórych przedmiotach),
- odpowiedzi ustne wymagające sformułowania i udzielenia odpowiedzi opisowej – stosowane w przypadku weryfikacji przygotowania studentów i grup do zajęć laboratoryjnych,
- prezentacje multimedialne – przygotowane i zaprezentowane przez studenta opracowania wybranych zagadnień, zwykle wraz z prezentacją publiczną (typowy sposób weryfikacji efektów w zakresie seminariów inżynierskich i magisterskich).

Metody weryfikacji efektów uczenia się w zakresie umiejętności obejmują:

- sprawdzenie poprawności wykonania – w ramach ćwiczeń laboratoryjnych – zadań, które mogą mieć charakter praktyczny lub symulacyjny,
- sprawdzenie poprawności rozwiązania problemów postawionych w ramach ćwiczeń – testy i sprawdziany zaliczeniowe, obejmujące zakresem rozwiązywanie zadań obliczeniowych,
- sprawdzenia w formie pisemnego sprawdzianu poprawności rozwiązania zadań projektowych, mających charakter obliczeniowy,
- sprawdzenie zadań na ćwiczeniach laboratoryjnych, które odbywa się poprzez weryfikację poprawności konfiguracji i działania rzeczywistych lub symulacyjnych układów, zbudowanych przez studentów podczas tych zajęć,
- sprawdzenie zadań na ćwiczeniach laboratoryjnych odbywa się również poprzez weryfikację treści zawartych w sprawozdaniu z zajęć laboratoryjnych.

Weryfikacja efektów uczenia się w zakresie umiejętności dla prac własnych (projekty, prace przejściowe, projekty obliczeniowe lub prace dyplomowe) odbywa się przez indywidualną kontrolę wyników, dokonywaną przez pracownika dydaktycznego nadzorującego te prace.

Metody weryfikacji efektów uczenia się w zakresie kompetencji społecznych związane są z realizacją prac zarówno na zajęciach wykładowych i ćwiczeniach (praca grupowa, rozwiązywanie zadań, grupowe i indywidualne prace domowe), jak i w zespołach laboratoryjnych, w których studenci rozwiązują postawione przed nimi zadania praktyczne lub symulacyjne w formie mini-projektu. Metody sprawdzania kompetencji społecznych obejmują weryfikację struktury podziału pracy pomiędzy poszczególnymi członkami zespołu studenckiego oraz ocenę prezentacji praktycznych, symulacyjnych lub projektowych wyników jako sumy częściowych prezentacji wszystkich. Kompetencje społeczne są także weryfikowane w czasie seminariów dyplomowych.

Sylabusy przedmiotów, zawierające kompendium podstawowych informacji o przedmiocie, są dostępne na stronie internetowej Centrum Informatyzacji PW oraz na stronie wydziałowej. Pełną wersję sylabusów przedmiotów umieszczono także w elektronicznych **Załącznikach 2.1–INŻ.–b oraz 2.1–MGR–b**. W katalogu jest opisany zakres treści programowych każdego przedmiotu, wraz z przypisaniem przedmiotu do zakładanych kierunkowych efektów uczenia się oraz podaniem przedmiotowych efektów uczenia się. Sylabus przedmiotu zawiera także szczegółowe informacje o metodach weryfikacji osiągnięcia każdego z efektów przedmiotowych.

Program studiów skonstruowano w taki sposób, by wszystkie kierunkowe efekty uczenia się znajdowały pokrycie w powiązanych z nimi przedmiotowych efektach uczenia się. W ten sposób efekty uczenia się są weryfikowane zarówno na poziomie całego poziomu kształcenia (studia I i II stopnia) oraz dla każdego z wybranych przedmiotów w zakresie jego indywidualnych efektów.

Przykład stosowania metod sprawdzania i oceniania efektów uczenia się dla jednego z przedmiotów zamieszczono poniżej. Podane informacje stanowią wyciąg ze szczegółowego opisu przedmiotu *Mechanika płynów I* prowadzonego na studiach inżynierskich.

### ML.NW122— Mechanika Płynów I

Metody oceny	Ocenie podlegają trzy kolokwia i egzamin. Szczegóły systemu oceniania są opublikowane pod adresem: <a href="https://www.meil.pw.edu.pl/za/ZA/Courses/Mechanika-Plynow-1/Energetyka-i-MiPM">https://www.meil.pw.edu.pl/za/ZA/Courses/Mechanika-Plynow-1/Energetyka-i-MiPM</a>		
Kod	Opis	Weryfikacja	Efekty kierunkowe
<b>Efekty uczenia się — wiedza</b>			
NW122_W1	Zna podstawy statyki i kinematyki ośrodka ciągłego.	kolokwium nr 1, egzamin.	MiBM1_W04
NK122_W2	Ma podstawową wiedzę w zakresie formułowania zasad zachowania dla płynu, równań opisujących jego ruch i ich całek pierwszych, a także sposobów określania reakcji aero/hydrodynamicznych.	kolokwium nr 3, egzamin.	MiBM1_W04
NK122_W3	Ma podstawową wiedzę na temat modelu płynu newtonowskiego oraz inżynierskich metod wyznaczania ruchu laminarnego i turbulentnego cieczy lepkiej w rurociągach, zna pojęcie podobieństwa dynamicznego przepływów i znaczenie fizyczne podstawowych liczb podobieństwa.	kolokwium nr 2, egzamin.	MiBM1_W04
NK122_W4	Ma elementarną wiedzę w zakresie podstaw dynamiki gazów.	kolokwium nr 3, egzamin.	MiBM1_W04
<b>Efekty uczenia się — umiejętności</b>			
NK122_U1	Potrafi rozwiązać proste zagadnienia inżynierskie z zakresu statyki cieczy.	kolokwium nr 1, egzamin	MiBM1_U09 MiBM1_U15
NK122_U2	Potrafi posłużyć się aparatem algebry i analizy wektorowej do wyznaczenia charakterystyk ruchu płynu.	egzamin	MiBM1_U15 MiBM1_U21
NK122_U3	Potrafi rozwiązać zagadnienia wyznaczania ruchu cieczy idealnej lub rzeczywistej w prostych rurociągach posługując się podstawowym lub uogólnionym równaniem Bernoulliego.	kolokwium nr 2	MiBM1_U09 MiBM1_U15
NK122_U4	Posługując się całkową postacią zasady zachowania pędu potrafi rozwiązać proste przypadki zagadnienia wyznaczania reakcji hydro/aerodynamicznych.	kolokwium nr 3, egzamin	MiBM1_U09 MiBM1_U15
NK122_U5	Potrafi dokonać prostej analizy warunków podobieństwa dynamicznego, a także wykorzystać metody analizy wymiarowej do przewidywania formalnej postaci praw fizycznych.	egzamin	MiBM1_U09 MiBM1_U15
NK122_U6	Potrafi wykorzystać równanie energii do wyznaczania parametrów gazodynamicznych, a także umie określić relacje pomiędzy parametrami gazodynamicznymi przed i za prostopadłą falą uderzeniową.	kolokwium nr 3, egzamin	MiBM1_U09 MiBM1_U15

Weryfikacji praktyk zawodowych dokonuje opiekun praktyk na podstawie studenckiego sprawozdania, zawierającego opis przebiegu praktyki, wykaz wszystkich czynności wykonywanych przez praktykanta wraz z opisem zagadnień i problemów rozwiązywanych podczas praktyk. Student przedstawia swój udział w rozwiązywaniu problemów inżynierskich, mieszczących się w obszarze mechaniki i projektowania maszyn, oraz podsumowanie całego okresu praktyki, ze szczególnym uwzględnieniem opisu zastosowania nabytej podczas studiów wiedzy.

Weryfikacja kompetencji językowych odbywa się poprzez konieczność uzyskania przez studenta certyfikatu znajomości języka obcego na poziomie B2. W przypadku kierunków anglojęzycznych, już przy aplikacji wymagany jest poziom C1.

### **3.8. Metody sprawdzania efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich**

Do sprawdzania i oceniania efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich wykorzystywane są wszystkie omawiane we wcześniejszym punkcie metody. Dobór konkretnych metod jest dopasowany do charakteru przedmiotu.

Weryfikacja efektów uczenia się w zakresie wiedzy o charakterze inżynierskim odbywa się przeważnie przy użyciu tradycyjnych metod – egzaminów, sprawdzianów, testów, „wejściówek” itp.

W kontekście uzyskiwania kompetencji inżynierskich szczególną rolę pełni weryfikacja efektów uczenia się odnoszących się do umiejętności praktycznych. Dokonywana jest ona w dużej mierze w trakcie zajęć laboratoryjnych, których efekty przedmiotowe odnoszą się do następujących efektów kierunkowych MiBM1\_W05, MiBM1\_W07, MiBM1\_U08, MiBM1\_U09, MiBM1\_U14 na 1-szym stopniu studiów oraz MiBM2\_W05, MiBM2\_U08, MiBM2\_U09. Weryfikacja efektów uczenia się na ćwiczeniach laboratoryjnych odbywa się poprzez sprawdzenie poprawności wykonania eksperymentu lub konfiguracji i działania rzeczywistych lub symulacyjnych układów zbudowanych przez studentów podczas tych zajęć. Oceny formujące, uzyskiwane w trakcie laboratorium, są zwykle związane z oceną sprawdzianów wejściowych, oceną wykonania pojedynczych zadań oraz z oceną sprawozdań dokumentujących ich wykonanie.

Prace wykonywane grupowo (niektóre projekty, ćwiczenia laboratoryjne, prace domowe), oprócz rozwijania kompetencji inżynierskich, dostarczają także możliwości sprawdzenia i oceny efektów uczenia się w zakresie kompetencji społecznych, a w szczególności kompetencji dotyczących działania w zespole. Ocena efektów w zakresie kompetencji społecznych może obejmować weryfikację struktury podziału pracy pomiędzy poszczególnymi członkami zespołu studenckiego oraz ocenę prezentacji wyników praktycznych, symulacyjnych lub projektowych jako sumy cząstkowych prezentacji wszystkich członków zespołu.

### **3.9. Rodzaje, tematyka i metodyka prac etapowych i egzaminacyjnych oraz projektów**

Prace etapowe (przejściowe, inżynierskie oraz magisterskie), egzaminacyjne oraz projekty prowadzone w ramach kierunku MiPM na wszystkich specjalnościach są związane z różnorodnym charakterem przedmiotów podstawowych (obowiązkowych), kierunkowych, specjalnościowych i obieralnych dostępnych w ofercie programu nauczania.

Studenci kierunku MiPM mogą realizować prace etapowe w dowolnym zakładzie na Wydziale MEiL, o ile ich tematyka uzyska pisemną akceptację opiekuna kierunku MiPM oraz kierownika wybranego przez studenta zakładu. W trakcie wypracowywania decyzji o akceptacji zaproponowanego tematu opiekun kierunku upewnia się, że jest ona zgodna z efektami uczenia się przyjętymi dla danej pracy etapowej w ramach programu studiów kierunku MiPM. Większość prac dyplomowych na studiach



stacjonarnych na kierunku MiPM wykonywana jest w trzech zakładach: Zakładzie Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji, Zakładzie Aerodynamiki i Zakładzie Podstaw Konstrukcji.

Na studiach pierwszego stopnia prowadzone są następujące zajęcia projektowe:

- Podstawy konstrukcji maszyn IV (ZPK),
- Podstawy konstrukcji maszyn VI (ZPK),
- Wybrane zastosowania systemów CAD/CAM/CAE (ZPK),
- Praca przejściowa inżynierska (ZPK, ZWMIK, ZA lub inny zakład),
- Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej (wybrany zakład dyplomujący).

Trzy pierwsze przedmioty to projekty maszyn i urządzeń mechanicznych, wymagających przygotowania przez studenta pełnej dokumentacji technicznej (3D i/lub 2D), wraz z obliczeniami (początkowo analitycznymi, na późniejszych projektach także symulacjami numerycznymi) mechanicznymi. Prace te odbywają się pod ścisłym nadzorem prowadzącego zajęcia.

Praca przejściowa traktowana jest jako uproszczona forma pracy dyplomowej. Jest to (podobnie jak projekt dyplomowy) w pełni samodzielna praca studencka. Najczęściej ma ona dominujący charakter projektowy, obliczeniowy (złożone symulacje np. przepływów aerodynamicznych), eksperymentalny, albo łączy dwa lub trzy wymienione postacie.

Na studiach drugiego stopnia na kierunku MiPM prowadzone są następujące zajęcia projektowe:

- Projekt integrujący (konstrukcja-materiały-technologia-aerodynamika) (ZPK, ZWMIK, ZA, Zakład Samolotów i Śmigłowców),
- Projekt obliczeniowy (KWPI) (koordynowany w ZWMIK),
- Praca przejściowa magisterska (MOSCOM) (wybrany zakład dyplomujący),
- Zaawansowane metody CAD/CAM/CAE (KWPI) (ZPK),
- Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej (wybrany zakład dyplomujący).

Projekt integrujący to złożona praca, również wykonywana zbiorowo, łącząca różne zakresy prac i pozwalająca na całościowe podejście do zagadnienia projektowego. Projekt obliczeniowy polega na wykonaniu złożonej symulacji komputerowej z wykorzystaniem dostępnego oprogramowania, zazwyczaj ANSYS, FLUENT, MATLAB, itp. Najczęściej obejmuje on zagadnienia mechaniczne, lub przepływowe. Praca przejściowa magisterska ma podobny charakter, jednak zagadnienia są bardziej złożone.

Zaawansowane metody CAD/CAM/CAE to samodzielny projekt 3D złożonego mechanizmu, lub jego części wraz z niezbędnymi obliczeniami numerycznymi. Często studenci w grupie pracują nad różnymi fragmentami tej danej konstrukcji. Poza wymienionymi studenci mają możliwość wyboru przedmiotów obieralnych o charakterze projektowym.

W Zakładzie Aerodynamiki wykonywane są również prace obliczeniowe i eksperymentalne z powiązaniem z projektami studenckich kół naukowych, szczególnie Studenckiego Koła Aerodynamiki Pojazdów (SKAP). Projekty realizowane przez SKAP poświęcone są zwykle optymalizacji aerodynamicznej pojazdów rekordowych, mają charakter obliczeniowy, eksperymentalny lub mieszany, i są z reguły częścią większej całości. Nierzadko, równolegle toczy się realizacja prac etapowych (przejściowych, dyplomowych) poświęconych różnym aspektom projektu, co daje okazję do rozwinięcia zdolności pracy zespołowej.

### **3.10. Rodzaje, tematyka i metodyka prac dyplomowych**

Praca dyplomowa na pierwszym stopniu studiów (inżynierska) jest realizowana w siódmym semestrze. Nakład pracy studenta niezbędny do jej przygotowania wyceniony został na 15 punktów ECTS. Realizacji tej pracy towarzyszy udział studenta w seminarium dyplomowym inżynierskim (2 ECTS). Praca dyplomowa na drugim stopniu studiów (magisterska) jest realizowana w trzecim semestrze. Nakład pracy studenta niezbędny do jej przygotowania wyceniony został na 20 punktów ECTS. Realizacji tej pracy towarzyszy udział studenta w seminarium dyplomowym magisterskim (2 ECTS).

Większość prac dyplomowych na studiach stacjonarnych na kierunku MiPM wykonywana jest w trzech zakładach: Zakładzie Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji (ZWMiK), Zakładzie Aerodynamiki (ZA) i Zakładzie Podstaw Konstrukcji (ZPK). W uwagi na szeroki zakres ogólnej wiedzy i umiejętności inżynierskich kształtowanych podczas studiów na kierunku MiPM, studenci tego kierunku realizują swoje prace dyplomowe także w innych zakładach takich, jak Zakład Mechaniki, Zakład Teorii Maszyn i Robotów, Zakładzie Automatyki i Osprzętu Lotniczego i Zakład Silników Lotniczych. Wybór tematyki pracy dyplomowej i promotora jest w gestii studenta, wymaga jednak akceptacji opiekuna kierunku i kierownika zakładu dyplomującego. Wyrażenie zgody na realizację danej pracy dyplomowej jest równoważne wzięciem przez kierownika zakładu i promotora odpowiedzialności za stworzenie dyplomantowi warunków właściwych do terminowego przygotowania pracy dyplomowej, w szczególności zapewnienia dostępu do niezbędnej w tym celu infrastruktury (dostęp do odpowiedniego laboratorium, sprzętu i aparatury, dostęp do odpowiedniego komputera i/lub oprogramowania) i zapewnienia warunków BHP.

Prace dyplomowe realizowane w ZWMiK można – ze względu na zakres i złożoność - podzielić na trzy podstawowe grupy :

- Prace polegające na analizie wytrzymałościowej istniejącego projektu konstrukcji lub po wprowadzeniu istotnych zmian (np. statyka, stateczność i drgania przenośnika ślimakowego, analiza struktury nośnej wagonu osobowego z wykorzystaniem MES, modelowanie MES wzmocnienia gazociągu stalowego z defektem z wykorzystaniem kompozytowej opaski, optymalizacja wytrzymałościowa amortyzatora samolotu PZL-106 Kruk, projekt i obliczenia wytrzymałościowo-sztywnościowe samochodowego podnośnika nożycowego). Tematy takich prac są często wynikiem praktyk studenckich lub pierwszych kontaktów z studenta z przyszłym pracodawcą (kandydat na pracownika ma większe szanse jeśli wykaże się pewnymi umiejętnościami potrzebnymi w przyszłej pracy). W ramach pracy Student korzysta ze współczesnych narzędzi inżynierskich (np. CAE: ANSYS Mechanical APDL, CAD: Siemens NX, Edytor składni języka APDL, PSPad editor, program do obliczeń inżynierskich PTC Mathcad-, pakiet Microsoft Office). Student buduje model służący do analizy struktury (zwykle jest to model MES). Określa obciążenia (często jest to szereg wariantów) oraz wyznacza dla nich podstawowe parametry pracy tzn. poziomy naprężenie, obciążenia krytyczne, drgania, warunki rezonansu itp. Po pierwszych analizach jeśli struktura nie spełnia założeń dokonuje zmian i analizuje ponownie do momentu spełnienia odpowiednich norm bezpieczeństwa.
- Prace polegające na badaniu wybranych zjawisk występujących w większości konstrukcji inżynierskich związanych zwykle z ich zniszczeniem. Chodzi tu między innymi o pęknięcie, delaminacje struktur kompozytowych, utratę stateczność i pracę poza obciążeniami krytycznymi itp.(np. ocena wytrzymałości struktur kompozytowych za pomocą różnych

kryteriów wytrzymałościowych, analiza wytrzymałościowa wybranych przypadków połączeń gwintowych, analiza zniszczenia struktur kompozytowych pod wpływem uderzenia, naprężenia własne w zagadnieniu sprężysto-plastycznego kontaktu, praca rurowych kolan segmentowych w stanie sprężysto-plastycznym). W tym przypadku Student nie analizuje całej konstrukcji ale zajmuje się fragmentami (zwykle dość prostymi pod względem geometrycznym). W trakcie pracy poznaje zaawansowane modele oraz odpowiednie współczesne narzędzia inżynierskie. Prace te często mają charakter badawczy.

- Prace o charakterze badawczym związane z badaniami prowadzonymi w ZWMiK. Takie prace wykonują zwykle Studenci, którzy planują w przyszłości wstąpić na studia doktoranckie i poświęcić się pracy naukowej. Prace te dotyczą zjawisk (głównie zniszczenia) występujących we współczesnych konstrukcjach wykonanych z nowoczesnych materiałów np. kompozytowych. Podobny charakter mają prace związane z biomechaniką implantów (kręgosłupa, biodra, stomatologiczne) oraz symulacją złożonych (cieplno-mechanicznych) procesów technologicznych (napawanie, spawanie, wytwarzanie struktur wielowarstwowych - np. symulacja procesu napawania tarczy turbiny, kształtowanie dyszy homogenizatora ultra wysokich ciśnień przy pomocy obliczeń CFD, modelowanie MES pęknięcia międzywarstwowego tkaniny kompozytowej, optymalizacja topologiczna a przebudowa kości, analiza sprężysto-plastyczna wytwarzania wysokociśnieniowej dwuwarstwowej komory). W trakcie pracy Student poznaje zaawansowane modele (często wykraczające poza program studiów) oraz odpowiednie współczesne narzędzia inżynierskie, które w trakcie pracy mogą być uzupełniane. Prace te mają charakter badawczy i często są kontynuowane i rozszerzane w trakcie pracy na doktoratem.

Prace dyplomowe wykonywane w ZA można podzielić na dwie kategorie:

- Prace związane z prowadzonymi badaniami i w związku z bieżącą aktywnością i zainteresowaniami naukowymi kadry zakładu,
- Prace związane z badaniami wykonywanymi na zlecenie podmiotów zewnętrznych,

Do pierwszej kategorii należą przede wszystkim prace magisterskie dotyczące następującej tematyki:

- Modelowanie komputerowe przepływów turbulentnych, w tym zjawiska przejścia laminarno-turbulentnego,
- Rozwój metod obliczeniowych mechaniki płynów bazujących na koncepcji gazu sieciowego Boltzmanna (Lattice Boltzmann Methods),
- Zagadnienia optymalizacji i optymalnego sterowania przepływami przy zastosowaniu techniki operatora sprzężonego (adjoint),
- Eksperymentalne i numeryczne badania dynamiki kropeł,
- Proste zagadnienia dotyczące przepływów wielofazowych,
- Zagadnienia aerodynamiki pojazdów.

Realizacja prac dyplomowych poświęconych wymienionym grupom zagadnień wymaga od studenta dobrego przygotowania w zakresie przedmiotów podstawowych, biegłości w posługiwaniu się programami komputerowymi, nierzadko szybkiego opanowania nowych narzędzi programistycznych i symulacyjnych. Zdolności inżynierskich i pomysłowości wymagają również prace charakterze eksperymentalnym. Ogólnie, sprawne przygotowanie takich prac jest dużym wyzwaniem, wymaga bowiem często samodzielnego douczenia się materiału teoretycznego (np. zaawansowanych działów matematyki współczesnej) wykraczającego poza zakres studiów, lub zaawansowanych możliwości

symulacyjnych programów komputerowych. Wybrane prace dyplomowe mogą mieć tematykę inspirowaną potrzebami projektów realizowanych w studenckich kołach naukowych.

Prace związane z usługową aktywnością badawczą dotyczą głównie badania przepływów w strukturach urbanistycznych. Przepływy te badane są eksperymentalnie, czasami w połączeniu z symulacjami komputerowymi, wykonywanymi za pomocą komercyjnych programów symulacyjnych (ANSYS/Fluent). W zależności od ustalonego przez promotora zakresu pracy oraz jej przedmiotu, prace w tej kategorii mogą różnić się pod względem złożoności. Prostsze problemy, w których wykorzystuje się jedną metodę badawczą mogą być proponowane jako prace inżynierskie, bardziej złożone zagadnienia – jako prace magisterskie. W przypadku prac eksperymentalnych oczekuje się zaangażowania dyplomanta na każdym etapie prac – od wykonania modeli do komputerowej obróbki wyników. Praca taka może być wyzwaniem, szczególnie, gdy badania wykonywane są pod presją czasu, co w przypadku prac usługowych jest regułą.

Prace dyplomowe w ZPK wykonywane są głównie w następujących dziedzinach:

#### 1. Projekty maszyn i urządzeń mechanicznych.

Są to z reguły kompletne projekty urządzeń zawierające założenia projektowe; opisy podobnych konstrukcji istniejących na świecie; obliczenia wytrzymałościowe i, w miarę potrzeby, inne, takie jak termodynamiczne, przyprytywowe, elektryczne; modele 3D; przykładowe rysunki wykonawcze. Regułą jest, że proste obliczenia wykonywane są w oparciu o wzory analityczne, w przypadku prac magisterskich a zazwyczaj także i inżynierskich wymagane są również obliczenia numeryczne, najczęściej z wykorzystaniem MES. Wszystkie projekty wykonywane są w systemach CAD 3D, z reguły NX lub Creo. Dodatkowo studenci muszą wykazać się umiejętnością wykonywania dokumentacji 2D. Do typowych projektów należą urządzenia z którymi studenci spotkali się w swojej karierze zawodowej, urządzenia laboratoryjne (jak proste maszyny wytrzymałościowe), fragmenty konstrukcji wykonywanych przez członków kół naukowych, itp.

#### 2. Badania eksperymentalne.

Są one zazwyczaj wykonywane z ramach prac badawczych pracowników. Przykładem mogą być badania właściwości mechanicznych materiałów biologicznych (np. aort szczurzych); badania właściwości kompozytów oraz ich połączeń; badania materiałów wykorzystywanych do druku 3D. Zakres tych prac obejmuje zaplanowanie eksperymentu, jego przeprowadzenie, oraz obróbka wyników z zastosowaniem metod statystycznych. Zazwyczaj ukoronowaniem takiej pracy jest publikacja naukowa, ze względu na długi proces wydawniczy najczęściej są to wystąpienia konferencyjne. Jeśli to możliwe dążymy do tego, aby to student (lub świeży absolwent) sam zaprezentował swoje wyniki podczas sesji plakatowej.

#### 3. Prace z zakresu niezawodności.

Wykonywane są tu dwa rodzaje dyplomów. W pierwszym przeprowadzana jest analiza ryzyka na podstawie informacji o wypadkach lotniczych oraz liczbie lotów. Taka analiza pozwala na porównanie ryzyka związanego z eksploatacją różnych statków powietrznych. Można badać bezpieczeństwo w poszczególnych fazach lotu oraz przyczyny zdarzeń lotniczych. Wypadki lotnicze wykorzystywane są z tego powodu, że stosunkowo łatwy jest dostęp do odpowiednich danych, choć oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby przeprowadzić analizę innych wypadków, w tym samochodowych. W drugim rodzaju dyplomów przeprowadzane są symulacje zawodności systemu metodą Monte Carlo. Dotyczą one najczęściej określonego wypadku lub sytuacji, w której może dojść do strat w wyniku błędów

człowieka oraz zdarzeń losowych. Badania takie pozwalają na uwzględnienie stochastycznego charakteru tych zjawisk.

Weryfikacja osiągnięcia przez studentów kompetencji inżynierskich oraz umiejętności związanych z prowadzeniem działalności naukowej, odpowiednio na poziomie dyplomowania inżynierskiego i magisterskiego, odbywa się na ogół w kilku płaszczyznach. Po pierwsze, efekty pracy są na bieżąco rozliczane podczas indywidualnych konsultacji z opiekunem pracy dyplomowej. Po drugie, seminarium dyplomowe, które może być zorganizowane w większej grupie zainteresowanych, pozwala ocenić stan zaawansowania prac i poziom nabytych kompetencji. Po trzecie, efekty pracy są widoczne w raporcie końcowym, jakim jest praca dyplomowa. Promotor oraz recenzent pracy dokonują pisemnej oceny dyplomu, w której uwzględnia się szereg aspektów związanych z wyodrębnieniem celu i tezy pracy, analizy stanu wiedzy, metod rozwiązania podejmowanych problemów oraz sposobu prezentacji rezultatów pracy. Po czwarte, obrona pracy dyplomowej przed komisją liczącą co najmniej 3 (studia inżynierskie) lub 4 (studia magisterskie) osoby. W trakcie obrony dyplomant prezentuje wyniki swojej pracy, odpowiada na pytania z nią związane, a następnie odpowiada na pytania dotyczące ogólnej wiedzy inżynierskiej związanej z kierunkiem jego studiów oraz ich specjalnością. Dzięki temu obrona dostarcza ostatecznych potwierdzeń nabycia przez studenta kompetencji technicznych i pozatechnicznych.

### **3.11. Dokumentowanie efektów uczenia się osiągniętych przez studentów**

Dokumentacja efektów uczenia się osiągniętych przez studentów odbywa się na różnych poziomach. Prace egzaminacyjne, kolokwia, testy, projekty, raporty z ćwiczeń laboratoryjnych są przechowywane przez prowadzących, przynajmniej przez okres roku (na podstawie zarządzenia Rektora PW). Zbiorcze zestawienia ocen dla poszczególnych przedmiotów są przechowywane w sekretariatach zakładów dydaktycznych oraz w dziekanacie – są to protokoły generowane przez system obsługi toku studiów są one przechowywane w formie papierowej. W dziekanacie przechowywana jest dokumentacja dotycząca praktyk zawodowych, w tym sprawozdania z praktyk.

Prace dyplomowe są przechowywane w wersji papierowej w Bibliotece Wydziałowej (czasami, dodatkowe egzemplarze prac są w posiadaniu promotorów) – do wprowadzenia systemu Archiwum Prac Dyplomowych Biblioteka gromadziła także wersje elektroniczne prac na płytach CD. Na koniec 2019 roku Biblioteka Wydziałowa posiadała w swoich zasobach 2481 prac dyplomowych magisterskich, 2802 prace dyplomowe inżynierskie, 433 prace doktorskie i 275 prac podyplomowych. Obecnie podstawową formą archiwizacji prac dyplomowych jest uczelniany system APD (Archiwum Prac Dyplomowych – [apd.usos.pw.edu.pl](http://apd.usos.pw.edu.pl)). W systemie tym gromadzone są prace dyplomowe, ich recenzje, raporty z weryfikacji antyplagiatowej, składy komisji egzaminu dyplomowego; są również generowane dokumenty do tego egzaminu.

### **3.12. Monitoring losów absolwentów**

Monitoringiem losów absolwentów na Politechnice Warszawskiej zajmuje się Biuro Karier przy współpracy Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej (CZliTT). Rokrocznie jednostki te publikują ogólnouczelniany raport z badania, jak również szczegółowe raporty wydziałowe. Celem tych badań jest poznanie opinii absolwentów na temat jakości kształcenia na Politechnice Warszawskiej, a także zdobycie informacji o ich sytuacji zawodowej. Dzięki temu Uczelnia może zweryfikować efekty kształcenia z perspektywy sytuacji na rynku pracy oraz udoskonalić system jakości kształcenia na podstawie informacji zwrotnej uzyskanej

od absolwentów. Główny cel badania realizowany jest poprzez badanie w czterech obszarach: *Ścieżka edukacyjna, Ocena jakości kształcenia, Efekty kształcenia, Sytuacja absolwentów PW na rynku pracy / rynek pracy.*

Pewnym niedostatkim tego badania jest stosunkowo niewielki odsetek absolwentów, którzy wypełniają ankietę – w ostatnich latach jest to ok. 12% w odniesieniu do całej Uczelni. Duża grupa respondentów to absolwenci Wydziału MEiL, w roku 2018 było to ponad 20% – pozwala to odnieść ogólne wnioski sformułowane w raportach do absolwentów naszego Wydziału, a także do ocenianego kierunku studiów.

Wybrane wnioski z raportu sporządzanego w 2019 roku przedstawiają się następująco:

- Prawie połowa absolwentów (46,7%) posiadała osiągnięcia naukowe podczas studiów, w tym ok. 11% jako osiągnięcia wskazywało publikacje naukowe i udział w konferencjach. Podobny jest odsetek studentów, którzy w czasie studiów byli członkami kół naukowych.
- Absolwenci są w większości zadowoleni lub umiarkowanie zadowoleni z ukończonych studiów (70% absolwentów studiów I stopnia i prawie 80% studiów II stopnia).
- Absolwenci, oceniając poszczególne aspekty studiowania, najczęściej wskazywali na brak dostosowania przekazywanej wiedzy do realiów rynkowych (50%), słabe wyposażenie laboratoriów oraz słabe przygotowanie praktyczne do pracy zawodowej (40%). [Wskazywane w raporcie działania podejmowane na Wydziale uwzględniają również te uwagi absolwentów].
- Absolwenci najwyżej oceniają swoje zdolności z zakresu analitycznego myślenia, umiejętność pracy w zespole, umiejętność zarządzania sobą w czasie oraz radzenia sobie ze stresem. Za najważniejsze umiejętności z punktu widzenia rynku pracy absolwenci uznają analityczne myślenie, nastawienie na ciągły rozwój kompetencji, umiejętność przyswajania wiedzy.
- Ponad połowa absolwentów studiów II stopnia oraz 60% absolwentów studiów I stopnia deklaruje, że założona firma (co trzeci absolwent deklaruje chęć założenia firmy) będzie się opierała na wiedzy specjalistycznej wyniesionej ze studiów.
- Wykonywanie pracy zgodnej z kierunkiem studiów deklarowało prawie 60% absolwentów studiów II stopnia i niecałe 50% absolwentów studiów I stopnia.
- Absolwenci poszukujący pracy nie napotykali na większe trudności z jej znalezieniem.

Wyżej wymienione opinie absolwentów z jednej strony wskazują na dość dobre ich przygotowanie do wymagań obecnego rynku pracy, a z drugiej strony potwierdzają słuszność diagnozy sformułowanej na Wydziale, odnoszącej się do zmieniających się potrzeb rynku pracy i konieczności ciągłego dostosowywania metod i programów kształcenia.



## Kryterium 4. Kompetencje, doświadczenie, kwalifikacje i liczebność kadry prowadzącej kształcenie oraz rozwój i doskonalenie kadry

### 4.1. Kwalifikacje i dorobek kadry

Działalność naukowo-badawcza Wydziału MEiL jest ściśle związana z procesem dydaktycznym prowadzonym w jednostce. Prowadzone na wydziale kierunki studiów odpowiadają kompetencjom naukowym pracowników. Wysoko wykwalifikowana kadra o uznaniu międzynarodowym jest mocnym filarem Wydziału, zaś liczba samodzielnych pracowników jest w pełni wystarczająca do realizacji zadań dydaktycznych, zgodnie ze standardami obowiązującymi w Polsce i w wiodących uczelniach europejskich. Wydział MEiL zatrudnia 139 nauczycieli akademickich, w tym 44 pracowników samodzielnych.

W prowadzonych od wielu lat badaniach naukowych pracownicy Wydziału reprezentują szerokie spektrum tematyczne, lokujące się przede wszystkim w czterech obszarach naukowych: mechanice, budowie i eksploatacji maszyn, energetyce oraz lotnictwie i kosmonautyce. Według najnowszej klasyfikacji, eksplorowane na Wydziale obszary badawcze należy przyporządkować do następujących dyscyplin naukowych: inżynieria mechaniczna, inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz automatyka, elektronika i elektrotechnika. Warto podkreślić, że badania naukowe w obszarze lotnictwa są na Wydziale i jego poprzednikach prowadzone od lat 20-tych minionego wieku.

Według złożonych deklaracji, dyscyplinę inżynieria mechaniczna reprezentuje 19 samodzielnych pracowników naukowych oraz 26 pracowników ze stopniem doktora.

Dorobek naukowy pracowników jest znaczący. W ocenie parametrycznej jednostek naukowych Wydział MEiL otrzymał kategorię A. Wg informacji z repozytorium prac naukowych Politechniki Warszawskiej, pracownicy Wydziału opublikowali od 2015 r. 261 prac w czasopiśmie z listy A MNiSW, 449 prac w czasopiśmie z listy B MNiSW, 847 innych publikacji oraz uzyskali 22 patenty.

Dane bibliograficzne publikacji oraz informacje o uzyskanych patentach można znaleźć w ogólnodostępnej Bazie Wiedzy PW (<http://repo.bg.pw.edu.pl/index.php/pl/ludzie-pw>). Aktywność naukowa kadry gwarantuje, że pod względem merytorycznym jest ona dobrze przygotowana do zadań dydaktycznych.

Pracownicy Wydziału pełnią funkcje redaktorów lub są członkami rad redakcyjnych wielu czasopism naukowych, także czasopism zagranicznych, wydawanych przez renomowane wydawnictwa. Funkcję redaktora naczelnego czasopisma *Archive of Mechanical Engineering* piastuje obecnie dr hab. inż. Marek Wojtyra. Opiekun kierunku MiPM dr hab. inż. Jacek Szumbariski jest członkiem komitetów redakcyjnych czasopism *Archive of Mechanical Engineering* i *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*.

Pracownicy Wydziału są członkami komitetów organizacyjnych i naukowych szeregu sympozjów i konferencji o tematyce powiązanej z szeroko pojętą inżynierią mechaniczną. W szczególności, ostatnio:

- Sympozjum Mechaniki Eksperymentalnej Ciała Stałego – przewodniczącym komitetu organizacyjnego i naukowego pięciu ostatnich edycji tego sympozjum jest dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski;
- Danubia-Adria Symposium on Experimental Methods in Solid Mechanics – członkiem komitetu naukowego tego sympozjum w latach 2017, 2018 i 2020 był/jest dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski;

- 41<sup>st</sup> Solid Mechanics Conference (SOLMECH 2018) – członkiem komitetu naukowego tej konferencji był dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski;
- 4<sup>th</sup> Polish Congress of Mechanics, 23<sup>rd</sup> International Conference on Computer Methods in Mechanics, 2019 – członkami komitetu naukowego kongresu byli prof. dr hab. inż. Janusz Frączek i dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski;
- ICEM-2020 (19<sup>th</sup> International Conference on Experimental Mechanics, 2020) – członkiem Local Organizing Committee jest dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski;
- Fluid Mechanics Conference (dawniej Krajowa Konferencja Mechaniki Płynów) – członkiem komitetu naukowego edycji 2016, 2018 i 2020 był/jest dr hab. inż. Jacek Szumbariski. Członkami komitetów naukowych wielu wcześniejszych edycji tej konferencji byli prof. dr hab. inż. Jacek Rokicki i prof. dr hab. inż. Andrzej Styczek.

Do roku akademickiego 2018/19 Politechnika Warszawska prowadziła *seminarium pedagogiczne* dla doktorantów i nowo przyjętych asystentów. Zaliczenie seminarium było obowiązkowe; zajęcia trwały jeden semestr (64 godziny dydaktyczne, 5 ECTS). Celem seminarium było przygotowanie pedagogiczne doktorantów i asystentów zatrudnionych na PW do prowadzenia zajęć dydaktycznych wszelkich typów na uczelni wyższej przez zapoznanie ich z podstawami teoretycznymi nauczania i wychowania oraz wskazaniem najczęstszych trudności występujących w tym procesie oraz sposobów ich przewyżczenia. Zajęcia obejmowały m.in. psychologiczne aspekty nauczania i uczenia się, filozofię wychowania, podstawy prezentacji nauki i techniki, dydaktykę szkoły wyższej, emisję głosu, metodykę nauczania przedmiotowego. Pracownicy Wydziału MEiL, którzy zaliczyli seminarium są zatem należycie przygotowani od strony warsztatowej do prowadzenia zajęć dydaktycznych na wyższej uczelni. Po utworzeniu w PW szkół doktorskich, działalność seminarium pedagogicznego w poprzedniej formie została zakończona. Analogiczne zajęcia będą oferowane w ramach kształcenia w poszczególnych szkołach doktorskich PW.

Językiem wykładowym części zajęć na Wydziale MEiL jest angielski (oferta anglojęzycznych zajęć jest dostępna na wszystkich kierunkach prowadzonych przez Wydział). Pracownicy, z których wielu odbyło staże w zagranicznych ośrodkach, są przygotowani do wykładania w tym języku. W razie potrzeby, mogą skorzystać z przeznaczonych dla nauczycieli akademickich kursów organizowanych przez Studium Języków Obcych PW.

Wśród publikacji pracowników Wydziału występują skrypty i podręczniki, jak również monografie, mogące stanowić literaturę wiodącą lub uzupełniającą do zajęć dydaktycznych. Spośród wydanych w ostatnich latach publikacji o charakterze dydaktycznym, powiązanych tematycznie z zajęciami na kierunku MiPM, warto wymienić:

- Pyrzanowski P.: Metody eksperymentalne w mechanice i budowie maszyn, Oficyna Wydawnicza PW, 2018;
- Arczewski K., Pietrucha J.: Zastosowania rachunku wariacyjnego we współczesnej mechanice analitycznej, Oficyna Wydawnicza PW, 2017;
- Obszański M., Skórski W., Zawisza M.: Zastosowanie powłok hybrydowych w elementach pojazdów lądowych, statków powietrznych i wodnych, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu, 2017.
- Maroński R.: Strategie optymalne w mechanice lotu i biomechanice, Oficyna Wydawnicza PW, 2016;
- Gieras M.: Miniaturowe silniki turboodrzutowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2016.

- Boczkowska A., Krześciński G.: Kompozyty i techniki ich wytwarzania, Oficyna Wydawnicza PW, 2016.
- Rokicki J.: Advanced Computational Fluid Dynamics, Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej Zakład Aerodynamiki, 2016.
- Krześciński G., Zagrajek T., Marek P., Borkowski P.: Metoda elementów skończonych w mechanice materiałów i konstrukcji. Rozwiązywanie wybranych zagadnień za pomocą programu ANSYS, Oficyna Wydawnicza PW, 2015;
- Arczewski K., Pietrucha J., Szuster J.: Drgania układów fizycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2014;
- Gieras M.: Obliczenia parametrów użytkowych lotniczych silników turbinowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2013.
- Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krześciński G., Zagrajek T.: Mechanika materiałów i konstrukcji. T 1-2, Oficyna Wydawnicza PW, 2013.

Pracownicy Wydziału są laureatami licznych nagród za działalność dydaktyczną. Spośród pracowników zaangażowanych bezpośrednio w kształcenie na kierunku MiPM w latach 2015-2018 Medalem Komisji Edukacji Narodowej nagrodzeni zostali:

- dr hab. inż. Robert Głębocki
- dr hab. inż. Maciej Jaworski
- dr hab. inż. Piotr Marek
- dr hab. inż. Mirosław Rodzewicz
- prof. Tomasz Wiśniewski
- dr hab. inż. Krzysztof Karaśkiewicz
- mgr inż. Marek Tracz
- prof. Krzysztof Arczewski
- dr hab. inż. Adam Dacko
- dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski

W tym samym okresie liczna grupa pracowników nauczających na kierunku MiPM zdobyła indywidualne lub zespołowe Nagrody Rektora PW za osiągnięcia dydaktyczne:

- dr hab. inż. Grzegorz Krześciński – nagroda zespołowa I stopnia (dwukrotnie)
- prof. Krzysztof Arczewski – nagroda zespołowa I stopnia
- dr inż. Józef Pietrucha – nagroda zespołowa I stopnia
- dr hab. inż. Ryszard Maroński – nagroda zespołowa II stopnia
- dr hab. inż. Cezary Rzymkowski – nagroda zespołowa III stopnia
- dr inż. Marek Surowiec – nagroda zespołowa III stopnia
- dr inż. Mirosław Świetlik – nagroda zespołowa III stopnia
- dr hab. inż. Jacek Szumbariski – nagroda indywidualna Złota Kreda
- Prof. Tomasz Zagrajek – nagroda zespołowa I stopnia
- dr inż. Piotr Marek – nagroda zespołowa I stopnia
- dr inż. Paweł Borkowski – nagroda zespołowa I stopnia
- dr inż. Sławomir Bielecki – nagroda zespołowa I stopnia
- dr inż. Tadeusz Tomborowski – nagroda zespołowa I stopnia
- mgr inż. Janusz Lipka – nagroda zespołowa I stopnia

Pracownicy Wydziału, wraz ze studentami kierunku MiPM, a w szczególności z członkami kół naukowych, aktywnie uczestniczą w popularyzacji nauki i techniki, biorąc udział w takich

przedsięwzięciach jak Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik, Festiwal Nauki, zajęcia i pokazy dla szkół itp. Prodziekan ds. studenckich dr inż. Marta Poćwierz i opiekun MiPM dr hab. inż. Jacek Szumbariski są konsultantami i członkami jury międzyszkolnego wielopredmiotowego (matematyka, fizyka, chemia, biologia) konkursu PIRAMIDA organizowanego przez 42 LO im. Marii Konopnickiej w Warszawie. Konkurs ten objęty jest patronatem Wydziału MEiL. Aktualnie trwa 3-cia edycja konkursu.

#### **4.2. Obsada zajęć dydaktycznych**

Duży, interdyscyplinarny zakres zainteresowań naukowych pracowników Wydziału jest bardzo korzystny dla dydaktyki na kierunku *MiPM*. Podstawowe przedmioty prowadzą pracownicy rekrutujący się ze wszystkich jednostek Wydziału, aktywnie uczestniczący w badaniach, głównie w szeroko pojętej dyscyplinie wiodącej – inżynierii mechanicznej, ale także w innych dyscyplinach. Przedmioty specjalistyczne, bezpośrednio dotyczące *MiPM* prowadzone są przede wszystkim przez pracowników Zakładu Podstaw Konstrukcji, Zakładu Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji, Zakładu Mechaniki, Zakładu Aerodynamiki i Zakładu Termodynamiki. Zajęcia w przedmiotów dotyczących zagadnień technologii maszyn i technik wytwarzania prowadzone są przez pracowników Zakładu Obróbek Wykańczających i Erozyjnych (Wydział Inżynierii Produkcji).

Zajęcia takie jak języki obce, przedmioty z grupy humanistycznych, społecznych czy ekonomicznych oraz z wychowania fizycznego prowadzone są przez kadrę zatrudnianą przez inne jednostki Politechniki Warszawskiej. Również zajęcia dotyczące matematyki i fizyki prowadzą specjaliści z Wydziału Matematyki i Nauk Informatycznych oraz z Wydziału Fizyki.

Prowadzenie zajęć Dziekan zleca poszczególnym zakładom dydaktycznym Wydziału MEiL (zajęcia omówione w poprzednim akapicie zlecane są innym jednostkom uczelni). Przydzielając zajęcia poszczególnym zakładom, Dziekan uwzględnia ich specyfikę, zakres kompetencji merytorycznych oraz dostępną infrastrukturę dydaktyczną i laboratoryjną. Personalną obsadę poszczególnych zajęć proponują kierownicy zakładów, są bowiem najlepiej zorientowani w możliwościach kadrowych zakładów i kompetencjach pracowników. Podczas przydzielania zajęć dydaktycznych pracownikom, pod uwagę brana jest zgodność ich wykształcenia i doświadczenia zawodowego, w tym dorobku naukowego oraz dorobku dydaktycznego, z tematyką zajęć. Zajęcia wykładowe przydziela się pracownikom ze stopniem co najmniej doktora lub, za zgodą Dziekana, innym nauczycielom akademickim z wieloletnim doświadczeniem zawodowym i dydaktycznym. Ostateczną listę obowiązków dydaktycznych pracowników zatwierdza Prodziekan ds. Dydaktycznych.

Szczególą troską otoczone są zajęcia dydaktyczne prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich oraz związanych z prowadzeniem działalności naukowej. Osoby przewidziane do prowadzenia takich zajęć dobiera się w taki sposób, by w jak największym stopniu mogły wykorzystać swoją wiedzę i doświadczenia, a wielu przypadkach zaprezentować w ramach zajęć dydaktycznych wyniki własnych prac badawczych, konstrukcyjnych itp. Zgodność tematyki prowadzonych zajęć z dorobkiem naukowym sprzyja włączaniu studentów w prace badawcze. Szczegóły dotyczące obsady zajęć zmierzających do osiągnięcia przez studentów kompetencji związanych z prowadzeniem działalności naukowej oraz inżynierskich podano w tabeli 3 i tabeli 4 (**Załącznik 1**). Charakterystyki wymienionych tam nauczycieli akademickich umieszczono w **Załączniku 2.7**.

Osobnej wzmianki wymaga wyznaczanie osób sprawujących opiekę nad pracami dyplomowymi. W zatwierdzeniu uzgodnionego przez studenta z promotorem tematu pracy dyplomowej uczestniczy zarówno kierownik zakładu, jak i opiekun kierunku, co gwarantuje kontrolę nad zgodnością tematu z kompetencjami promotora i wymogami dotyczącymi kształcenia na kierunku. Rolę promotora pełnią

osoby legitymujące się co najmniej stopniem doktora. Obowiązuje zasada, że co najmniej jedna z osób zaangażowanych w nadzór nad pracą dyplomową – promotor lub recenzent – jest samodzielnym pracownikiem naukowym. Należy podkreślić, że obligatoryjne zaangażowanie samodzielných pracowników naukowych ułatwia włączanie studentów w prace naukowe. Więcej informacji o procedurze dyplomowania zawiera opis Kryterium 3.

Władze dziekańskie i kierownicy zakładów monitorują prowadzenie zajęć dydaktycznych (m.in. poprzez hospitacje i ankietyzację, ale także dzięki bezpośrednim kontaktom ze studentami), reagują na dostrzeżone problemy, a w razie potrzeby dokonują zmian w obsadzie zajęć. Więcej informacji na ten temat zawarto w opisie Kryterium 10.

#### **4.3. Łączenie działalności badawczej i dydaktycznej**

Wysoki poziom naukowy kadry, a także wyniki realizowanych prac badawczych znajdują odzwierciedlenie w prowadzonej dydaktyce. Zajęcia dydaktyczne pracowników badawczo-dydaktycznych zazwyczaj bezpośrednio dotyczą, a niekiedy wręcz wywodzą się z ich działalności naukowej. Można wskazać zajęcia bądź cykle zajęć odnoszących się bezpośrednio do obszaru prowadzonych badań, a w wielu wypadkach zainspirowanych tymi badaniami. Wśród wykładanych na kierunku MiPM przedmiotów wywodzących się wprost z prac badawczych prowadzonych na Wydziale należy wskazać następujące przedmioty:

- Zaawansowana mechanika płynów
- Metody numeryczne w wymianie ciepła
- Zaawansowana mechanika materiałów i konstrukcji
- Zaawansowane zagadnienia projektowania i eksploatacji maszyn
- Metody obliczeniowe mechaniki płynów,
- Komputerowa analiza przepływów
- Statyka, stateczność i drgania konstrukcji powłokowych
- Modelowanie komputerowe przepływów turbulentnych
- Modelowanie i dynamika nieliniowych układów mechanicznych
- Sterowanie nieliniowymi układami mechanicznymi
- Dynamika układów wielocłonowych
- Zaawansowane zagadnienia termodynamiki
- Modelowanie komputerowe spalania w silnikach
- Modele reologiczne ciała stałego
- Podstawy turbulencji
- Metody obliczeniowe optymalizacji
- Techniki optyczne w diagnostyce procesów spalania i mieszania

Również tematyka prac przejściowych i dyplomowych jest powiązana z obszarami badawczymi eksplorowanymi przez pracowników badawczo-dydaktycznych. Wyróżniający się studenci biorą udział w prowadzonych na Wydziale badaniach, nabywając kompetencje do prowadzenia prac naukowych, czego efektem są m.in. publikacje naukowe z ich udziałem. Jako przykłady z ostatnich lat wymienić można powiązane z kierunkiem MiPM prace (czcionką pogrubioną wyróżniono autora, który był studentem kierunku MiBM/MiPM):

1. Cader Maciej, Kowalik Michał, **Cieślak Piotr**: Estymacja wytrzymałości części tworzonych z wykorzystaniem technologii FDM, *Mechanik: miesięcznik naukowo-techniczny*, vol. 87, nr 7, 2014, ss. 75-82;

2. Ryszard Maroński , **Piotr Samoraj**: Optimal velocity in the race over variable slope trace, Acta of bioengineering and biomechanics / Wroclaw University of Technology 17(2):150-153 · August 2015;
3. Zdobyslaw Jan Goraj, **Mariusz Kowalski**, Bartłomiej Goliszek , Stress, strain and displacement analysis of geodetic and conventional fuselage structure for future passenger aircraft; DOI:/10.1108//AEAT-07-2018-0216
4. Paweł Borkowski, Dominik Głowacki, **Agnieszka Nowakowska**, Jakub Pawlicki, Janisław Zwoliński: FE analysis of a steam turbine HP rotor blade stage concerning material effort, dynamic properties and creep damage assessment. Archive of Mechanical Engineering, 63(1):163–185, 2016. doi: 10.1515/meceng-2016-0009.
5. **Kaliszewski Marcin**, Mazuro Paweł: Analysis of optimisation method for a two-stroke piston ring using the Finite Element Method and the Simulated Annealing Method , w: Scientific Conference on Automotive Vehicles and Combustion Engines (KONMOT 2016) / Brzezanski Marek, Mitianiec Wladyslaw (red.), 2016, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, ISBN 9781510830547, ss. 1-7, DOI:10.1088/1757-899X/148/1/012069, 15 punktów.
6. Mirosław Marcin, **Golon Karol**, Dziewoński Tomasz [i in.] : ADAS functionalities based on DARPA Urban Challenge championship, w: Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 12, 2016, ss. 333-338;
7. Uwarowa Inna , Ciechowska Katarzyna, Gajc Kamil, Gawin Maksymilian, Kania Maciej, Kuligowski Piotr, **Łukasik Artur**, Pączkowska Daria, Perczyński Filip, Ryszawa Ewelina: Deorbit Sail for the PW-Sat2 satellite mission - a low energy consumption and high efficiency system, w: Innovative Ideas on Micro/Nano-Satellite Missions and Systems. Report on - Deorbit Device Competition (DDC) - Mission Idea Contest (MIC4) / Sandau Rainer [i in.] (red.), IAA Book Series, vol. 1, nr 7, 2017, International Academy Of Astronautics, ISBN 978-2-917761-55-7, ss. 13-27, łączna liczba autorów: 13 , 5 punktów.
8. **Staniszewski Michał**, Kowalik Michał: Design and optimization of dog’s paw prosthesis for additive manufacturing, w: XXVIII Sympozjum Mechaniki Eksperymentalnej Ciąła Stałego / Papis Mateusz ( red. ), 2018, ISBN 978-83-7814-837-1, ss. 59;
9. Zasuwa M., **Obrepalski Paweł**, Kobryń J, ., Development of an Educational Platform for Simulation Developers, Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2018, Orlando, FL, USA.; opublikowany na stronie konferencyjnej: <http://www.iitsecdocs.com/>
10. **Jakubiak Szymon**, Ćwikła Filip, Rządkowski Witold: Mechanical Properties Investigation of Composite Sandwich Panel and Validation of FEM Analysis, w: Experimental Mechanics of Solids / Pyranowski Paweł, Papis Mateusz ( red. ), Materials Research Proceedings, vol. 12, 2019, Materials Research Forum LLC, ISBN 978-1-64490-020-8, ss. 1-8, DOI:10.21741/9781644900215-1;
11. Jarzębowska Elżbieta, **Cichowski Michał**: Dynamics modeling and performance analysis of underwater vehicles based on the Boltzmann-Hamel equations approach, w: MATEC Web of Conferences, vol. 148, 2018, ss. 1-6, DOI:10.1051/mateconf/201814803005;
12. **Popławski Janusz**, Kozar Mateusz, Remer Michał, Kurec Krzysztof, Piechna Janusz: Periodic aerodynamic loads generated on a car body, w: XXIII Fluid Mechanics Conference 2018 : book of abstracts, 2018, ISBN 978-83-951800-0-2, ss. 166-167.

O wysokim poziomie i walorach naukowych prac magisterskich świadczą również sukcesy dyplomantów kierunku MiPM (lub dawniej – MiBM) w ogólnopolskim konkursie na najlepszą pracę magisterską poświęconą zastosowaniu metod obliczeniowych do symulacji procesów cieplno-



przeptywowych. W konkursie tym – organizowanym od kilkunastu lat przez prof. Ryszarda Białeckiego (Instytut Techniki Ciepłej, Politechnika Śląska) – dyplomanci w Zakładzie Aerodynamiki zajmowali w ciągu ostatniej dekady: 6-krotnie pierwsze miejsce, 2-krotnie drugie miejsce i raz miejsce trzecie.

Kompetencje wywodzące się z prowadzenia prac badawczych są często wykorzystywane przez pracowników sprawujących opiekę nad kołami naukowymi lub z nimi współpracującymi. Również niektóre zaawansowane projekty kół naukowych zawierają elementy badawcze. Często praktyką studentów i sprawujących nad nimi opiekę pracowników jest łączenie pracy nad realizowanymi projektami z przygotowaniem prac przejściowych bądź dyplomowych. Jako przykłady można wskazać wyróżniające się prace napisane przez członków kół naukowych, ściśle powiązane z realizowanymi przez nich projektami:

- [1] Adam Cisowski: Opracowanie i obliczenia CFD pakietu aerodynamicznego bolidu formuły SAE, 2019;
- [2] Szymon Jakubiak, Projekt i analiza struktur do łączenia elementów kompozytowych z innymi materiałami w bolidzie formuły STUDENT, 2019;
- [3] Michał Rajek: Koncepcja aerodynamiczna systemu aktywnego sterowania opływem dookoła tylnego płata dociskowego samochodu użytkowego, 2019;
- [4] Jan Turowski: Projekt koncepcyjny, analiza modalna i wytrzymałościowa zawieszenia kapsuły hyperloop, 2018;
- [5] Jan Rybicki: Koncepcyjny projekt przedniego zawieszenia pojazdu Formuła SAE, 2019;
- [6] Damian Niecikowski: Projekt dźwigni kątowej do pojazdu FORMUŁA SAE, 2019;
- [7] Paweł Kciuk: Projekt zawieszenia łazika marsjańskiego, 2019.

Więcej informacji o merytorycznym i organizacyjnym wspieraniu projektów kół naukowych zawarto w punkcie 8.3.

#### **4.4. Polityka kadrowa**

Utrzymanie wysokiego poziomu naukowego Wydziału MEiL jest możliwe dzięki prowadzeniu prorozwojowej polityki kadrowej, zapewniającej zatrudnienie młodych, zdolnych naukowców, którzy rozwiną nowe kierunki badań oraz podejmą nowe zadania w procesie kształcenia. Nieodłącznym elementem takiej polityki są otwarte konkursy skierowane do adiunktów o znaczącym dorobku naukowym i doświadczeniu zdobytym w trakcie staży podoktorskich. Zasady rozpisanych konkursów są określane przez powołane komisje konkursowe, zgodnie z zaleceniami Europejskiej Karty Naukowca (EKN) oraz określone zarządzeniami Rektora. Komisje składają się z dyrektorów instytutów i kierowników zakładów oraz Dziekana. Decyzje komisji opiniowała Rada Wydziału i przekazywała do Rektora. Najważniejszymi kryteriami w ocenie kandydatów na stanowiska naukowo-dydaktyczne (w dotychczasowych przepisach) jest dorobek publikacyjny, doświadczenia zdobyte w ośrodkach zagranicznych, aktywność w pozyskiwaniu funduszy na badania oraz nowatorski kierunek planowanych badań. Rozwój młodej kadry naukowej oparty jest także na prowadzonym w jednostce Studium Doktoranckim. Prowadzona od wielu lat strategia rozwoju młodej kadry zakłada systematyczne zatrudnianie na stanowiskach adiunkta lub na stanowiskach naukowo-technicznych najlepszych absolwentów studium doktoranckiego. W wyniku wprowadzonych zmian przez Ustawę 2.0 rolę studiów doktoranckich przejmują obecnie Szkoły Doktorskie. Natomiast nowozatrudnieni pracownicy na stanowiskach badawczo-dydaktycznych opiniowani są także przez Rady Naukowe Dyscyplin – organy wprowadzone w statucie PW obowiązującym od 1 października 2019 roku.

Powierzenie obowiązków prowadzenia zajęć nauczycielowi akademickiemu następuje po przeprowadzeniu przez bezpośredniego przełożonego, w sposób nieformalny, oceny pracownika z punktu widzenia kryteriów: zgodności kompetencji nauczyciela z treściami programowymi przedmiotu, adekwatności kompetencji nauczyciela do formy prowadzenia zajęć (wykład, laboratorium, seminarium, ćwiczenia itd.), przygotowania dydaktycznego nauczyciela akademickiego do prowadzenia zajęć, spełniania przez obsadę kadrową kierunku studiów wymagań dotyczących godzin prowadzenia zajęć oraz informacji zwrotnych od studentów.

Na Wydziale funkcjonują zasady okresowej oceny akademickiej, które zostały poddane aktualizacji w roku 2014. W chwili obecnej trwają prace na Uczelni w zakresie wprowadzenia nowych zasad oceny nauczycieli akademickich dostosowanych do regulacji Ustawy 2.0. Wyniki oceny bieżącej nauczyciela akademickiego są brane pod uwagę podczas planowania przydzielania zajęć dydaktycznych oraz prowadzenia polityki kadrowej Wydziału. Ocena dotyczy wszystkich nauczycieli akademickich, w trzech obszarach działalności: dydaktycznej, naukowej i organizacyjnej. W ocenie dydaktycznej pod uwagę brane są wyniki ankietyzacji przedmiotów przeprowadzanych zgodnie z zarządzeniami Rektora oraz wyniki hospitacji zajęć nauczycieli akademickich. Dla potrzeb oceny kadry przygotowano już w początkach lat 2000 i systematycznie rozwijano system komputerowy sprzężony z systemem obsługi dziekanatu.

Istotne działania w zakresie oceny i rozwoju kadry przeprowadzono w latach 2017 i 2018. Na podstawie analiz wyników szczegółowych ewaluacji, w której Wydział otrzymał kategorię A, planów wprowadzenia nowych przepisów ewaluacji oraz potwierdzonych nowych przepisów przygotowanych dla potrzeb wprowadzenia lub wprowadzonych przez Ustawę 2.0, władze Wydziału zdecydowały o przeprowadzeniu szczegółowej oceny kadry w roku 2017 i 2018 z punktu widzenia osiągnięć naukowych i dydaktycznych. Przeanalizowano wnikliwie postępy wszystkich pracowników naukowo dydaktycznych Wydziału w tym zakresie. Na tej podstawie, w uzgodnieniu z pracownikami i przełożonymi, dokonano zmian na kilkunastu stanowiskach i modyfikacji wynagrodzeń. Wyniki przeprowadzonych analiz posłużyły także działającej na Wydziale Komisji ds. Nauki i Tytułu do sformułowania rekomendacji dla niektórych z pracowników w zakresie przygotowania wniosków o stopień doktora habilitowanego lub tytuł profesora.

W uzupełnieniu należy stwierdzić, że w zakresie wzmocnienia działalności naukowej pracowników Uczelni prowadzi działania także Senat i Rektor. Senat PW w dniu 21.11.2018 sformułował stanowisko w sprawie wymagań minimalnych branych pod uwagę przy ocenie pracowników prowadzących działalność naukową. Podobnie w dniu 19.12.2018 Senat przedstawił stanowisko w sprawie zatrudniania na stanowisku profesora uczelni w okresie do 30.09.2019. Nowy statut PW zawiera sformułowania, które nakładają wymagania co do dorobku naukowego dla osób zasiadających w Radzie Naukowej Dyscyplin.

Na politykę kadrową Wydziału oraz podnoszenie kwalifikacji mają wpływ interesariusze wewnętrzni i zewnętrzni. Studenci przekazują oceny prowadzących, m.in. za pośrednictwem ankietyzacji, systematycznie prowadzonej przez władze Uczelni i Wydziału oraz przeprowadzają ankiety z własnej inicjatywy, zwłaszcza na zajęciach I roku. Wyniki tych ankiet są udostępniane władzom dziekańskim, a następnie służą pomocą w ustalaniu właściwej polityki i usuwaniu nieprawidłowości. Interesariusze zewnętrzni biorą udział w kształtowaniu polityki kadrowej i ocenie kadry w różnych formach. W tym zakresie z Wydziałem współpracuje Rada Konsultacyjna oraz przedstawiciele firm zatrudniających znaczny procent absolwentów Wydziału. Informacje na temat kompetencji kadry władze Wydziału uzyskują także w kontaktach bezpośrednich z pracodawcami.

#### **4.5. System wspierania rozwoju i podnoszenia kompetencji kadry**

Dbłość o wszechstronny rozwój kadry jest od lat jednym z głównych priorytetów w funkcjonowaniu Wydziału i stanowi ważny czynnik wpływający na jego obecną pozycję i prestiż. Na Uczelni funkcjonują – realizowane w wielu obszarach – mechanizmy wsparcia i motywacji rozwoju kadry, działające zarówno na poziomie wydziałowym, jak i ogólnouczelnianym.

W obszarze pierwszym Wydział zrealizował lub jest w trakcie realizacji projektów, których celem jest rozwój kadry dydaktycznej i naukowej. W latach 2011-2015 w ramach projektu dużej skali pn. *Program rozwoju dydaktycznego Wydziału MEiL* zrealizowano kompleksowy program podnoszenia kompetencji dydaktycznych i merytorycznych nauczycieli akademickich oraz doktorantów Wydziału. Oprócz stypendiów, wizyt studyjnych i staży zagranicznych, sfinansowano ponad 131 szkoleń (1100 osoboszkoleń dla 103 nauczycieli akademickich i 90 doktorantów Wydziału zakresu oprogramowania inżynierskiego stosowanego w dydaktyce (np. Lab View, MATLAB, ANSYS, Solidedge, C++, NX, Statistica, LS Dyna).

Kontynuacją założeń i działań ww. projektu są nieco mniejsze inicjatywy prowadzone na Wydziale, niemniej realizowane w trybie ciągłym. W chwili obecnej Wydział realizuje projekt NERW2 obejmujący m.in. specjalistyczne szkolenia dla nauczycieli akademickich Wydziału, w ramach którego w sierpniu 2019 r. przeprowadzono szkolenie z technik wykorzystania superkomputera Centrum Informatycznego Świerk.

Również w latach 2014-2019 na Wydziale MEiL podjęto wiele działań zmierzających do podniesienia kompetencji nauczycieli. Kadra Wydziału miała możliwość skorzystania z kompleksowego programu szkoleń, mających na celu podnoszenie kompetencji dydaktycznych i merytorycznych nauczycieli akademickich (ważniejsze szkolenia: Lab View, MATLAB, ANSYS, Solidedge, C++, NX, Statistica, LS Dyna).

Pracownicy chętnie podnoszą swoje kompetencje nie tylko poprzez udział w szkoleniach z tzw. twardych umiejętności, ale również dokształcając się z języków obcych, design thinking, wykorzystywania technologii ICT w dydaktyce czy nowoczesnych i innowacyjnych metod kształcenia (zorganizowano 5 szkoleń dla 15 pracowników Wydziału w latach 2018-2019).

W obszarze drugim Wydział dba o podnoszenie kompetencji kadry poprzez staże i wyjazdy dydaktyczne (Tomasz Dziewoński – University of West Bohemia, Grzegorz Orzechowski – University of Illinois, Maksymilian Szumowski – Freiburg University, Magdalena Żurawska – Freiburg University). Mobilność akademicka jest dwukierunkowa – na wydział przyjeżdżają profesorowie wizytujący (Hornsen Tzou – Nanjing University of Aeronautics and Astronautics).

Rozwój kadry Wydziału wspiera także możliwość uzyskania płatnego urlopu naukowego, umożliwiającą pracownikom skoncentrowanie wysiłków całkowicie na pracy badawczej w jej krytycznych momentach. Na przykład, w latach 2018-2019 dwóch pracowników Zakładu Teorii Maszyn i Robotów, zaangażowanych w kształcenie na kierunkach automatyka i robotyka oraz mechanika i projektowanie maszyn, skorzystało z takiego urlopu, co wydatnie przyczyniło się do ich rozwoju i awansu naukowego (uzyskania doktoratu i habilitacji).

Istotnym elementem wspierania rozwoju naukowego kadry jest system motywacji, który wypełnia obszar trzeci. Na szczeblu Uczelni funkcjonuje system nagród rektorskich obejmujący działalność organizacyjną, dydaktyczną i naukową. Corocznie pracownicy Wydziału występują z wnioskami o nagrody rektorskie, które są wstępnie opiniowane przez powołane komisje i przez Radę Wydziału. Wyróżniający się pracownicy są rekomendowani do nagród i stypendiów krajowych, otrzymują wsparcie w procesie patentowania oraz urlopy naukowe na odbycie staży. Corocznie w ramach tzw.

grantów dziekańskich, finansowanych z subwencji (wcześniej dotacji), młodym pracownikom nauki (do 35 roku życia) i doktorantom przyznawane były środki na realizację projektów naukowych. Konkursowy system przyznawania grantów dziekańskich, bazujący przede wszystkim na ocenie wyników pracy naukowej, dokonywanej przez komisje dziekańskie, stanowi silny bodziec motywujący do rozwoju. Od roku 2014 Wydział MEiL sfinansował 107 takich projektów badawczych. W chili obecnej systemy grantów podlegają modyfikacji w świetle nowych zasad organizacji i finansowania pracy wynikających z nowego statutu Uczelni.

W obszarze trzecim należy także wymienić wprowadzony na Wydziale system przyznawania stypendiów naukowych oraz powiększania wynagrodzeń. Został on przygotowany przede wszystkim z myślą o młodych pracownikach. Decyzjami Dziekana Wydziału trzej młodzi pracownicy o najlepszych wynikach naukowych otrzymują stypendia. Corocznie także przygotowywane są listy rankingowe osiągnięć naukowych młodych pracowników, z których 15 najlepszych otrzymuje dodatek do wynagrodzenia. Pracownicy otrzymują także zwiększenie wynagrodzenia za szczególne osiągnięcia naukowe w formie wybitnych publikacji lub patentów. Należy w tym obszarze także podkreślić, że Wydział dba o zaplecze kadrowe w przyszłości i współpracę kadry z przemysłem, poprzez realizację 40 doktoratów wdrożeniowych I oraz II edycji programu, gdzie stypendia przydzielane są przez Ministra (9 doktoratów wdrożeniowych rozpoczęto w dyscyplinie automatyka i robotyka, 7 w dyscyplinie mechanika, a 5 w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn).

Samodzielni pracownicy naukowci zatrudnieni na Wydziale MEiL są także promotorami doktorantów przyjętych w wyniku dwóch pierwszych rekrutacji do Szkoły Doktorskiej nr 4 PW. Aktualna liczba doktorantów w tej Szkole, przygotowujących rozprawę w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna* i których promotorzy są pracownikami Wydziału to 20. W tej liczbie 8 doktorantów finansowanych jest z subwencji, a 12 to osoby przyjęte na doktorat wdrożeniowy.

W obszarze czwartym należy wymienić system awansów obowiązujący na Wydziale i Uczelni. Na mocy decyzji Dziekana Wydziału funkcjonuje Komisja ds. Nauki i Tytułów, której rola polega na formułowaniu rekomendacji i udzielaniu pomocy pracownikom w wystąpieniach o stopnie doktora habilitowanego oraz tytuł profesora. Komisja ta, złożona z profesorów seniorów Wydziału, stanowi także ciało doradcze wspomagające Dziekana w formułowaniu i prowadzeniu polityki kadrowej. Jej wpływ na awanse pracowników naukowych był szczególnie widoczny w roku 2018 i 2019, gdy kilkunastu pracowników Wydziału wystąpiło o tytuł profesorski lub stopień doktora habilitowanego. W tym obszarze widoczna jest także polityka realizowana przez Władze Uczelni. Jak podkreślono w punkcie 4.4, Senat przedstawił stanowisko w sprawie zatrudniania na stanowisku profesora uczelni w okresie do 30.09.2019, a nowy Statut PW zawiera sformułowania, które nakładają wymagania co do dorobku naukowego dla osób zasiadających w Radzie Naukowej Dyscyplin. W chwili przygotowywania raportu w fazie końcowej są prace nad zasadami zatrudniania na powyższych stanowiskach od 1 października 2019r.

Od roku 2014 ponad 20 pracowników Wydziału uzyskało doktoraty w dyscyplinach mechanika bądź budowa i eksploatacja maszyn, wpisujące się tematycznie w obecną dyscyplinę inżynieria mechaniczna. Siedmiu pracowników uzyskało habilitację w tych dyscyplinach (Tomasz Goetzendorf-Grabowski, Cezary Rzymkowski, Adam Dacko, Sławomir Kubacki, Marcin Żugaj, Jan Kindracki, Piotr Marek). Od 2014 roku dwóch pracowników Wydziału (Tomasz Wiśniewski, Cezary Galiński) uzyskało tytuł profesorski w dziedzinie nauk technicznych na podstawie dorobku, który może być sklasyfikowany w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. W momencie przygotowywania bieżącego raportu w końcowej fazie są cztery postępowania o nadanie tytułu na podstawie dorobku w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Jako obszar piaty prowadzenia polityki motywacyjnej w zakresie rozwoju naukowego kadry i kształcenia, należy wskazać zasady podziału subwencji przyjęte uchwałą Senatu PW nr 345/XLIX/2019. W zasadach podziału – w analogii do ministerialnych zasad podziału – wyodrębniono składniki badawcze, badawczo-rozwojowe i składniki projektowe, promujące te jednostki, które prowadzą aktywną politykę badawczą i prorozwojową w badaniach naukowych. Zachowano także, choć z nieco mniejszym wpływem, składniki dostępności dydaktycznej.

## Kryterium 5. Infrastruktura i zasoby edukacyjne wykorzystywane w realizacji programu studiów oraz ich doskonalenie

### 5.1. Baza dydaktyczna i naukowa

Siedzibą Wydziału MEiL są cztery budynki – trzy gmachy: Aerodynamiki, Lotniczy i Nowy Lotniczy tworzą zwarty kompleks i są zajmowane przez Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej (ITLiMS); czwarty budynek to gmach Instytutu Techniki Ciepłej (ITC). Powierzchnia użytkowa wszystkich budynków Wydziału przekracza 22 tys. m<sup>2</sup>.

Większość zajęć studentów kierunku MiPM odbywa się w Instytucie Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej przy ul. Nowowiejskiej 24. Zajęcia wykładowe prowadzone dla więcej niż jednego kierunku (np. wykłady z Mechaniki Płynów 1) prowadzone są zwykle w dużych salach wykładowych, w szczególności w auli T1 (224 miejsca) w gmachu Instytutu Techniki Ciepłej. Wykaz sal dydaktycznych wraz z informacjami o podstawowym wyposażeniu zawiera **Załącznik 2.6a**.

Opis pracowni komputerowych wraz z wykazem oprogramowania udostępnianego do celów dydaktycznych lub badawczych umieszczono w **Załączniku 2.6.b**.

Władze Wydziału wykazują dużą aktywność w pozyskiwaniu środków na modernizację bazy dydaktycznej i naukowej. W latach 2017-2019, za kwotę ponad 7 mln PLN, zrealizowano program pn. *Modernizacja obiektów dydaktycznych Wydziału MEiL*, w ramach którego m.in. zmodernizowano sale A0, A3 i A4 w gmachu Instytutu Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej (szczególnie ważna była gruntowna modernizacja drugiej co do wielkości sali wykładowej A0).

Wiosną 2019 roku rozpoczęła się realizacja projektu pn. *Terenowy poligon doświadczalno-wdrożeniowy w powiecie przasnyskim*, o wartości 30 mln PLN, który ukierunkowany jest przede wszystkim na zagadnienia z obszaru lotnictwa, w tym także na autonomiczne, sterowane automatycznie obiekty latające. Projekt przewiduje budowę laboratoriów zlokalizowanych na zakupionym w tym celu lotnisku w Przasnyszu. Inwestycja ta pozwoli na poszerzenie zakresu i/lub uruchomienie badań m.in. w zakresie projektowania, optymalizacji i współdziałania bezzałogowych statków powietrznych oraz elektrycznych i hybrydowych lotniczych zespołów napędowych. Oczekuje się, że infrastruktura poligonu przyczyni się znacząco do zwiększenia produktywności naukowej w zakresie dyscypliny *inżynieria mechaniczna*.

W czerwcu 2019 roku rozpoczęła się realizacja projektu *Optymalizacja przestrzenna istniejącej infrastruktury budowlanej Wydziału MEiL*, za kwotę ponad 31 mln PLN. Celem tego projektu jest gruntowna modernizacja hali C (w której znajdują się laboratoria dydaktyczne, związane głównie z kierunkiem energetyka, oraz laboratoria naukowe), budowa nowych sal wykładowych (w tym sali na ok. 140 miejsc) oraz pomieszczeń dla kół naukowych wyposażonych w niezbędne media. Nowe obiekty znajdą miejsce w obrębie zadaszzonego dziedzińca. Na czas realizacji tej inwestycji wspomniane wyżej laboratoria (stanowiska do ćwiczeń) zostały tymczasowo przeniesione do zastępczych pomieszczeń. Program modernizacji budynku ITC w celu rozbudowy sal wykładowych oraz modernizacji i unowocześnienia laboratoriów był planowany długofalowo i od wielu lat (przewidywano konieczność modernizacji obecnej infrastruktury). Dzięki obecnej inwestycji Wydział będzie udostępniał infrastrukturę na poziomie światowym, a wyposażenie edukacyjne laboratoriów będzie jednym z najlepszych w Polsce.

Na modernizację infrastruktury dydaktycznej (oraz dostosowanie budynków do współczesnych wymagań, w tym osób z niepełnosprawnościami) przeznaczane były także środki uzyskiwane w ramach takich programów jak kierunki zamawiane *Kształcenie w dziedzinie automatyki i robotyki dla potrzeb gospodarki opartej na wiedzy* (lata 2012-2015), *Nowoczesny absolwent kierunku Energetyka*



na rynku pracy XXI wieku (lata 2013-2015), Program rozwoju dydaktycznego Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (2011-2015), dotacja projakościowa (z tych środków sfinansowano m.in. częściowe wyposażenie laboratorium elektrotechniki i elektroniki, oraz laboratoria komputerowe).

Wykaz najważniejszych laboratoriów badawczych i dydaktycznych dostępnych na Wydziale umieszczono w **Załączniku 2.6c**. Ze względu na kształcenie na kierunku MiPM, realizowanego przede wszystkim w ramach dyscypliny inżynieria mechaniczna, jako najistotniejsze należy wskazać następujące laboratoria:

- Laboratorium aerodynamiki,
- Laboratorium wytrzymałości materiałów i konstrukcji,
- Laboratorium pomiarów cieplnych,
- Laboratorium elektrotechniki,
- Laboratorium obróbek erozyjnych (Zakład Obróbek Wykańczających i Elektroerozyjnych, Wydział Inżynierii Produkcji – laboratorium jest zlokalizowane w gmachu ITLiMS).

**Laboratorium Aerodynamiki** (<https://www.meil.pw.edu.pl/za/ZA/Laboratory> ) posiada 9 tuneli aerodynamicznych i kanał wodny. Tunel o zmiennej turbulencji jest tunelem zamkniętym, z dwoma zamkniętymi przestrzeniami pomiarowymi (2,5mx2,1m i 5-25m/s oraz 0,8mx1,05m do 100m/s). Tunel przemysłowy, nazywany również środowiskowym, przeznaczony jest do pomiarów, badań opływu oraz wizualizacji opływu obiektów urbanistycznych, z przestrzenia pomiarowa 1x1m i prędkością do 25m/s. Tunel lotniczy jest przeznaczony do pomiarów wagowych modeli płatów, statków powietrznych oraz pocisków i rakiet. Jest to tunel zamknięty, z otwartą przestrzenią pomiarową o średnicy 1,05m i prędkości do 50m/s. Tunel transoniczny/supersoniczny przeznaczony jest do badań przepływów dwuwymiarowych w zakresie prędkości  $M=0,5\sim 2,5$ . Wymiary jego przestrzeni pomiarowej to 0,44 x 0,1 m lub 0,35 x 0,35 m (dla dyszy 2,5 Ma), a czas trwania pomiaru 0,5-10s. Tunel łopatkowy przeznaczony jest do badań przepływów w turbinach i sprężarkach w warunkach *cold-gas*. Wykorzystuje się go do badania palisad łopatek w nadkrytycznym i podkrytycznym zakresie prędkości oraz wpływu wilgotności powietrza na przepływ przez palisadę. Wymiary jego komory pomiarowej to: 0,35 x 0,35 m a zakres prędkości na wlocie to 0,2 - 0,35 Ma. Tunel małej turbulencji przeznaczony jest do badań zjawisk występujących przy opływie profili lotniczych w tym przede wszystkim wyznaczania rozkładu ciśnienia na umieszczonym w tunelu modelu. Jest to tunel zamknięty z zamkniętą komorą pomiarową o wymiarach 0,45 x 0,35 m i prędkości do 80m/s. Pozostałe dwa tunele służą tylko do celów dydaktycznych w zakresie demonstracji zjawisk zachodzących w warstwie przyściennej oraz badania przyrządów pomiarowych. Tunel wodny przeznaczony jest do pomiarów oraz wizualizacji ciał nieopływowych przy małych liczbach  $Re < 1000$ . Wymiary jego przestrzeni pomiarowej: 0,01 x 0,29 m oraz 0,1 x 0,15 m o długości 1,5m, a maksymalna prędkość to 0,15m/s.

**Laboratorium Wytrzymałości Materiałów** wyposażone jest w stanowiska dydaktyczne służące do przeprowadzania podstawowych eksperymentów z obszaru badań wytrzymałości materiałów i konstrukcji (badania deformacji, pól odkształceń oraz naprężeń w prętach tarczach i powłokach). W Laboratorium realizuje się ćwiczenia m.in ze zginania belek, skręcania prętów, utraty stateczności, badania współczynników koncentracji naprężeń. Stanowiska dydaktyczne wyposażone są m.in w aparaturę do tensometrycznego pomiaru odkształceń oraz indukcyjnego pomiaru przemieszczeń. Studenci w ramach zajęć dydaktycznych wykonują również badania materiałowe w zakresie statycznej próby rozciągania, badania udurowienia i twardości. Ponadto, w celach dydaktycznych takich jak zaawansowane projekty, prace przejściowe i dyplomowe. Studenci wykorzystują maszyny

wytrzymałościowe o zakresach 100kN, 400kN, oraz maszyny zmęczeniowe, w tym giętno-obrotową. Dzięki temu możliwe są badania w zakresie określania podstawowych wielkości mechanicznych w tym trwałości zmęczeniowej i mechaniki pękania. W laboratorium dostępne są zaawansowane systemy pomiarowe/wizualizacyjne do ultradźwiękowej diagnostyki defektoskopowej oparte na technice Phase Array. Laboratorium posiada obróbkowe maszyny elektroerozyjne EDM i WEDM dzięki którym przygotowywane są próbki do badań materiałowych jak również konstrukcje prototypowe z materiałów trudnoobrabialnych.

**Laboratorium pomiarów cieplnych (Zakład Termodynamiki, ITC)** wyposażone jest w następującą aparaturę:

- Netzsch LFA 457 Microflash – urządzenie do pomiarów dyfuzyjności cieplnej w zakresie temperatur od 25 do 1100°C, zakres pomiarowy od 0,01 do 1000 mm<sup>2</sup>/s, impuls cieplny wywoływany laserem, wyposażony w przystawki do pomiaru materiałów płynnych i sypkich, możliwość wykonania pomiaru w atmosferze ochronnej
- Netzsch LFA 447 Nanoflash – urządzenie do pomiarów dyfuzyjności cieplnej w zakresie temperatur od 25 do 300°C, zakres pomiarowy od 0,01 do 1000 mm<sup>2</sup>/s, impuls cieplny wywoływany lampą ksenonową,
- Netzsch DSC 404 Pegasus F1 (kalorymetr skaningowy) – urządzenie do pomiarów zmian entalpii, ciepła właściwego, ciepła przemian fazowych itp. w zakresie temperatur od 25 do 1500°C, możliwość wykonania pomiaru w atmosferze ochronnej
- DSC-7, Perkin-Elmer (kalorymetr skaningowy) – urządzenie do pomiarów pojemności cieplnej materiałów (ciepła właściwe, ciepła i temperatury przemian fazowych)
- Brookfield CAP2000+H – wiskozymetr stożkowy, urządzenie do pomiarów lepkości cieczy w zakresie temperatur od 50 do 235°C, zakres pomiarowy od 0,02 do 1500 Pa·s

Laboratorium posiada także specjalistyczne systemy i urządzenia pomocnicze, min. wagi laboratoryjne (analityczne), homogenizator ultradźwiękowy, komorę klimatyczną, różnorodne czujniki do pomiarów temperatury (w tym kamery termowizyjne).

**Laboratorium Elektryczne** - wyposażenie laboratorium składa się z uniwersalnych stanowisk badawczych, na których wykonywane są ćwiczenia z zakresu wyznaczania stanów pracy obwodów elektrycznych i sieci elektroenergetycznych, parametrów odbiorników energii elektrycznej, instalacji i urządzeń elektrycznych, problematyki jakości energii elektrycznej, badania maszyn elektrycznych, urządzeń gwarantowanego zasilania, projektowania i programowania automatyki budynku (inteligentnej instalacji elektrycznej). Laboratorium ponadto dysponuje tablicami ekspozycyjnymi z rzeczywistymi elementami instalacji elektrycznych i elektroenergetycznych, wyposażone jest w nowoczesny sprzęt pomiarowy przeznaczony do analizy parametrów sieci, samodzielnego wykonywania podstawowych pomiarów parametrów elektrycznych i elektroenergetycznych, symulacji zjawisk a także przeprowadzania badań z zakresu funkcjonowania urządzeń elektrotechnicznych. Wyposażenie stanowisk ćwiczeniowo-badawczych w Laboratorium Elektrycznym obejmuje m.in.:

- nowoczesne przyrządy pomiarowe: uniwersalne mierniki cyfrowe SANWA, mierniki cęgowe, watomierze cyfrowe;
- analizatory parametrów sieci elektroenergetycznej ND1 i ND20, analizator jakości energii elektrycznej FLUKE z wyposażeniem niezbędnym do wykonywania pomiarów w instalacjach lub sieciach elektroenergetycznych;
- liczniki energii elektrycznej: cyfrowy z możliwością programowania i zdalnego odczytu oraz analogowy (indukcyjny);

- modele obciążeń: regulowane rezystory, regulowana indukcyjność, regulowana pojemność;
- transformatory do badań: jednofazowe i trójfazowy, autotransformatory i generatory sygnałów DC;
- układ badawczy maszyny prądu stałego;
- nowoczesne układy i urządzenia przeznaczone do badań laboratoryjnych: UPS, funkcjonalna struktura inteligentnej instalacji elektrycznej, elementy osprzętu elektroenergetycznych linii kablowych, urządzenia zabezpieczające w instalacjach elektrycznych, nowoczesne źródła światła;
- luksomierz z wyposażeniem: sonda iluminancji, sonda luminancji i sonda radiacji;
- kompletne stanowisko laboratoryjne do badania 1,5 kW silnika 3-fazowego asynchronicznego sprzężonego z generatorem 3-fazowym z możliwością pracy w trybie zsynchronizowania z dystrybucyjną siecią elektroenergetyczną.

Studenci kierunku MiPM kształceni mają także zajęcia w **laboratoriach Zakładu Obróbek Wykańczających i Erozyjnych** (część Wydziału Inżynierii Produkcji mieszcząca się w gmachu ITLiMS).

Zakład ten prowadzi dla kierunku MiPM następujące przedmioty dla studiów stacjonarnych pierwszego stopnia: Techniki Wytwarzania I (W30), Techniki Wytwarzania II (L30) Technologia maszyn I (W15, L15), Technologie wytwarzania części maszyn i konstrukcji w energetyce (W30) oraz drugiego stopnia: Zintegrowane systemy wytwarzania (W30, L15).

W ramach prowadzonych przedmiotów przedstawiane są zagadnienia dotyczące: tendencji rozwojowe i uwarunkowania rynkowe współczesnych technologii wytwarzania, doboru maszyn i urządzeń oraz ich oprzyrządowania wykorzystywanych w procesach wytwarzania, badania procesów wytwarzania, budowy i działania maszyn i urządzeń stosowanych we współrzędnościowej technice pomiarowej oraz ich zastosowania. Istotną częścią zajęć dydaktycznych stanowi również przedstawienie różnych technologii wytwarzania w środowisku wybranych komercyjnych systemów wspomagania projektowania i wytwarzania CAD/CAM. Studenci nabywają umiejętności opracowywania programów obróbki technologicznej dla obrabiarek sterowanych numerycznie z uwzględnieniem: doboru maszyn i urządzeń technologicznych oraz pomocy warsztatowych. Uzyskują także umiejętności identyfikacji i opracowania złożonych zadań z zakresu projektowania technologicznego z uwzględnieniem aspektów organizacyjnych i ekonomicznych.

**Zespół laboratoriów dydaktycznych Zakładu Obróbek Wykańczających i Erozyjnych** obejmuje następująca laboratoria składowe:

A) Laboratorium Obróbek Erozyjnych (Centrum Obróbek Erozyjnych) wyposażone w:

- 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 wgłębnego,
- drążarki elektrochemiczne: DEL-2 i DEL-4,
- 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.

B) Laboratorium Obróbek Ściernych wyposażone w:

- dogładzarkę oscylacyjną Gisholt,

- skomputeryzowane stanowiska do badania procesu szlifowania i dogładzania oscylacyjnego,
- stanowisko do obróbki hydro-ściernej oraz strumieniem kulek szklanych,
- wykładarki: wibracyjne, rotacyjne, kaskadowe i planetarne,
- stanowisko do badań niekonwencjonalnego gładzenia powierzchni krzywoliniowych,
- stanowisko do badań obróbki ścierno-elektrochemicznej.

C) Laboratorium Metrologii Wielkości Geometrycznych wyposażone w:

- maszynę pomiarową CNC Zeiss-Vista współpracującą z systemami komputerowymi Calypso oraz Holos,
- maszynę pomiarową VIS MROa z możliwością skanowania z krokiem czasowym,
- skomputeryzowany system Taylrond 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.

D) Laboratorium Zaawansowanych Systemów CAD/CAM wyposażone w:

- dwie pracownie komputerowe wyposażone są w oprogramowanie CAD/CAM/CAE: Creo Parametric Technology, NX, Solid Works, Esprit CAM, Peps, Keller, pozwalające na modelowanie zaawansowanych geometrycznie części, jak również projektowanie zaawansowanych procesów technologicznych na obrabiarki sterowane numerycznie.
- obrabiarki sterowane numerycznie: Frezarka CNC TM1 Hass, Tokarka CNC TL -1, na których realizowane są procesy obróbkowe.

E) Laboratorium Warstwy Wierzchniej wyposażone w:

- 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,
- 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.

### **5.2. Dostęp do technologii informacyjno-komunikacyjnej**

Na Uczelni dostępem do technologii informacyjno-komunikacyjnych zajmuje się Centrum Informatyzacji PW. W jego gestii jest m.in. dystrybucja oprogramowania, zarówno podstawowego – systemów operacyjnych, pakietu Microsoft Office, jak również specjalistycznego. Studenci i pracownicy Wydziału mogą korzystać z takich programów jak Ansys/Fluent, LabView, ADAMS, Matlab, LabView, SolidWorks, Statistica i inne (pełna lista dostępna na stronie [www.ci.pw.edu.pl](http://www.ci.pw.edu.pl)).

Na Wydziale, ze względu na rozdzielenie głównych budynków (ITLiMS i ITC), powołane są dwa zespoły zajmujące się całokształtem działań związanych z dostępem do zasobów informatycznych (do

sieci internetowej, licencji oprogramowania) oraz wsparciem studentów i pracowników w tym zakresie. Działania te koordynuje pełnomocnik Dziekana ds. informatyzacji i kontaktów z CI PW.

W poszczególnych Instytutach funkcjonują laboratoria komputerowe wykorzystywane do zajęć dydaktycznych z takich przedmiotów, jak: informatyka I i II, metody obliczeniowe mechaniki płynów, metoda elementów skończonych, optymalizacja konstrukcji lotniczych, a także laboratoria z przedmiotów specjalistycznych. Działają także klastry obliczeniowe, na których prowadzone są obliczenia w ramach prac dyplomowych, prac przejściowych i projektów obliczeniowych z wykorzystaniem wspomnianych wyżej pakietów obliczeniowych (CI PW), jak również specjalistycznych pakietów CAD/CAM/CAE).

Infrastruktura informatyczna w obu kompleksach Wydziału podlega stałej modernizacji. Duży nacisk kładzie się na rozwój lokalnych sieci komputerowych, mający na celu przede wszystkim poprawę ich wydajności i bezpieczeństwa. Ze względu na wysoki postęp technologiczny w sprzęcie komputerowym, istnieje konieczność unowocześnienia serwerów maszyn wirtualnych, archiwizacji oraz zabezpieczenia danych użytkownika oraz wymiany punktów sieciowych w laboratoriach badawczych (tylko w 2018 roku w ITLiMS takie usprawnienia przeprowadzono w laboratoriach mechaniki, metody elementów skończonych, podstaw konstrukcji maszyn, dynamiki obiektów latających, badań zjawisk udarowych a także pracowni CAD). Sukcesywnie wymienia się przełączniki sieciowe na modele pozwalające na większą przepustowość oraz bezpieczeństwo sprzętu sieciowego, a także zasilacze awaryjne dla ochrony urządzeń zamontowanych w szafach dystrybucyjnych. Podobne działania podejmowane są w sieci działającej w Instytucie Techniki Ciepłej. W tym drugim instytucie w 2018 roku dokonano reorganizacji całego systemu poczty elektronicznej, opierając go o rozwiązanie umożliwiające dodatkowo pracę grupową (*Zimbra Collaboration Suite*).

We wszystkich pomieszczeniach edukacyjnych Wydziału dostępny jest szybki internet bezprzewodowy. Efektywna sieć komputerowa w budynkach Wydziału, a także rozbudowane strony internetowe Wydziału, instytutów i zakładów umożliwiają wprowadzenie w coraz większym stopniu elementów *kształcenia na odległość*, ułatwiających studentom uczenie się w dowolnych godzinach i w dowolnym miejscu.

### **5.3. Udogodnienia w zakresie infrastruktury**

W wyniku realizacji wspomnianych wyżej projektów inwestycyjnych, a także wcześniejszych, np. *Programu rozwoju dydaktycznego Wydziału MEiL*, zakończonego w 2015 roku, wszystkie budynki Wydziału są przystosowane do potrzeb studentów z niepełnosprawnością. W obu głównych kompleksach budynków znajdują się windy przystosowane dla osób niepełnosprawnych, wejście do gmachu ITC zostało przebudowane i posiada wjazd dla wózków inwalidzkich, wewnątrz gmachów – tam, gdzie to było konieczne – zbudowano windy platformowe na schodach; w każdym z budynków znajdują się toalety przystosowane dla osób niepełnosprawnych.

Dzięki dużym staraniom władz Wydziału oraz obu instytutów, wszystkie budynki doprowadzono do stanu gwarantującego w miarę swobodny dostęp do wszystkich pomieszczeń dydaktycznych dla osób z niepełnosprawnością ruchową.

### **5.4. Dostęp do infrastruktury**

Dystrybucją oprogramowania podstawowego (np. systemów operacyjnych), jak również specjalistycznego, inżynierskiego, na uczelni zajmuje się Centrum Informatyzacji PW. Szczegółowe informacje obejmujące wykaz oprogramowania oraz warunki uzyskania licencji (dostępu) są przedstawione na stronie <https://www.ci.pw.edu.pl/Uslugi/Dystrybucja-oprogramowania>. CI PW organizuje także podstawowe szkolenia z obsługi wybranych pakietów, np. z MATLAB-a.

Wiele prac studenckich – np. prac przejściowych, dyplomowych, ale także prowadzonych przez koła naukowe – jest realizowanych z wykorzystaniem specjalistycznej aparatury naukowo-badawczej, nie będącej wyposażeniem laboratoriów dydaktycznych. Głównym ograniczeniem bardziej powszechnego dostępu do tego typu aparatury są koszty jej eksploatacji, np. wtedy, gdy konieczny jest zakup drogich materiałów do drukarek 3D. W praktyce kształcenia na kierunku MiPM nie zdarza się, by studentowi potrzebującemu dostępu do specjalistycznej aparatury odmówiono jej udostępnienia. Władze Wydziału dokładają bowiem starań, by umożliwić studentom włączanie się w prace naukowe prowadzone w ramach projektów badawczych lub działalności w kołach naukowych. Zagadnienia te szerzej omówiono w opisie Kryterium 8. W przypadku drobnego sprzętu, z którego można korzystać bez nadzoru, istnieje możliwość wypożyczenia go studentowi na czas realizacji pracy przejściowej lub dyplomowej.

### **5.5. Dostępność do zasobów bibliotecznych**

Studenci i pracownicy Wydziału MEiL korzystają z zasobów zgromadzonych w Bibliotece Głównej PW oraz w trzech bibliotekach działających na Wydziale (bibliotece wydziałowej oraz dwóch bibliotekach instytutowych). Szczegółowe informacje o bibliotece oraz dostępnych zasobach bibliotecznych i informacyjnych umieszczono w **Załączniku 2.6d**.

Biblioteka Główna PW ma dostęp do Cyfrowej Wypożyczalni Publikacji Naukowych Academica, która oferuje wgląd w polskie publikacje, książki i czasopisma w wersji elektronicznej oraz udostępnia przeszło 2.5 mln dokumentów. Ponadto biblioteka umożliwia dostęp do ponad 50 tys. tytułów czasopism elektronicznych oferowanych bezpośrednio oraz 88 licencjonowanych baz danych. Zbiór e-książek dostępnych w ramach licencji liczy ponad 200 tys. tytułów.

Biblioteka Wydziałowa gromadzi księgozbiór zgodnie z profilem kształcenia i obszarem działań naukowych realizowanych na Wydziale MEiL. Jest w pełni skomputeryzowana (100% zbiorów biblioteki jest w katalogu centralnym). Jej zbiory to ponad 16 tys. książek i niemal 5 tys. woluminów czasopism. Księgozbiór jest na bieżąco aktualizowany. Kupowane są nowości wydawnicze i prenumerowane najważniejsze tytuły czasopism, zgodnie z kierunkami działalności naukowo-badawczej na Wydziale. Biblioteka gromadzi także zbiory specjalne (prace doktorskie i dyplomowe).

Biblioteka Wydziałowa jest otwarta we wszystkie dni robocze, a także w soboty w trakcie zjazdów studiów zaocznych. W czasie sesji egzaminacyjnej, na prośbę studentów, godziny pracy biblioteki zostały wydłużone.

Biblioteka Wydziałowa zapewnia obsługę biblioteczną oraz informacyjną studentom, doktorantom i pracownikom własnej jednostki, a w dalszej kolejności użytkownikom pozostałych jednostek PW oraz osobom spoza Uczelni. Większość zbiorów udostępniana jest na zewnątrz, natomiast pozostałe na miejscu. Biblioteka posiada wypożyczalnię i czytelnię wyposażoną w stanowiska komputerowe dla użytkowników. Również przed wejściem do biblioteki znajdują się komputery, będące stale do dyspozycji zainteresowanych, posiadające dostęp do Internetu i katalogu; można z nich korzystać także poza godzinami pracy biblioteki.

Z Biblioteką Wydziałową współpracują biblioteki instytutowe (posiadają łącznie ponad 10 tys. książek). Gromadzą one zbiory ściśle związane z profilem naukowym instytutów.

### **5.6. Monitorowanie oraz doskonalenie bazy dydaktycznej i naukowej**

Doskonalenie bazy naukowej i dydaktycznej jest, w obecnym świecie szybko zmieniających się technologii, jednym z kluczowych czynników decydujących o jakości kształcenia i jego spójności z aktualnymi wymaganiami rynku pracy. Władze Wydziału, ale także kierownicy zakładów



dydaktycznych, mają tego świadomość i podejmują wiele starań mających na celu unowocześnienie bazy dydaktycznej.

Monitoring stanu i potrzeb laboratoriów naukowo-dydaktycznych jest na bieżąco prowadzony przez kierowników (opiekunów) laboratoriów oraz kierowników Zakładów dydaktycznych. Ocena najbardziej pilnych potrzeb inwestycyjnych w tym zakresie jest prowadzona na szczeblu instytutów, w porozumieniu z władzami Wydziału (kolegium dziekańskie). Laboratoria badawcze i dydaktyczne są na bieżąco modernizowane i rozbudowywane.

Przy planowaniu i przeprowadzaniu modernizacji bazy dydaktycznej istotne znaczenie mają także opinie studentów, wyrażane w ankietach dotyczących zajęć (w ankiecie studenci mogą ocenić *wyposażenie sal dydaktycznych oraz stan techniczny dostępnego wyposażenia*).

W trosce o dostęp do najnowszej literatury naukowej, Biblioteka Wydziałowa cyklicznie organizuje wystawy książek kluczowych wydawców, które pozwalają na uzupełnianie stanu biblioteki wydziałowej oraz instytutowych o najnowsze wydawnictwa z obszaru zgodnego z profilem Wydziału.

## **Kryterium 6. Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w konstruowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów oraz jej wpływ na rozwój kierunku**

### **6.1. Formy współpracy z instytucjami otoczenia społeczno-gospodarczego**

Intensywna współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w tym z pracodawcami – zarówno w obszarze kształcenia, jak i badań – stanowi jedno z głównych założeń strategii rozwoju Wydziału do roku 2020 oraz jest jednym z czynników decydujących o tym, że określenie „MEiL” jest bardzo pozytywnie rozpoznawalne wśród kilku pokoleń inżynierów. Można wskazać następujące formy współpracy z otoczeniem w podstawowych obszarach.

W obszarze pierwszym, związanym ze współpracą z instytucjami akademickimi i naukowymi, Wydział aktywnie uczestniczy w inicjatywach krajowych i zagranicznych. Inicjatywy te podejmowane są przez pracowników prowadzących zajęcia na różnych kierunkach kształcenia prowadzonych na Wydziale – w rezultacie studenci różnych kierunków kształcenia mogą uczestniczyć w zajęciach prowadzonych w ramach programów. Jako spektakularne przykłady można wskazać programy współpracy międzynarodowej: program Europejski EMARO+ (Erasmus Mundus European Master Degree on Advanced Robotics), w którym Wydział prowadzi kształcenie w języku angielskim w zakresie automatyki i robotyki, w konsorcjum z uczelniami z Francji (Ecole Centrale Nantes,) Włoch (University of Genoa) i Hiszpanii Jaume I University) oraz z partnerami stowarzyszonymi z Japonii (KEIO University), Chin (SJTU), Francji (Airbus Group Innovations, BA Systems, IRT Jules Verne), Hiszpanii (Robotnik), Włoch (SIIT) albo program studiów prowadzonych we współpracy z North University of China na kierunku lotnictwo i kosmonautyka. W ramach konsorcjów Wydział współpracuje z innymi wydziałami PW (szczególnie intensywnie z Wydziałem Elektroniki i Technik Informacyjnych). Przedmioty z wymienionych programów kształcenia innych kierunków są dostępne także dla studentów kierunku MiPM.

Współpraca z instytucjami naukowymi/akademickimi krajowymi i z zagranicy nadaje charakteru interdyscyplinarnego treściom programowym, co przyczynia się do wszechstronnego rozwoju intelektualnego studentów i umiędzynarodowienia kształcenia oraz wzmacnia pozycję absolwenta na rynku pracy, ułatwiając współpracę z przedstawicielami innych dyscyplin nauki i różnych gałęzi gospodarki. Przyczynia się także do umiędzynarodowienia kształcenia doktorantów na kierunku MiPM.

W obszarze drugim współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym realizowana jest w wyniku rutynowych działań, prowadzonych od wielu już lat, które są stałym elementem kształcenia na kierunku MiPM. Trzeba tu wymienić:

- prowadzenie współpracy w zakresie kształcenia i badań – zgłaszanie przez pracodawców Wydziałowi tematyki prac dyplomowych, doktorskich (w tym doktoratów wdrożeniowych) oraz tematyki wspólnych prac badawczych; badania te realizowane są także w ramach grantów zleconych NCN i NCBiR;
- sponsorowanie projektów badawczych małej skali przez firmy zewnętrzne (trzeba wśród nich wymienić takie firmy jak Boeing i Lockheed Martin);
- finansowe wsparcie kształcenia poprzez program stypendiów i konkursów dla studentów, doktorantów i młodych pracowników Wydziału – np. konkurs *General Electric Challenge* (którego zwycięzcą w roku 2018 został doktorant Wydziału MEiL Maciej Pawełczyk);
- organizację wykładów profesorów i specjalistów z instytucji partnerskich;

- organizację wspólnych spotkań, konferencji i seminariów (można tu wskazać wspólne seminaria organizowane z IMP PAN albo z firmą GE Company Poland w ostatnich dwóch latach).

Trzeci obszar współpracy wynika z faktu, że studenci uzyskują możliwość prowadzenia prac i kształcenia w bezpośrednim zapleczu pracodawców. Jest to realizowane poprzez:

- organizację praktyk i staży studenckich (zob. Kryterium 2); praktyki są obligatoryjnymi elementami kształcenia na poziomie inżynierskim;
- umożliwianie studentom prowadzenia badań w zaawansowanych laboratoriach należących do współpracujących z Wydziałem instytucji, np. w Instytucie Lotnictwa, albo w laboratorium PAN KEZO,
- organizację wizyt studentów w dużych fabrykach w Polsce (np. na PZL Mielec, PZL Świdnik, Pratt & Whitney Rzeszów).

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa od początku swojego istnienia utrzymuje ścisłą współpracę z przedsiębiorcami sektora energetycznego, lotniczego, oraz firmami z obszaru mechaniki budowy i eksploatacji maszyn. Współpraca ta, oprócz wspólnych badań naukowych oraz ekspertyz przemysłowych, oparta jest przede wszystkim na udziale przedsiębiorców w procesie kształcenia przyszłych kadr gospodarki na wszystkich szczeblach nauczania. Przedsiębiorcy aktywnie uczestniczą w promowaniu prac inżynierskich, magisterskich oraz doktorskich, służąc studentom doświadczeniem oraz wsparciem specjalistycznym. Pracownicy przedsiębiorstw w ramach współpracy z Wydziałem prowadzą wykłady eksperckie dla studentów I, II i III stopnia, współorganizują konferencje naukowe, warsztaty, seminaria, będąc jednocześnie głosem doradczym w zakresie budowania i podtrzymywania trwałych relacji pomiędzy nauką i gospodarką.

Przy realizacji praktyk zawodowych, które są bardzo istotnym elementem procesu kształcenia, Wydział współpracuje z wieloma przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego. Z ponad dwudziestoma przedsiębiorstwami Wydział lub Uczelnia posiadają podpisane stałe porozumienia (przykłady poniżej). Istnieje również długoletnia współpraca w tym zakresie z firmami, z którymi nie zostało podpisane takie oficjalne porozumienie. Istotnym elementem procesu kształcenia są także nieobowiązkowe, jedno- lub kilkumiesięczne staże odbywane przez studentów w zakładach produkcyjnych i badawczych. Wydział otrzymuje z różnych firm liczne oferty płatnych staży dla studentów MiPM, ponieważ wysoki poziom absolwentów został dostrzeżony przez pracodawców i jest komunikowany w kontaktach z władzami i pracownikami Wydziału. Można tu wskazać staże odbywane przez studentów w ostatnim czasie.

W chwili obecnej Uczelnia, w tym Wydział MEiL mają podpisanych szereg wiążących listów intencyjnych, umów i porozumień, dających podstawę do stałej i sformalizowanej współpracy z przedsiębiorstwami i instytucjami naukowymi w obszarze tematyki kształcenia i prac naukowo-badawczych prowadzonych na Wydziale MEiL.

Do najważniejszych z nich należą:

- General Electric Company Polska Sp. z o.o.,
- Instytut Lotnictwa,
- Polskie Zakłady Lotnicze Sp. z .o.o.,
- Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego "PZL Warszawa II" S.A.,
- Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego "PZL Świdnik" S.A.,
- Polskie Linie Lotnicze LOT S.A.,
- Polski Koncern Naftowy Orlen S.A.,
- Budimex S.A.,

- Polska Grupa Energetyczna S.A.,
- Agencja Rozwoju Przemysłu,
- Veolia Energia Warszawa S.A.,
- ENEA S.A.,
- Tauron S.A.,

Uczelnia ma zawartych również wiele umów z uczelniami zagranicznymi, obowiązujących w zakresie wymiany studenckiej, kształcenia i podwójnego dyplomowania (np. North University of China, Universidad de San Buenaventura, Ecole Centrale de Nantes, University of Genova, Universitat Jaume, University of Perugia, Sophia University).

Obszar czwarty współpracy obejmuje tworzenie w strukturze Wydziału formalnych ciał, które odpowiadają za regularną więź Wydziału z przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego. Jako pierwszy przykład można wskazać utworzenie w dniu 26 listopada 2013 r. (Uchwała RW MEiL nr 142/XXI/2013 z 26.11.2013 r.) Rady Konsultacyjnej. Rada ta liczy 12 osób (skład Rady przedstawiono na stronie internetowej Wydziału), a do jej zadań należy m.in. sygnalizowanie potrzeb przemysłu w kontekście modernizacji programów studiów, bieżące doradztwo w zakresie programów studiów, współdziałanie w ocenie procesu jakości kształcenia z pozycji pracodawców. Członkami Rady są przedstawiciele instytutów i firm zainteresowanych kierunkiem MiPM.

Jako drugi przykład można wskazać utworzenie na Wydziale komórki złożonej z osób odpowiedzialnych za przygotowanie wniosków o finansowanie projektów z obszaru kształcenia, obejmujących studentów i pracowników. W tym zakresie w ostatnim czasie Wydział przygotował program stażowy dla studentów (w ramach którego sfinansowano w latach 2018-2019 łącznie 85 staży w 30 krajowych przedsiębiorstwach dla studentów), realizuje także w projekcie NERW PW zadania obejmujące certyfikowane szkolenia branżowe dla studentów oraz szkolenia specjalistyczne dla studentów i pracowników, pomaga w programach doktoratów wdrożeniowych w dyscyplinach IM i AEE.

Realizowany obecnie na Wydziale program płatnych staży studenckich dla studentów I stopnia, stanowi kontynuację działań prowadzonych w tym obszarze w latach poprzednich. W okresie 2015-2019 łącznie 42 studentów odbyło staże (1-, 2- i 3-miesięczne) w 22 przedsiębiorstwach (m.in. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Siemens Industry Software Sp. z o.o., Fanuc Polska Sp. z o.o., Engineering Design Center, Astor Sp. z o.o.).

Obszar piąty współpracy z otoczeniem, który wpływa na kształcenie, wynika z bardzo silnego studenckiego ruchu naukowego na Wydziale. Prawie 1/4 studentów Wydziału zaangażowana jest w działalność 13 kół naukowych działających przy Wydziale w tym Studenckiego Koła Aerodynamiki Pojazdów (SKAP), koła WUT-Racing, Studenckiego Koła Astronautycznego (SKA), które są bezpośrednio powiązane z kształceniem na kierunku MiPM.

Prace studentów w kołach traktowane są jako element kształcenia. Do programu kształcenia wprowadzono przedmioty obieralne, które student ma szansę zaliczyć poprzez czynny udział w pracach kół naukowych. Działalność w kołach naukowych traktowana jest jako silny komponent kształcenia opartego na projektach. Finansowane kół pochodzi z trzech źródeł – jest wspierane formalną dotacją przez Dziekana Wydziału, studenci zdobywają środki z programów ministerialnych (kolejne edycje programu *Najlepsi z Najlepszycy!* w ramach POWER), a ponadto znaczna część środków pochodzi od pracodawców wspierających prace studentów. Spośród spektakularnych osiągnięć kół naukowych można wskazać liczne nagrody uzyskiwane przez Studenckie Koło Aerodynamiki Pojazdów (zawody Shell EcoMarathon), Studenckie Międzywydziałowe Koło Naukowe SAE AeroDesign oraz wyjątkowe osiągnięcie w formie wystrzelenia pierwszego polskiego sztucznego

satelity Ziemi przez studentów SKA w dniu 13 lutego 2012 (PW Sat 1) oraz kolejnego w dniu 3 grudnia 2018 roku (PW Sat 2).

Niezwykle aktywna działalność w zakresie współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym prowadzona jest przez Wydział w obszarze szóstym, który obejmuje szeroko pojęty udział studentów w wydarzeniach organizowanych przez otaczające instytucje społeczno-gospodarcze. W samym tylko w roku 2018 studenci i pracownicy Wydziału brali udział w piknikach naukowych Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik (Koła SKA, KNR), w Festiwalu Nauki, Akademii Wynalazców im. Roberta Boscha (KNR, SKA, SKAP), współorganizowali Uniwersytet Młodego Odkrywcy (25 pracowników Wydziału przeprowadziło ponad 360 h zajęć wykładowych i laboratoryjnych dla 150 uczniów z 6 szkół podstawowych i gimnazjów województwa mazowieckiego – od grudnia roku 2018 do maja roku 2019).

Siódmy obszar dotyczy współpracy z władzami samorządowymi i samorządem lokalnym. Jako szczególnie spektakularny przykład takiej współpracy można wskazać realizowany obecnie projekt *Terenowy poligon doświadczalno-wdrożeniowy w powiecie przasnyskim*, na który znaczne finansowanie uzyskała PW, a którego beneficjentem jest Wydział MEiL. Obejmuje on zakup lotniska w powiecie przasnyskim oraz budowę laboratoriów we współpracy z władzami samorządowymi gminy Przasnysz i powiatu Przasnyskiego.

Ostatni, ósmy obszar współpracy z interesariuszami zewnętrznymi w kształceniu na kierunku MiPM wynika z dobrych obyczajów formalnej i nieformalnej, bardzo silnej współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym Politechniki i Wydziału. Tradycyjnie już pracownicy, absolwenci i studenci Wydziału spotykają się na forach lotniczym, robotycznym, energetycznym, spotkaniach naukowych, spotkaniach specjalistów. Choć określony bardzo ogólnie, ten obszar weryfikacji efektów ma istotne znaczenie, ponieważ Wydział jest silnie rozpoznawalny w otoczeniu, co ułatwia zdobywanie opinii na temat jakości kształcenia, a w konsekwencji wniosków co do kierunków wprowadzania zmian.

## **6.2. Monitorowanie i doskonalenie współpracy**

Monitorowanie i ocena form współpracy z otoczeniem oraz weryfikacja efektów uczenia się przez rynek pracy odbywa się w ramach następujących działań – wymieniono tylko kilka najważniejszych.

Działanie pierwsze, dotyczące karier zawodowych (losów) absolwentów PW, w tym absolwentów Wydziału MEiL, zgodnie z procedurą uczelnianego SZJK i wymaganiami Ustawy prowadzi Dział Badań i Analiz CZliTT PW w koordynacji z Biurem Karier. Procedurę tworzenia bazy oraz procedurę monitorowania określa szczegółowo Zarządzenie Rektora nr 22/2015 z dnia 30 kwietnia 2015 r. Listy absolwentów zgadzających się na badanie, dostarczone przez Dziekanat Wydziału, wprowadzane są do uczelnianej bazy absolwentów. Absolwenci badani są anonimowo, metodą ankiety internetowej (CAWI), co do oferty i ścieżki edukacyjnej oraz zawodowej w ramach badania *Monitoring karier zawodowych absolwentów Politechniki Warszawskiej*. W odniesieniu do Uczelni i Wydziału przygotowywany jest coroczny, szczegółowy raport, publikowany na stronie Uczelni (<https://www.bk.pw.edu.pl/pakiet-dla-absolwentow>). Wyniki raportów szczegółowych, dotyczących poszczególnych Wydziałów, przekazywane są ich Dziekanom. Na Wydziale MEiL są one uważnie analizowane przez Kolegium Dziekańskie oraz Radę Wydziału. Ostatni raport dotyczący Wydziału MEiL udostępniono w lipcu 2019 roku i omówiono na posiedzeniu Rady Wydziału w dniu 24 września 2019 roku, a wcześniej na Kolegium Dziekańskim.

W ramach tego działania Uczelnia organizuje także panele pracodawców. Można tu wskazać przykładowo panel pracodawców zorganizowany przez CZliTT PW w roku 2019, w ramach projektu NERW PW, dla kilku dyscyplin, w tym dla inżynierii mechanicznej i dyscypliny automatyka, elektronika

i elektrotechnika, w ramach których prowadzone jest kształcenie na kierunku. W panelu wzięło udział w sumie ponad 100 przedstawicieli pracodawców zatrudniających absolwentów PW. Na podstawie paneli opracowano sprawozdanie i przekazano Wydziałom.

Działanie drugie wynika z aktywności przedstawionej wyżej Rady Konsultacyjnej. W ramach organizowanych spotkań z Radą Konsultacyjną poruszane są tematy związane z bieżącą działalnością Wydziału, w tym również w obszarze kształcenia studentów, oczekiwań pracodawców w zakresie sylwetki absolwenta, posiadanych kompetencji i kwalifikacji, dostosowywania kształcenia do wymogów rynku pracy (ostatnie posiedzenie Rady odbyło się w dniu 20 grudnia 2018 r., spotkanie z niektórymi członkami Rady odbyło się w grudniu 2019 roku a spotkanie Rady w pełnym składzie planowane jest w marcu/kwietniu 2020 roku).

Działanie trzecie ma charakter podsumowań na kolegium dziekańskim i Radzie Wydziału działalności prowadzonej w pięciu obszarach przedstawionych w punkcie 6.1. Dane zbiorcze w tym zakresie prezentowane są corocznie w składanych przed Radą Wydziału sprawozdaniach Dziekana oraz dyskutowane na kolegiach z udziałem studentów i Pełnomocnika Dziekana ds. Programów Strukturalnych. Wnioski przekazywane są studentom i pracownikom oraz służą do przygotowania nowych programów w ramach funduszy strukturalnych.

Działanie czwarte wynika z faktu, że w wielu przypadkach absolwenci Wydziału pełnią kluczowe role w przemyśle oraz pracują w firmach z sektora inżynierii mechanicznej, energetyki i lotnictwa i kosmonautyki. Współpraca z absolwentami prowadzi do podpisywania kompleksowych umów o współpracy, do wykorzystywania bazy laboratoryjnej przedsiębiorstw w programie kształcenia oraz do intensyfikacji programu praktyk zawodowych. Wyniki regularnych badań losów absolwentów oraz informacje pozyskiwane w wyniku różnorodnej współpracy Wydziału z otoczeniem przemysłowym są analizowane przez władze Wydziału oraz Komisje ds. Kształcenia i ds. Jakości Kształcenia. Powstają projekty modyfikacji programów kształcenia i zwiększenia skuteczności systemu jakości, które analizuje i zatwierdza Rada Wydziału.

Działanie piąte wynika z oceny współpracy ukazanej pośrednio w rankingach i z oceny zewnętrznej kierunku kształcenia. Można tu wymienić rankingi kierunków kształcenia, z których najbardziej rozpowszechnionym w Polsce jest ranking miesięcznika *Perspektywy*. Wg tego rankingu kierunek MiPM prowadzony na Wydziale MEiL zajął w roku 2018 drugie, a w roku 2019 pierwsze miejsce. Innym wskaźnikiem oceny jest jakość kandydatów przyjmowanych na studia inżynierskie na kierunek MiPM, mierzona liczbą punktów osiągniętych przez kandydatów w trakcie rekrutacji. Progi punktowe przyjęć na stacjonarne studia 1-ego stopnia na kierunku MiPM (poprzednio MiBM, *mechanika i budowa maszyn*) wynosiły w ostatnich latach: 2019 – 185, 2018 – 154, 2017 – 182, 2016 – 185, 2015 – 185 z maksymalnej liczby 225 punktów.

Na zakończenie należy podkreślić, że w ramach uczelni realizowane są badania samooceny Wydziału w zakresie współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Dla przykładu, w roku 2019 poddano analizie odpowiedzi udzielone w badaniu samooceny jednostek PW (w tym Wydziału MEiL) w latach 2016-2018, odnoszące się do współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym Uczelni w zakresie koncepcji kształcenia, programów kształcenia, wewnętrznego systemu zapewniania jakości kształcenia, systemu praktyk zawodowych, monitoringu programów oraz oceny procedur. Badanie to realizowano w CZliTT PW w ramach wzmiankowanego programu NERW PW (zadanie 43).



## Kryterium 7. Warunki i sposoby podnoszenia stopnia umiędzynarodowienia procesu kształcenia na kierunku

### 7.1. Rola umiędzynarodowienia procesu kształcenia

Umiędzynarodowienie jest jednym z priorytetów rozwoju Wydziału od końca XX wieku, kiedy dostrzeżono następujące przesłanki do intensywnego zaangażowania się Wydziału w szeroko rozumianą działalność międzynarodową:

- Konieczność realizacji misji Wydziału dotyczącej jego pozycji międzynarodowej.
- Kształcenie studentów zgodnie ze standardami najlepszych uczelni światowych.
- Przygotowania absolwentów do pracy na międzynarodowych rynkach pracy.
- Konieczność zwiększenia poziomu nauczania i badań naukowych poprzez współpracę międzynarodową.
- Realizację wielu elementów kształcenia do czego konieczna jest współpraca międzynarodowa, np. kompetencje językowe kadry i studentów, umiejętność pracy w zespołach międzynarodowych, rozwój wielokulturowy studentów, stworzenie warunków do konkurencji w wymiarze międzynarodowym wśród kadry i studentów, wzrost samooceny studentów.

Wydział realizuje proces umiędzynarodowienia kształcenia poprzez:

- realizację mobilności międzynarodowej studentów,
- prowadzenie wykładów przez wykładowców zagranicznych,
- publikacje wspólne ze studentami na konferencjach i w czasopismach międzynarodowych (w języku angielskim),
- prowadzenie letnich kursów dla studentów zagranicznych,
- międzynarodową działalność kół naukowych.

Przygotowanie Wydziału do umiędzynarodowienia zostało metodycznie przygotowane w ramach dwóch programów: *Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej (2005-2010)* i *Programu Rozwoju Dydaktycznego Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa PW (2011-2015)*. W ramach obu programów przygotowano kilkadziesiąt wykładów w języku angielskim na wszystkich stopniach nauczania, pracownicy odbyli kilkadziesiąt staży zagranicznych, a na Wydział zaproszono kilkunastu profesorów wizytujących.

Wymiernym efektem przygotowania studentów do działań w wymiarze międzynarodowym jest działalność kół naukowych – coroczne wyjazdy na międzynarodowe zawody dla studentów pokazują nie tylko ich bardzo dobre przygotowanie zawodowe, ale również bardzo dobre kompetencje miękkie, np. językowe, łatwość nawiązywania kontaktów naukowych i osobistych oraz zdolność do swobodnego poruszania się wśród studentów zagranicznych.

Wydział wypracował też własny system rekrutacji dla studentów zagranicznych aplikujących na II stopień na kierunkach kształcenia aerospace engineering oraz power engineering. Rekrutacją zajmuje się działająca na Wydziale komisja sprawdzająca przygotowanie merytoryczne kandydatów (na podstawie zaświadczeń o dotychczasowym wykształceniu kandydata). Kandydaci o zbyt niskich kwalifikacjach kierowani są na roczny kurs przygotowawczy (Foundation Year) prowadzony przez Studium Języków Obcych we współpracy z Wydziałem Matematyki i Nauk Informatycznych PW. Studentom II stopnia, w razie potrzeb, wyznaczane są przedmioty kierunkowe z programu studiów I stopnia do uzupełnienia w trakcie trwania studiów.

Dzięki tym wszystkim działaniom na Wydziale nie ma barier administracyjnych, językowych, kulturowych dla studentów zagranicznych co ma wpływa także na kształcenie na kierunku MiPM.

Wydział ma silnie rozwiniętą współpracę międzynarodową w zakresie dydaktyki, m.in. realizował ponad 70 aktywnych umów SOCRATES/ERASMUS z uniwersytetami europejskimi; był głównym koordynatorem 3 dużych projektów Erasmus Mundus, dotyczących międzynarodowej mobilności kadry i studentów: EWENT, eASTANA oraz ACTIVE (projekty adresowane do obszaru Europy Wschodniej i Azji Środkowej); był partnerem w 2 innych projektach tego typu: HERITAGE, INTERVAE (Indie, Azja Daleko-Wschodnia).

Na uwagę zasługuje mocna pozycja Wydziału w strukturze PW, wynikająca m.in. z tego, że MEiL jest pionierem w zakresie internacjonalizacji studiów i przoduje w liczbie kształconych studentów zagranicznych (ok. 400 osób, co stanowi ok. 20 % studentów Wydziału). Na Wydziale prowadzone są specjalności anglojęzyczne na 1-szym i drugim stopniu studiów stacjonarnych na kierunkach Lotnictwo i Kosmonautyka i Energetyka, także specjalność Robotics na 2-gim stopniu studiów na kierunku Automatyka i Robotyka.

Działania związane z umiędzynarodowieniem procesu kształcenia i badań są stale rozwijane. W 2018 Wydział złożył z sukcesem wnioski do NAWA razem z Wydziałem Inżynierii Produkcji PW w ramach projektu Akademickie Partnerstwo Międzynarodowe. Podjęto współpracę z Tampere University of Technology (Finlandia), Auburn University (Stany Zjednoczone Ameryki), Gwangju University of Science and Technology (Korea), Griffith University (Australia), Ecole Centrale de Nantes (Francja), National Technical University of Ukraine (Ukraina), Politecnico di Milano (Włochy), Universidad Politécnica de Madrid (Hiszpania), Musashi University (Japonia), University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland (Szwajcaria). Projekt odpowiada na wyzwania czwartej rewolucji przemysłowej wynikające z rozwoju technologii związanych z konceptem Internetu Rzeczy (Internet of Things). Wybór priorytetowych obszarów problemowych w projekcie, tj. inżynierii produkcji i lotnictwa i kosmonautyki, jest podyktowany ich wagą dla gospodarki, rozwoju kluczowych obszarów techniki, a pośrednio – także obronności. Projekt ma też zaowocować trzema wnioskami o grant UE (H2020, ESA lub ECSEL), co zapewniłoby finansowanie i kontynuację prac badawczych i miało wpływ na kształcenie na kierunkach prowadzonych przez Wydział MEiL. Uzupełniającym, istotnym zadaniem projektu będzie rozwój nowopowstałej infrastruktury badawczej Politechniki Warszawskiej (ośrodek i lotnisko w Przasnyszu) poprzez umiędzynarodowienie prowadzonych tam prac. Warto wspomnieć również o możliwości odbycia przez reprezentantów Wydziału staży w zagranicznych ośrodkach naukowych, co pozwoli zdobyć niezwykle cenne doświadczenia zarówno w sferze naukowej jak i dydaktycznej. Niewykluczone jest również nawiązanie programu wymian studenckich z ośrodkami biorącymi udział w projekcie (np. ERASMUS lub ERASMUS+).

Działania związane z umiędzynarodowieniem procesu kształcenia podejmowane są także na poziomie Uczelni. Politechnika Warszawska oraz Politechnika w Berlinie, RTWH Aachen, Chalmers University w Göteborgu, Norweski Uniwersytet Naukowo-Techniczny w Trondheim, Politechnika w Mediolanie i Politechnika w Walencji podpisały porozumienie o współpracy i wspólnym uczestnictwie w konkursie wniosków w programie Erasmus+ „Uniwersytety Europejskie”. Porozumienie zostało zawarte 21 listopada 2019 roku w Mediolanie. Porozumienie zakłada ścisłą współpracę między konsorcjantami w obszarze edukacji, badań i innowacji. Udział Politechniki Warszawskiej w konsorcjum wzmocni partnerstwo strategiczne z najlepszymi uczelniami europejskimi, będzie sprzyjał rozwojowi priorytetowych obszarów badawczych i zwiększy umiędzynarodowienie kadry.

## **7.2. Aspekty programu studiów sprzyjające umiędzynarodowieniu kształcenia**

Na Wydziale MEiL prowadzone są 4 polskojęzyczne kierunki studiów z których 3 posiadają odpowiedniki w języku angielskim (aerospace engineering, power engineering, robotics oraz specjalność nuclear power engineering). Kierunek MiPM nie ma odpowiednika w postaci pełnego kursu w języku angielskim. Jednak brak takiego odpowiednika nie jest odczuwalny. Program studiów MiPM został tak skonstruowany, że wiele przedmiotów ma odpowiedniki anglojęzyczne prowadzone w ramach pełnych kursów na innych kierunkach. Studenci mogą wybierać przedmioty anglojęzyczne w ramach kursów obieralnych.

Posiadanie w ofercie wydziałowej dużego spektrum przedmiotów prowadzonych w języku angielskim sprzyja wymianie międzynarodowej także na kierunku MiPM, a w szczególności przyjmowaniu studentów z uczelni zagranicznych. Nie napotykają oni bowiem na problem braku jakiegoś istotnego przedmiotu prowadzonego tylko w języku polskim.

Obecność na Wydziale dużej grupy studentów zagranicznych sprzyja także umiędzynarodowieniu kształcenia na kierunku MiPM w sposób nieformalny. W projektach zespołowych, w studenckich kołach naukowych studenci polscy nabywają umiejętności i wiedzy w zakresie współpracy ze studentami z innych grup kulturowych. Projekty badawcze, w których uczestniczą niektórzy studenci zagraniczni na studiach II stopnia MiPM zaowocowały w niektórych przypadkach podjęciem studiów doktoranckich przez tych studentów.

### **7.3. Kompetencje językowe studentów**

Od wszystkich kandydatów na studia w języku angielskim wymagane są certyfikaty językowe według wymagań ustawowych, czyli certyfikat potwierdzający znajomość języka angielskiego na poziomie B2 przy rekrutacji na studia I stopnia i certyfikat potwierdzający znajomość języka angielskiego na poziomie C1 przy rekrutacji na studia II stopnia. Studenci ścieżki polskiej zdają egzamin z języka angielskiego na poziomie B2 na pierwszym stopniu studiów oraz powinni spełnić wymagania odpowiadające poziomowi B2+ na II stopniu. Zaobserwowana znajomość języka angielskiego studentów jest bardzo dobra. O ile wyrażą taką wolę, mogą oni przedstawić pracę dyplomową (inżynierską bądź magisterską) w języku angielskim, obrona może się też odbyć w języku angielskim (w obu przypadkach wymaga to formalnej zgody dziekana).

Warto podkreślić, że rekrutujący się spośród najlepszych absolwentów szkół średnich, studenci Wydziału już rozpoczynając studia prezentują dobry poziom znajomości języka angielskiego. Od początku studiów mogą swobodnie korzystać z obcojęzycznych źródeł, z zajęć oferowanych w języku angielskim, a także łatwo nawiązywać kontakty z licznymi na Wydziale studentami nieposługującymi się językiem polskim.

### **7.4. Wymiana międzynarodowa studentów i kadry**

O staże zagraniczne dla nauczycieli akademickich mogą ubiegać się pełnoetatowi pracownicy PW zatrudnieni na stanowisku nauczyciela akademickiego. Kandydat sam wskazuje ośrodek zagraniczny, w którym chciałby zrealizować swoją pracę badawczą (może to być także kraj spoza UE).

Stypendia są przyznawane w ramach możliwości finansowych Wydziału oraz w ramach programu NERW realizowanego przez Uczelnię. W programie PO KL PRD wypracowano konkursowy system przyznawania stypendiów. Beneficjentem naukowego stypendium np. dla młodych pracowników mógł zostać:

- doktorant będący uczestnikiem studiów doktoranckich prowadzonych przez PW,

- pełnoetatowy pracownik PW, który uzyskał stopień naukowy doktora w okresie ostatnich 3 lat (obowiązuje data nadania tytułu doktora przez Radę Wydziału).

Jednym z kluczowych kryteriów wyboru stypendysty jest zgodność jego planu naukowo-dydaktycznego z wymaganiami priorytetowych kierunków rozwoju gospodarki i innowacyjność. Wniosek o przyznanie stypendium powinien zawierać informacje o osobie ubiegającej się o wsparcie, jej dorobek naukowy oraz opis planów badawczych. Uczestnicy byli wyłonieni w wyniku oceny merytorycznej przedstawionych wniosków przez Komisję Konkursową zgodnie z przyjętymi i ogłoszonymi kryteriami.

Mobilność międzynarodowa kadry kształcącej na kierunku MiPM jest duża. W ciągu ostatniej dekady długoterminowe wyjazdy naukowe odbyli m.in. dr inż. Paweł Malczyk (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, USA), dr inż. Stanisław Gepner (University of Western Ontario, London, Kanada) i dr hab. Natalia Kiziłowa (PoroLab, Uniwersytet w Trondheim, Norwegia). Krótkoterminowe wizyty naukowe odbyli m.in. dr hab. inż. Marek Wojtyra (Chiny), prof. Janusz Frączek (Japonia, Chiny), dr inż. Paweł Malczyk (Hiszpania).

W ramach projektów uczelnianych NERW i NERW 2 od 2019 roku realizowana są zagraniczne staże dydaktyczne dla doktorantów i NA trwające od 2 tygodni do 4 miesięcy. Celem ich jest podniesienie kompetencji dydaktycznych i wprowadzenie ich w procesie kształcenia. Przykładowo na Wydziale udział wzięli w takich wyjazdach A.Rusowicz (1 miesiąc KPI Ukraina), P.Lichota (1 miesiąc Kolumbia). Podnoszenie kompetencji kadry w zakresie umiędzynarodowienia realizowane jest także w zadaniu 50 NERW. Celem zadania jest podniesienie kompetencji kadry kierowniczej, administracyjnej i dydaktycznej w zakresie umiędzynarodowienia poprzez system szkoleń. Przewidziane są 3 bloki szkoleniowe, z których każdy dedykowany jest określonej grupie docelowej.

Na Uczelni realizowany jest także projekt PROM PW 2 - Międzynarodowa wymiana stypendialna doktorantów i kadry akademickiej poniżej 40. roku życia dotyczący udziału w krótkich formach kształcenia o międzynarodowym charakterze.

Wymiana studentów odbywa się także w sposób regularny w ramach stałych programów międzynarodowej wymiany studentów. Studenci Wydziału często korzystają z możliwości studiów i staży zagranicznych, głównie w ramach projektów ERASMUS+, umów bilateralnych z uczelniami europejskimi oraz krajów Dalekiego Wschodu, programu ATHENS. Studenci wykazują dużą aktywność w indywidualnym organizowaniu wyjazdów i staży zagranicznych. Zazwyczaj zwracają się do kadry o listy polecające.

Wydział w swojej działalności międzynarodowej wspomagany jest przez Centrum Współpracy Międzynarodowej PW. W uzupełnieniu powyższych działań regularnych pracownicy Wydziału zaangażowani w kształcenie na kierunku MiPM uważnie śledzą programy stypendialne organizowane w ramach programów zewnętrznych i składają wnioski na stypendia wyjazdowe. W ostatnim roku dwóch pracowników Wydziału otrzymało stypendia w ramach programu NAWA im. Bekkera.

### **7.5. Zajęcia prowadzone przez zagranicznych wykładowców**

Zadaniem profesorów wizytujących jest prowadzenie wykładów, seminariów i konsultacji dla studentów bądź doktorantów, a także wygłoszenie wykładu otwartego dla całej społeczności akademickiej. Działania te uzupełniają wiedzę i rozwijają zainteresowania słuchaczy, a także inspirują ich w planowanej pracy badawczej.

Warunkiem uzyskania stypendium dla profesora wizytującego na Wydziale jest:

- pozycja wybitnego uczonego/specjalisty w reprezentowanej dziedzinie nauki i techniki,

- propozycja atrakcyjnej oferty (ogólnej i eksperckiej) wykładów lub innych zajęć dydaktycznych, użytecznej dla rozwijania badań interdyscyplinarnych na PW,
- określenie wkładu w proces dydaktyczny i naukowy PW, w tym transferu wiedzy i potencjału innowacyjnego.

Przyjazdy profesorów wizytujących wynikają z możliwości finansowych Wydziału, głównie udziału w programach międzynarodowych, i są najczęściej wynikiem indywidualnych kontaktów kadry.

Wykłady profesorów wizytujących odbywają się zwykle w formie bloków jedno- lub dwutygodniowych. Niektóre wykłady są włączane do cyklu nauczania i studenci otrzymują za nie określoną liczbę ECTS, która jest każdorazowo przyznawana przez Radę Wydziału MEiL na wniosek Komisji ds. Kształcenia. Zasada ta obejmuje również studia polskojęzyczne i spotyka się z uznaniem studentów, co świadczy o braku bariery językowej.

Można podać następujące przykłady wykładów profesorów wizytujących, którzy prowadzili wykłady o tematyce powiązanej z szeroko pojętą inżynierią mechaniczną i kształceniem na kierunku MiPM:

1. Prof. Bartosz Protas (McMaster University, Hamilton, Kanada) – współprowadzenie wykładu z Fluid Mechanics 1, współpraca przy opracowaniu koncepcji nauczania matematyki inżynierskiej przy wykorzystaniu środowiska Matlab i Maple, (pobyt 1 miesiąc).
2. Prof. Natalia Kiziłowa (poprzednio Uniwersytet Narodowy w Charkowie, Ukraina, aktualnie Wydział MEiL PW) – jako profesor wizytujący prowadziła zajęcia z przedmiotów *Selected topics in modern biomechanics* i *Introduction to nanomechanics and nanotechnology* (pobyt 4 miesiące + 2 miesiące).
3. Dr inż. Sophie Goujon-Durand (École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles, Paryż, Francja) – poprowadziła przedmiot *Miernictwo i pomiary w mechanice płynów* (pobyt 1 miesiąc).
4. Prof. Rafal Żbikowski (Cranfield University, Wielka Brytania) – poprowadził wykład *Intelligent mobility* (1 miesiąc).
5. Prof. Ranjaan Banerjee (City University London, Wielka Brytania) – poprowadził wykład *Static, Dynamic and Aeroelastic Analysis of Aircraft and Other Structures* (pobyt 1 miesiąc).

Studenci MiPM mieli także możliwość wzięcia udziału w wykładach profesorów wizytujących organizowanych dla kierunku Energetyka w ostatnich latach: Hornsen Tzou – Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Ivan Dudurych – Eirgrid (Power system protection); Marek Sutkowski – Warsilla (Internal Combustion Reciprocating Engines); Tomasz Kozłowski – University of Illinois (Nuclear Engineering); Leone Pierluigi – Politecnico di Torino (Multidimensionality in energy transition); Andrea Lanzini – Politecnico di Torino (Biomass pyrolysis and gasification processes); Hiram Ndritu – Yoko (Introduction to combustion); Staffan Qvist – Uppsala University (Introduction to Nuclear Power); Umberto Desideri – University of Pisa (Advancements in Gas Turbines Technology); Wiktor Frid – Kungliga Tekniska Högskolan (Introduction to Nuclear Power Safety); Gabriele Discepoli – University of Perugia (Advancements in Molten Carbonate); Giovanni Cinti – University of Perugia (Fuel Cells Technology).

Spośród profesorów wizytujących o najwyższym prestiżu naukowym, których pobyt długoterminowy zaplanowano w najbliższym roku na Wydziale, należy wymienić prof. Juliana Domaradzkiego z Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Southern California. Przewidziane są wykłady o tematyce dotyczącej zaawansowanych metod obliczeniowych w mechanice płynów i aerodynamice, dedykowane m.in. dla studentów kierunku MiPM.

## 7.6. Monitorowanie i doskonalenie umiędzynarodowienia procesu kształcenia

Proces umiędzynarodowienia jest przedmiotem dyskusji i oceny Rady Wydziału MEiL, szczególnie po zakończonej rekrutacji i po zakończeniu roku akademickiego przy ocenie sprawności nauczania. Wyniki dyskusji są wykorzystywane w procesie doskonalenia procesu rekrutacji i nauczania.

Zagadnienia związane z procesem umiędzynarodowienia studiów są często omawiane na posiedzeniu Senackiej Komisji ds. współpracy międzynarodowej (prof. T. Skoczkowski i prof. T. Zielińska są jej członkami).

Na Wydziale znajdują się osoby pomagające studentom zagranicznym w bieżących sprawach organizacyjnych związanych ze studiami.

Pracownicy Wydziału biorą udział w konferencjach międzynarodowych, dotyczących kształcenia na kierunkach prowadzonych przez Wydział. Dla przykładu Prof. Teresa Zielińska, Sekretarz Generalny IFTOMM, zajmuje się aspektami jakości umiędzynarodowienia, analizując aktualne trendy oraz profesjonalną wiedzę w tym zakresie. Prof. Zielińska wygłosiła na PW seminarium nt. „Quality in International Education” (2017), a także referaty *Sharing the experience about international students education: robotics program* podczas The 2<sup>nd</sup> IFToMM Asian Conference on Mechanism and Machine Science 2012, Tokyo, Japan, referat *Quality in Internationalization of Higher Education Institutions: Education, Research and Mobility*, Guwahati, Indie 2016, referat plenarny *Doświadczenia wynikające z kształcenia studentów międzynarodowych* w zakresie robotyki, Krajowa Konferencja Automatyki 2017

#### **Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 7:**

Konsekwentne, wieloletnie umiędzynarodowienie kształcenia na Wydziale poprzez spójne i skoordynowane:

1. Międzynarodową aktywność kadry np. udział w programach międzynarodowych (Horyzont 2020), liczni profesorowie wizytujący, stypendia dla młodej kadry i doktorantów, współpromotorstwo prac przez naukowców zagranicznych, recenzowanie prac zagranicą.
2. Projekty i inicjatywy wspierające umiędzynarodowienie kadry i studentów, np.: granty NAWA dotyczące współpracy międzynarodowej, program EMARO, Instytut Konfucjusza (Chiny, 2019), pracownik Wydziału pełni funkcję Pełnomocnika Rektora PW ds. Umiędzynarodowienia, międzynarodowe szkoły letnie.
3. Obowiązek poświadczenia bardzo dobrej znajomości języka przy wszystkich konkursach na stanowiska w PW. Wysokie wymagania przy egzaminach językowych przed doktoratem. Możliwość doskonalenia znajomości języka angielskiego przez kadrę (ciągłe kursy w PW).
4. Wypracowany system naboru kandydatów zagranicznych, np. procedury weryfikacji przygotowania kandydatów, komisja kwalifikacyjna, przedmioty wyrównawcze, Foundation Year – przygotowawczy jednoroczny program dla zagranicznych kandydatów na studia (z wyboru lub w przypadku niezaliczenia testu kwalifikacyjnego).
5. System pomocy w aklimatyzacji oraz realizacji toku studiów przez studentów zagranicznych, m.in. ERASMUS Wellcome Meetings w PW, Uczelniane i Wydziałowe strony www: kompletna, aktualizowana informacja i dokumenty w języku angielskim, Biuro Studentów Międzynarodowych (Uczenia i Wydział), podstawowe podręczniki w języku angielskim w bibliotece Wydziału, dwujęzyczne informacje w budynkach, dedykowany personel administracyjny w dziekanacie i w ITC do kontaktów.



6. Możliwość zaliczania przedmiotów w języku angielskim przez studentów polskojęzycznych. Możliwość pisania prac w języku angielskim przez wszystkich studentów. Wykłady anglojęzyczne dla studentów polskojęzycznych.
7. Prowadzenie szerokiej wymiany studenckiej, np. Erasmus+, umowy bilateralne, międzynarodowe praktyki studentów, międzynarodowa działalność Kół Naukowych, studyjne wyjazdy zagraniczne grup studenckich.
8. Udział studentów w programach międzynarodowych oraz publikacje wspólne ze studentami w międzynarodowych czasopiśmie i na konferencjach.

## **Kryterium 8. Wsparcie studentów w uczeniu się, rozwoju społecznym, naukowym lub zawodowym i wejściu na rynek pracy oraz rozwój i doskonalenie form wsparcia**

### **8.1. Systemy wspierania różnych grup studentów, w tym studentów z niepełnosprawnością**

Na Wydziale i Uczelni funkcjonują systemy wspierania różnych grup studentów, obejmujące różne potrzeby. Należy wskazać trzy z nich, o różnym przeznaczeniu.

Pierwszy system obejmuje wsparcie materialne: stypendia socjalne (w tym stypendium socjalne w zwiększonej wysokości, które ma na celu dofinansowanie opłat za mieszkanie w domach studenckich lub innych obiektach), stypendia specjalne dla osób niepełnosprawnych oraz zapomogi. Na Uczelni funkcjonuje Sekcja ds. Osób Niepełnosprawnych. Przydział stypendiów funkcjonuje w zgodzie z regulaminami tej pomocy. Studenci mogą ubiegać się o przyznanie pomocy materialnej na warunkach określonych w wewnętrznych aktach prawnych Uczelni i w regulaminach przyznawania pomocy. Kryteria wyszczególnione są w *Regulaminie ustalania wysokości, przyznawania i wypłacania świadczeń pomocy materialnej dla studentów PW*, który jest dostępny na stronie Biura Spraw Studenckich (BSS) PW. Pomoc materialna udzielana jest także w formie różnych grup stypendiów naukowych fundowanych przez Rektora. Regulaminy ich przyznawania dostępne są na stronie internetowej Wydziału oraz na stronie BSS. Wsparcie materialne pochodzi także z honorariów otrzymywanych przez studentów, którzy biorą udział w realizacji projektów badawczych. Informacje o wszystkich rodzajach wsparcia materialnego studenci mogą otrzymać także w Dziekanacie.

Drugi system wspierania studentów wspomaga proces uczenia się przedstawiony w dalszej części raportu. Podstawowym narzędziem wsparcia różnych grup studentów w procesie uczenia się, a w szczególności studentów z niepełnosprawnościami, jest indywidualne podejście do studenta, w tym możliwość realizacji przez studenta indywidualnego programu studiów. Szczegóły dotyczące indywidualizacji procesu uczenia, w tym wskazanie grup docelowych, jak również zakresu indywidualizacji, określone są w *Regulaminie studiów PW* oraz w wypracowanych wewnętrznych procedurach.

Uczelnia i Wydział posiadają także systemy wspierania różnorodnej aktywności studentów, kierowane do różnych grup przedstawione w punkcie 8.3. W szczególności na uczelni funkcjonuje Biuro Karier, które posiada informacje o praktykach, stażach i pracy oferowanej absolwentom, posiada informacje o narzędziach orientacji zawodowej, wspiera absolwentów w wyborze dalszej kariery. Na uczelni aktywnie działa także Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii, wspierające m.in. powstawanie młodych firm technologicznych, które mogą tworzyć studenci lub absolwenci, prowadzi programy preinkubacyjne, zbiera opinie o studiach, prowadzi warsztaty z zakresu m.in. *design thinking* etc.

### **8.2. Zakres i formy wspierania studentów w procesie uczenia się**

Na Wydziale MEiL został wdrożony skuteczny system opieki i wspierania studentów w procesie uczenia się, którego podstawą są dobre relacje łączące kadrę i władze Wydziału ze studentami. System wsparcia studentów i opieki naukowej, mający charakter regularnych działań i zwyczajów, jest widoczny w kilku obszarach. Spośród nauczycieli akademickich powołuje się rutynowo opiekuna roku oraz opiekunów kierunków i specjalności. Opiekun roku utrzymuje stały kontakt ze studentami i pomaga im w rozwiązywaniu bieżących problemów. Opiekunowie kierunków, którzy są członkami Komisji Kształcenia, w razie potrzeby mogą wpływać na program zajęć oraz występować do Dziekana i kierowników zakładów z wnioskiem o przeprowadzenie dodatkowych hospitacji. Studenci mogą też wnioskować o zmiany w dydaktyce, poprzez szeroką reprezentację w organach statutowych i

komisjach Wydziału. W zwyczaju akademickim są regularne konsultacje studentów z pracownikami w ustalonych godzinach.

Stałym elementem procesu dydaktycznego, wspierającym badania studentów, są prace dyplomowe wykonywane pod opieką pracowników naukowych. Tematy tych prac są zatwierdzane przez opiekunów kierunków i są w wielu przypadkach (zwłaszcza na studiach II stopnia) fragmentem prac badawczych wykonywanych w ramach projektów krajowych i międzynarodowych. Ważnym elementem wspierania studentów w procesie uczenia się, a w szczególności ułatwiania prowadzenia prac o charakterze naukowym, jest udostępnianie im bazy laboratoryjnej, programistycznej i konsultacji pracowników Wydziału.

Opieka naukowa i dydaktyczna polega także na wspieraniu merytorycznym i finansowym działalności licznych kół naukowych, które tradycyjnie stanowią mocną stronę procesu dydaktycznego na Wydziale. Studenci mają możliwość rozwijania w nich swoich zainteresowań, udziału w prestiżowych konkursach naukowych, realizowanych zarówno w kraju, jak i za granicą. Studenci kierunku MiPM angażują się w prace szeregu kół, w szczególności Studenckiego Koła Aerodynamiki Pojazdów, Koła WUT Racing i Koła Naukowego Awioniki MELAVIO.

Wydział zapewnia również wsparcie dydaktyczne poprzez system studiów indywidualnych, utrzymywanie struktury organizacyjnej dla potrzeb programów wymiany międzynarodowej (w tym ERASMUS), stwarzanie możliwości zaliczania niektórych przedmiotów w języku angielskim, organizowanie płatnych staży oraz wykładów profesorów wizytujących – wybitnych specjalistów z ośrodków światowych.

Wydział wspomaga proces uczenia się studentów także poprzez finansowanie i organizowanie szkoleń zawodowych i specjalistycznych. W roku 2019, w szkoleniu specjalistycznym „Urządzenia i instalacje elektryczne”, zakończonym egzaminem państwowym, wzięło udział 30 studentów kierunku MiPM otrzymując stosowne uprawnienia.

Szkolenia te mają wspomóc studentów/absolwentów w ich wejściu na rynek pracy np. w firmach produkcyjnych, w których wymagane są państwowe uprawnienia eksploatacyjne. Program kontynuowany będzie w latach 2020-2021.

Studenci zrzeszeni w kołach naukowych mają dodatkowo możliwość podnoszenia swoich kompetencji w zakresie oprogramowania wspomagającego obliczenia inżynierskie poprzez udział w certyfikowanych szkoleniach. Tylko w 2018 i 2019 r. dla studentów Koła Naukowego Robotyków oraz Studenckiego Koła Astronautycznego zorganizowano i sfinansowano blisko 10 specjalistycznych szkoleń z oprogramowania ANSYS, Solidworks, Python, Matlab, C++, sieci neuronowych i uczenia maszynowego. Koła naukowe otrzymują do dyspozycji fundusz na prowadzenie prac badawczych, nadzorowany przez Prodziekana ds. Studenckich.

### **8.3. Formy wspierania różnorodnej aktywności studentów**

Wspieranie mobilności studentów wynika z intensywnej współpracy badawczej zespołów Wydziału z jednostkami krajowymi i zagranicznymi, wysokiego poziomu umiędzynarodowienia oraz uczestnictwa Wydziału w programach mobilności (informacje na ten temat przedstawiono także w punkcie 6.1). Pozwala to studentom na realizację prac dyplomowych w uczelniach i instytutach zagranicznych. Swoje wyniki mogą prezentować na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Współpraca badawcza zespołów Wydziału z jednostkami zagranicznymi daje studentom możliwość realizacji części badań prac dyplomowych w uczelniach i instytutach w wielu krajach. Wydział umożliwia studentom odbywanie semestralnych lub rocznych studiów za granicą, jak również praktyk w ramach stypendialnego programu wymiany międzynarodowej ERASMUS+, EMARO+, lub krótszych wyjazdów

w ramach programu ATHENS. Dzięki kontaktom z pracodawcami oraz programom stażowym, Wydział umożliwia przygotowywanie prac dyplomowych i przejściowych w jednostkach zewnętrznych. Wyjazdami zagranicznymi zajmują się Pełnomocnicy Dziekana ds. Programów ERASMUS+.

Szerokie możliwości włączania się w projekty badawcze daje ponadto działalność studenckich kół naukowych. Przy Wydziale działa 13 kół naukowych. Stanowią one podstawową bazę – zarówno dydaktyczną, jak i badawczą – studentów. Koła mają swoich opiekunów, którzy wspierają członków w prowadzeniu badań, jak również w komunikacji naukowej. Koła otrzymują środki finansowe na swoją działalność (w tym między innymi na prowadzenie projektów, uczestnictwo w zawodach, konkursach, konferencjach, organizację debat i zjazdów) od Dziekana Wydziału i z funduszu Uczelni – w postaci np. Grantów Rektorskich. Od trzech lat niektóre projekty zdobywają dofinansowanie swojej działalności w ramach programu MNiSW *Najlepsi z Najlepszych!*. Wnioski do Ministerstwa studenci przygotowują przy wsparciu wydziałowego Pełnomocnika ds. Funduszy Strukturalnych. Przykładem takich projektów, realizowanych z udziałem studentów kierunku MiPM, są:

- Projekt robota mobilnego na zawody European Rover Challenge i University Rover Challenge oraz prezentacja osiągnięć Koła na międzynarodowych konferencjach naukowych – koło Naukowe SKA;
- Projekt bolidu wyścigowego startującego w międzynarodowych zawodach Formuła Student – Koło Naukowe WUT Racing;
- Działalność Studenckiego Koła Astronautycznego. Projekt robota mobilnego na międzynarodowe zawody University Rover Challenge 2018;
- Budowa i rozwój autonomicznych pojazdów w skali 1:10 na zawody Carolo-Cup oraz International Autonomous Robot Racing Challenge;
- Budowa i rozwój robotów mobilnych z systemami autonomicznej jazdy na międzynarodowe zawody i konferencje naukowe – Koło Naukowe Robotyków.

Wymiernym rezultatem projektów realizowanych przez koła naukowe są nagrody na prestiżowych zawodach międzynarodowych (np. *Aero Design* w USA), publikacje na zagranicznych konferencjach (np. *European Aeronautics Science Network International Conference* w Atenach, *The international IEEE Aerospace Conference 2019* w Stanach Zjednoczonych), jak również prace dyplomowe o charakterze praktycznym: projektowym, konstrukcyjnym.

W powstałym w 2015 r. Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej (CZLIIT PW) studenci zrzeszeni w kołach naukowych mogą korzystać z powierzchni Centrum, jego zasobów laboratoryjnych oraz informatycznych: <https://rkn.sspw.pl/?article:3436179>. W Uczelni od lat prowadzony jest konkurs „Pula Na Projekty Naukowe”, mający wspierać aktywność kół naukowych PW na polu naukowo-dydaktycznym. Kwota przypadająca na konkurs jest wydzielana z Funduszu Kulturalno-Wychowawczego i rozdzielana na Dużą Pulę oraz Małą Pulę. System wsparcia obejmuje także granty rektorskie dla kół naukowych.

Wszyscy studenci, nie tylko członkowie kół naukowych, mogą korzystać z udostępnianej im bazy sprzętowej i programistycznej oraz opieki i konsultacji pracowników Wydziału. Nauczyciele są dostępni dla studentów w wyznaczonych godzinach konsultacji, których plany układają i podają do wiadomości kierownicy jednostek.

Wydział, starając się przygotować studentów do pracy zawodowej, organizuje spotkania z potencjalnymi pracodawcami, organizowane są też wyjazdy naukowo-techniczne, podczas których studenci mogą zapoznać się między innymi z organizacją pracy w przedsiębiorstwach i innych instytucjach. Mogą być one dla nich przyszłymi pracodawcami.

Praktyki studenckie mogą odbywać się w różnych instytucjach, zarówno w kraju, jak i za granicą. Studenci mogą skorzystać z oferty przedstawionej przez Wydział lub wybierają miejsce samodzielnie i załatwiają formalności związane z realizacją praktyki. Konsultują się przy tym z pełnomocnikiem ds. praktyk, który sprawdza czy praca we wskazanej instytucji lub firmie odpowiada charakterowi studiów na kierunku MiPM. Studenci MiPM mogą ponadto uczestniczyć w programach stażowych organizowanych wspólnie z partnerami zewnętrznymi, przede wszystkim z Instytutem Lotnictwa i Engineering Design Center (General Electric).

Jednostką aktywnie wspierającą studentów Wydziału jest też Biuro Karier PW. Pomaga ono studentom i absolwentom w wejściu na rynek pracy oraz pośredniczy w nawiązywaniu i utrzymywaniu kontaktów z potencjalnymi pracodawcami. Studentom mającym predyspozycje i zainteresowania badawcze proponowana jest kontynuacja nauki w ramach studiów doktoranckich. Program studiów magisterskich zawiera moduły przygotowujące studentów do pracy naukowej.

Studenci Wydziału wykazują się różnymi formami aktywności. Bardzo prężnie działa Wydziałowa Rada Samorządu, która organizuje liczne wydarzenia – między innymi wyjazdy integracyjne dla nowoprzyjętych studentów, otrzęsiny, wyjęcia do teatru, wyjazdy narciarskie. Zarówno studenci z WRS, jak i kół naukowych, pomagają w organizacji *Dni Otwartych PW*. Angażują się w organizację i aktywnie uczestniczą w *Piknikach Naukowych Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik*, w *Festiwalach Nauki*, *Nocy Instytutu Lotnictwa* oraz licznych wystawach i wykładach dla najmłodszych.

Studenci Wydziału uczestniczą również w imprezach sportowych i artystycznych. Zdobywają wysokie miejsca w konkursach – np. III miejsce w Akademickich Mistrzostwach Polski w Wioślarstwie (Bydgoszcz), II miejsce w Mistrzostwach Polski Formacji Tanecznych FTS (Radom) lub II miejsce w Trójboju Siłowym Klasycznym (Kielce). Studenci mogą realizować swoje pasje taneczno-wokalne w Zespole Pieśni i Tańca Politechniki Warszawskiej, Teatrze, Orkiestrze Rozrywkowej lub w Chórze Akademickim PW.

Aktywność studentów jest także dobrze widoczna w obszarze współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym które przedstawiono w punkcie 6.

#### **8.4. System motywowania studentów oraz wspierania studentów wybitnych**

System motywowania studentów do osiągania możliwie najlepszych wyników w nauce opiera się na kilku podstawach.

Głównym narzędziem motywującym studentów do osiągania lepszych wyników w nauce oraz do prowadzenia badań naukowych jest system stypendiów. Studenci mogą uzyskać stypendium Rektora za wysokie wyniki w nauce, osiągnięcia naukowe, artystyczne lub wysokie wyniki w sporcie. Przeznaczone jest ono dla 10% najlepszych studentów danego kierunku. Rektor PW przyznaje także stypendia studentom pierwszego roku, którzy byli laureatami lub finalistami olimpiad przedmiotowych.

Rolę wspierającą i motywującą pełnią również stypendia przyznawane z Własnego Funduszu Stypendialnego PW. Świadczenia przyznawane są m.in. w formie stypendiów za wybitne indywidualne osiągnięcia studenta, stypendiów dla osób wyjeżdżających w ramach programu ATHENS, ERASMUS i stypendiów specjalnych (na zasadach uzgodnionych między PW i podmiotami dokonującymi wpłat na Fundusz). Studenci znajdujący się w trudnej sytuacji materialnej mogą dodatkowo ubiegać się o motywujące do osiągania dobrych wyników w nauce, stypendium im. Mieczysława Króla.

Na Wydziale przyznawane jest też studentom *Stypendium im. Justyny Moniuszko*. Stypendium zostało ufundowane przez Engineering Design Center – organizację utworzoną przez General Electric

oraz Instytut Lotnictwa. Celem stypendium jest wsparcie finansowe najbardziej uzdolnionych studentów.

Studenci uzyskują wsparcie, zarówno merytoryczne, jak i finansowe, gdy zamierzają startować w różnego rodzaju konkursach ogólnopolskich, uczelnianych lub organizowanych we współpracy z partnerami przemysłowymi, którym zależy na pozyskiwaniu studentów, jako swoich przyszłych pracowników (przykład – konkurs *General Electric Challenge*). W takim przypadku zwracają się do pracowników Wydziału z prośbą o wsparcie merytoryczne lub do Dziekana w sprawach finansowych. Studenci wybitni mogą uzyskać stypendium ministra za wybitne osiągnięcia. Możliwość wystąpienia o takie stypendia sygnalizowana jest studentom przez Prodziekana ds. Studenckich na podstawie przeglądów wyników studiów i osiągnięć.

Studenci wybitni zwykle już na studiach magisterskich rozpoczynają własną pracę naukową z wybranym opiekunem i są zachęceni przez opiekunów kierunków do podejmowania studiów doktoranckich lub kontynuacji prac w szkołach doktorskich. Ich prace, w porozumieniu z opiekunem, są wspomagane finansowo przez Dziekana.

### **8.5. Sposoby informowania studentów o systemie wsparcia**

Informacje dotyczące terminów i zasad ubiegania się o wszystkie dostępne dla studentów stypendia, oraz regulaminy ich przyznawania, są dostępne na stronie internetowej Wydziału w zakładce *Studia* → *Studia Stacjonarne* → *Stypendia* lub na stronie internetowej Biura Spraw Studenckich PW oraz na wydziałowych tablicach ogłoszeń i w dziekanacie. W tym samym trybie dostępne są informacje o wsparciu osób z niepełnosprawnościami.

W razie jakichkolwiek wątpliwości, studenci mogą kontaktować się z pracownikami dziekanatu pocztą elektroniczną lub telefonicznie. Ważnym elementem informacji są także Kolegia Dziekańskie i Rady Wydziału, w których przedstawiciele studentów biorą udział.

Studenci pierwszego roku dowiadują się o stypendiach ze strony internetowej Wydziału. Informowani są dodatkowo przez powołanych przez Dziekana Opiekunów pierwszego roku i członków samorządu.

### **8.6. Rozstrzygnięcie skarg i rozpatrywanie wniosków zgłaszanych przez studentów**

Student może przekazać swoje uwagi, wnioski oraz skargi Prodziekanowi ds. Studenckich lub ds. Dydaktycznych w formie pisemnej lub osobiście. Uwagi mogą być także przekazywane bezpośrednio Dziekanowi Wydziału. W przypadku doraźnych problemów rozstrzygają oni sprawy na bieżąco. W przypadku poważniejszych skarg, dotyczących przykładowo grupy studentów, mogą oni złożyć pisemne skargi wprost do Dziekana, który podejmuje działania wyjaśniające. Studenci mają też możliwość zwrócenia się bezpośrednio ze swoimi sprawami do Prorektora ds. Studenckich PW. Wszystkie działania są realizowane zgodnie z *Regulaminem studiów PW*.

Studenci mają też możliwość oceny pracy nauczyciela prowadzącego zajęcia oraz treści przez niego przekazywanych, przez wypełnienie anonimowej ankiety, udostępnianej pod koniec każdego semestru. Członkowie Wydziałowej Rady Samorządu uczestniczą w zebraniach Komisji ds. Kształcenia oraz Komisji ds. Jakości Kształcenia i mogą zabierać głos w dyskusji dotyczącej sposobu realizacji procesu dydaktycznego. Także przedstawiciele Samorządu mają możliwość zgłaszania wniosków w imieniu studentów na posiedzeniach Kolegium Dziekańskiego oraz Rady Wydziału.

Dziekan lub Prodziekani ds. Dydaktycznych lub ds. Studenckich bezpośrednio przekazują uwagi studentów prowadzącym zajęcia lub kierują je do kierowników zakładów z prośbą o analizę sytuacji,



rozmowę z pracownikiem i wprowadzenie ewentualnych zmian w programie lub regulaminie przedmiotu.

### **8.7. Zakres, poziom i skuteczność systemu obsługi administracyjnej studentów**

Obsługa administracyjna studentów dostępna jest w dziekanacie od poniedziałku do piątku, z wyjątkiem środy w określonych godzinach. Studentami opiekują się pracownicy o wysokich kwalifikacjach – wszyscy mają wykształcenie wyższe i odpowiednie przeszkolenie. Studentów obcokrajowców obsługują pracownicy ze znajomością języków obcych. Wszyscy pracownicy Dziekanatu i Biura Dziekana doskonalą swój warsztat, m.in. uczestniczą regularnie w kursach doskonalenia lub nauki języka angielskiego finansowanych przez Dziekana. Sprawy studenckie są rozpatrywane bezpośrednio w dziekanacie lub przez kontakt drogą internetową lub telefonicznie. Zakres obsługi studentów w dziekanacie obejmuje m.in. prowadzenie teczek personalnej studenta, przygotowywanie umów oraz aneksów do umów o świadczenie usług edukacyjnych, przygotowanie i wydawanie zaświadczeń o statusie studenta, przyjmowanie wniosków o Elektroniczne Legitymacje Studenckie oraz ich duplikaty, wniosków o pomoc materialną, stypendia i zapomogi, wydawaniem suplementów do dyplomów oraz dyplomów ukończenia studiów, wydawaniem odpisów oraz wyciągów ocen, przygotowywaniem protokołów zaliczeń i egzaminów.

Działanie systemu obsługi administracyjnej studentów jest oceniane przez Dziekana Wydziału oraz przez bezpośrednich przełożonych w systemie oceny okresowej pracowników administracyjnych Politechniki funkcjonującym na Uczelni. W Systemie Oceny Pracowników (SOP) dla poszczególnych grup zawodowych określone są wymagane kompetencje i kryteria oceny. W pierwszej fazie pracownik dokonuje samooceny, jak również ocenia go przełożony. Następnym etapem jest rozmowa dwóch stron, w której wskazane zostają silne i słabe strony pracownika. Natomiast skuteczność systemu obsługi jest analizowana na podstawie informacji przekazywanych przez studentów bezpośrednio do Dziekana lub Prodziekanów. Prowadzona jest także ankietyzacja oceny pracy dziekanatu przez studentów wydziału.

### **8.8. Działania dotyczące bezpieczeństwa studentów oraz przeciwdziałanie dyskryminacji i przemocy**

System bezpieczeństwa studentów, przeciwdziałania dyskryminacji i przemocy funkcjonuje na Wydziale i Uczelni w kilku obszarach.

W obszarze pierwszym wszyscy studenci rozpoczynający studia przechodzą obowiązkowe szkolenia BHP, zgodnie z Zarządzeniem Rektora. Odbývają się one w formie wykładu, według programu dostosowanego do specyfiki wydziałów i przy wykorzystaniu nowoczesnych środków przekazu informacji. Na zajęciach wymagających szczególnego bezpieczeństwa, w tym wszystkich zajęciach laboratoryjnych, udzielany jest instruktaż stanowiskowy.

W obszarze drugim – opieki medycznej – Wydział zapewnia studentom łatwy dostęp do lekarzy pierwszego kontaktu i specjalistów w placówkach medycznych współdziałających z PW. Informacje o opiece medycznej są dostępne na stronie internetowej Uczelni w zakładce *Studenci* → *Życie studenckie* → *Opieka medyczna*.

W obszarze trzecim Studenci mogą zgłaszać wszelkie przypadki dyskryminacji, przemocy czy innych zagrożeń do Prodziekana ds. Studenckich, Dziekana oraz Prorektora ds. Studenckich. Na uczelni funkcjonuje Komisja Dyscyplinarna ds. Studentów i Doktorantów oraz Komisja Odwoławcza. W skład tych Komisji wchodzi przedstawiciele Wydziału. Studenci mają możliwość zgłaszania spraw dotyczących naruszenia dyscypliny do tych komisji lub za pośrednictwem władz Wydziału.

W obszarze czwartym – pomocy i przeciwdziałania dyskryminacji osób niepełnosprawnych – na Uczelni działa Sekcja ds. Osób Niepełnosprawnych. Sekcja ta realizuje kompleksowe podejście Władz

Uczelni do problemów, z którymi borykają się studenci niepełnosprawni i uwzględnia potrzeby konkretnego studenta.

Na szczeblu uczelni funkcjonuje również studencki rzecznik zaufania, który może podejmować działania w sprawach zgłaszanych przez studentów. Uczelnianą politykę przeciwdziałania mobbingowi i dyskryminacji, a w szczególności rolę wydziałowych rzeczników zaufania oraz studenckiego rzecznika zaufania, określa *Zarządzenie Rektora nr 59/2014* wraz ze zmianami wprowadzonymi przez *Zarządzenie Rektora nr 22/2018*.

W pierwszym etapie zadaniem rzecznika zaufania jest rozpatrywanie spraw spornych na drodze mediacji, aby konflikt rozwiązać w sposób polubowny. W przypadku braku rozstrzygnięcia sporu w drodze mediacji, zainteresowany ma możliwość złożenia skargi, która rozpoczyna etap formalny. Lista rzeczników uczelnianych i wydziałowych zamieszczona jest na stronie biuletynu informacji publicznej PW.

### **8.9. Współpraca z samorządem studentów i organizacjami studenckimi**

Osobą odpowiedzialną za kontakty z Wydziałową Radą Samorządu i organizacjami studenckimi jest Prodziekan ds. Studenckich. Studenci mogą komunikować się z nim bezpośrednio w trakcie wyznaczonych w tygodniu dyżurów, jak również telefonicznie i przez pocztę elektroniczną. Co roku na początku października odbywa się spotkanie Prodziekana z przedstawicielami WRS i Kół Naukowych, na którym określany jest plan działania na nowy rok akademicki. Z ramienia WRS została wyznaczona osoba, której zadaniem jest wspieranie przepływu informacji między kołami naukowymi, WRS i Wydziałem.

Przewodniczący WRS uczestniczy w cotygodniowych kolegiach dziekańskich, w trakcie których informuje na bieżąco o wszelkich sprawach studenckich – sukcesach, nowych projektach czy też nieprawidłowościach. Uczestniczy także aktywnie w spotkaniach Komisji ds. Kształcenia, przekazując uwagi studentów dotyczące procesu kształcenia na Wydziale. Przedstawiciele WRS i kół naukowych uczestniczą w każdym miesiącu w Radach Wydziału, na których mogą zabierać głos w dyskusji, informować o sukcesach i problemach studentów. Koła naukowe co najmniej raz w roku prezentują na Radzie Wydziału swoje prace i osiągnięcia.

Dobre relacje władz Wydziału z WRS i kołami naukowymi sprzyjają owocnej współpracy, która dotyczy między innymi organizacji dużych wydarzeń, takich jak: Inauguracja Roku Akademickiego, Dzień Otwarty, czy zorganizowana w 2018 roku wystawa polskich osiągnięć lotniczych w 100-lecie Odzyskania Niepodległości – *Per aspera ad astra*. Samorząd organizuje imprezy związane ze Świętami Bożego Narodzenia i Wielkanocą, w których uczestniczą zarówno pracownicy, jak i studenci.

### **8.10. Monitorowanie, ocena i doskonalenie systemu wsparcia oraz motywowania studentów**

Ważnym narzędziem pozwalającym na doskonalenie systemu wspierania oraz motywowania studentów są badania ankietowe. Mają one różną formę. Studenci wypełniają ankietę dotyczącą jakości kształcenia, jak również wyposażenia sal dydaktycznych i stanu technicznego dostępnego wyposażenia. Wyniki ankiet są prezentowane i dyskutowane na kolegium dziekańskim i Radzie Wydziału, znajdują się także – w formie sprawozdania – na stronie internetowej Wydziału. Organizowany jest też konkurs na najlepszego wykładowcę (poprzez ankietowanie studentów) w trzech kategoriach (konkurs „Złotej Kredy”). Pytania dotyczące kształcenia i infrastruktury dydaktycznej znajdują się także w ankiecie dotyczącej badania losów absolwentów prowadzonej przez biuro karier PW. Wyniki badania publikowane są w sprawozdaniu z ankiety uczelni i przesyłane na Wydziały.

Studenci na szczeblu uczelnianym i wydziałowym biorą udział w pracach komisji stypendialnych i mają wpływ na ustalanie kryteriów przyznawania stypendiów oraz zapomóg.

Powołuje się rutynowo dwóch opiekunów pierwszego roku, którzy utrzymują stały kontakt ze studentami, zbierają informacje i przekazują je władzom Wydziału. Natomiast opiekunowie kierunków, którzy są też członkami Komisji ds. Kształcenia mogą wpływać na program zajęć oraz występować do Dziekana i kierowników zakładów z wnioskiem o przeprowadzenie dodatkowych hospitacji. Ponadto – dzięki szerokiej reprezentacji w organach statutowych i komisjach Wydziału – studenci mogą wnioskować o zmiany w dydaktyce czy infrastrukturze dydaktycznej.

Na kolegiach dziekańskich, zwoływanych z udziałem przedstawicieli studentów, są okresowo omawiane zagadnienia korekty systemu wsparcia w zakresie zasięgu jego oddziaływania, skuteczności systemu motywacyjnego, poziomu zadowolenia studentów i dostępności informacji.

### **Dodatkowe informacje, które uczelnia uznaje za ważne dla oceny kryterium 8:**

Warto podsumować realizowane od wielu lat **dobre praktyki** Wydziału w zakresie wspierania studenckiego ruchu naukowego, które skutkują dużymi osiągnięciami studentów, docenianymi przez media, sponsorów i instytucje.

- Utworzenie przez Dziekana nieformalnego zespołu zadaniowego, który w części obowiązków pełni rolę mini-biura ds. wspierania studenckiego ruchu naukowego.

W zespole tym pracuje:

- Prodzikan ds. Studenckich, który na początku każdego roku kalendarzowego dokonuje podziału puli środków finansowych, które Dziekan Wydziału wyznacza na wsparcie działalności Kół Naukowych oraz Wydziałowej Rady Samorządu. Prodzikan ds. Studenckich udziela promesy na wydatkowanie środków, biorąc pod uwagę plany aktywności Kół Naukowych i WRS-u na nadchodzący rok oraz uwzględniając ocenę dotychczasowych osiągnięć. Studenci przedstawiają raporty z wykonanych prac oraz – co najmniej raz w roku – przedstawiciele Kół Naukowych i WRS-u prezentują swoją działalność oraz osiągnięcia na posiedzeniu Rady Wydziału.
  - Pracowniczka administracji, która wspomaga planowanie budżetów kół naukowych, w tym rozliczanie dotacji sponsorów i Dziekana, oraz cyklicznie informuje Dziekana o wydatkowych środkach.
  - Pracowniczka administracji, która prowadzi ewidencję księgową wydatków kół studenckich oraz sprawuje nadzór nad prawidłowością procesu wydatkowania środków.
  - Pełnomocnik ds. Funduszy Strukturalnych na Wydziale, który zbiera informacje na temat potrzeb studentów w ruchu naukowym, wyszukuje informacje o ogłaszanych konkursach, koordynuje i uczestniczy w przygotowaniu wniosków o finansowanie konkursów i projektów, składanych do instytucji rządowych i gospodarczych. Jako przykłady działalności Pełnomocnika można wskazać przygotowanie wniosków w programie *Najlepsi z najlepszych!* (w tym roku Wydział złożył 8 wniosków).
- Wspieranie przez Dziekana studenckich „klubów turystyki przemysłowej”. Studenci planują wyjazdy naukowe, których celem są wizyty i szkolenia w największych zakładach polskich i zagranicznych oraz w wiodących firmach z zakresu kształcenia na kierunku. Na tej podstawie studenci zdobywają informacje na temat miejsc odbywania praktyk, staży oraz dotyczące przyszłych pracodawców. Wyjazdy te często zawierają elementy konferencji naukowych, podczas

których studenci prezentują przygotowane wcześniej artykuły, jak również omawiają zagadnienia techniczne związane ze zwiedzanymi zakładami przemysłowymi.

- Organizacja spotkań z firmami, mających na celu przybliżenie studentom rynku pracy oraz sylwetek ich potencjalnych pracodawców. W 2018 roku wspólnie z firmą General Electric zorganizowano całonocne spotkanie, na którym obecna była większość Kół Naukowych. Spotkanie to miało na celu poznanie potrzeb naukowo-badawczych firmy GE, w których zaspokojeniu mogliby uczestniczyć studenci zrzeszeni w ruchu studenckim Wydziału. Pierwsze efekty współpracy pojawiły się w zakresie druku 3D. Planowane jest, aby takie spotkania miały charakter cykliczny.

## Kryterium 9. Publiczny dostęp do informacji o programie studiów, warunkach jego realizacji i osiągniętych rezultatach

### 9.1. Dostęp do informacji – zakres, aktualność i zgodność z potrzebami odbiorców

Władze Uczelni i Wydziału przywiązują dużą wagę do właściwej polityki informacyjnej i promocyjnej. Zarówno na Wydziale, jak i na Uczelni funkcjonuje system przekazywania informacji, w następujących formach.

Informacje przeznaczone dla kandydatów na studia w PW są na bieżąco zamieszczane i aktualizowane na stronie internetowej Politechniki w zakładce *Rekrutacja* przeznaczonej dla kandydatów. Są to informacje dotyczące m.in. warunków przyjęć na studia, kalendarza rekrutacji, oferty edukacyjnej, pomocy socjalnej oraz zebrane w jednym miejscu różnorodne informacje dotyczące studiów oraz studiowania w PW. Informacje ogólnouczelniane dostępne są na ogólnodostępnych stronach internetowych Politechniki. Informacje dla studentów przyjętych na studia I i II stopnia na kierunku kształcenia prowadzone przez Wydział umieszczone są także na stronach internetowych Wydziału.

Wyniki badań karier absolwentów, prowadzonych przez Biuro Karier Uczelni, prezentowane w dozwolonym zakresie, umieszczone są cyklicznie (corocznie) w specjalnej zakładce na stronie internetowej Uczelni.

Na stronie wydziałowej dostępne są m.in. opisy programów kształcenia na wszystkich rodzajach, stopniach i formach studiów (Informatory o programach studiów), najważniejsze dokumenty, regulaminy i wzory podań, zakładane efekty kształcenia, plany studiów i zajęć, bieżące informacje ważne dla studentów, pracowników i osób spoza Wydziału. Strona internetowa ma także wydzieloną zakładkę (<https://www.meil.pw.edu.pl/MEiL/Wydzial/WSZJK/Ocena-jakosci/Ankietyzacja>) dotyczącą systemu zapewnienia jakości kształcenia, w której umieszczone są bieżące informacje dotyczące systemu, w tym dotyczące wyników badań ankietowych. Informacje zastrzeżone dla określonych grup pracowników są dostępne na serwerze intranetu prowadzonym przez Wydział. W celu doskonalenia sposobu komunikowania się z interesariuszami, strona jest okresowo modernizowana, a zamieszczane dane są na bieżąco aktualizowane. Informacje dotyczące szczegółowych treści kształcenia na wszystkich kierunkach są także dostępne w katalogach umieszczonych na stronach internetowych Uczelni (<https://ects.coi.pw.edu.pl/menu2/programy>).

Władze Wydziału uwzględniają także fakt sygnalizowany przez studentów, że obecnie kanałem komunikacyjnym powszechnie wykorzystywanym przez młodzież są media społecznościowe. Wydział prowadzi portale społecznościowe (<https://pl-pl.facebook.com/mechaniczny.energetyki.i.lotnictwa>) i zatrudnia osoby odpowiedzialne za aktualizację tych portali. Portale społecznościowe prowadzą także studenci oraz koła naukowe Wydziału. Podobnie do polityki informacyjnej wykorzystywane są media społecznościowe, za które odpowiadają władze Uczelni. PW posiada profile na serwerach Facebooka, Twittera, Instagramu, Snapchata oraz w serwisie LinkedIn, prowadzi także blogi.

Jeśli zachodzi potrzeba przekazania ważnych informacji (dotyczących np. działalności kół naukowych lub życia Wydziału – takim przypadkiem był start satelity studenckiego albo podpisanie umowy w sprawie zakupu lotniska w Przasnyszu) do mediów masowych, takich jak telewizja, radio prasa, władze Wydziału komunikują się Biurem Promocji i Informacji, które działa na PW, lub bezpośrednio z mediami.

W prowadzeniu właściwej polityki informacyjnej biorą także udział studenci Wydziału. Corocznie władze samorządu studenckiego organizują akcje informacyjne w liceach, związane z rekrutacją najlepszych absolwentów na kierunki kształcenia prowadzone przez Wydział. Podobnie Władze

Wydziału dbają o właściwą reprezentację Wydziału podczas kampanii informacyjnych organizowanych przez Politechnikę, w tym także Dni Otwartych. Należy tutaj także podkreślić działania Wydziału wynikające z faktu, że znaczną część studentów stanowią cudzoziemcy (Wydział oceniany jest jako najbardziej umiędzynarodowiony na Uczelni). Z tego powodu przez pracowników Wydziału przebywających za granicą prowadzone są akcje informacyjne, a grupy studentów zagranicznych zapraszane są na pilotażowe zajęcia.

Szczegółowe informacje dotyczące przebiegu procesu dydaktycznego studenci uzyskują także od swoich przedstawicieli obecnych w Samorządzie Studenckim oraz w Radzie Wydziału. Przedstawiciele studentów zapraszani są na wszystkie kolegia dziekańskie, które pełnią także rolę informacyjną.

Wymienione wyżej metody informowania są oczywiście wspierane przez pracowników Wydziału, którzy informują o procesach dydaktycznych i naukowych w trakcie zajęć i konsultacji odbywanych cyklicznie. Opiekun kierunku jest odpowiedzialny na doradzanie studentom w wyborze specjalności, wyborze przedmiotów. Podobną rolę pełnią Prodziekani i opiekunowie różnych elementów procesu dydaktycznego.

### ***9.2. Dostęp do informacji – ocena i doskonalenie***

Na uczelni funkcjonują różne mechanizmy oceny publicznego dostępu do informacji oraz oceny skuteczności informowania. Należy wymienić następujące.

Za politykę informacyjną na poziomie uczelni odpowiedzialne jest Biuro Promocji i Informacji, które monitoruje skuteczność polityki informacyjnej, w tym np. prowadzi statystyki odsłon stron internetowych we wszystkich zakładkach, kierowanych do różnych grup odbiorców, w tym do studentów i pracowników. Przekazywane informacje dotyczą zarówno dydaktyki, jak i badań prowadzonych na PW. Biuro to przygotowuje także raporty samooceny oraz informacje na temat pozycji PW i jej jednostek w różnych rankingach, obejmujących także kształcenie. Raport dotyczący oceny polityki informacyjnej przygotowany jest comiesięcznie i rozsyłany do Dziekanów Wydziałów. Raporty te są omawiane na Kolegiach Dziekańskich, także w obecności przedstawicieli studentów.

Za politykę informacyjną na Wydziale, w tym za informowanie dotyczące bezpośrednio kształcenia, odpowiedzialni są Prodziekani i Dziekanat. Wydział zatrudnia osoby, które odpowiadają za aktualizację informacji dostępnych na stronach Wydziałowych i w mediach społecznościowych. Sprawy skuteczności i oceny informowania omawiane są na Kolegiach Dziekańskich z przedstawicielami Samorządu Studentów. Analizowana jest także – z punktu widzenia rekrutacji – polityka informacyjna dotycząca kierunków.



## **Kryterium 10. Polityka jakości, projektowanie, zatwierdzanie, monitorowanie, przegląd i doskonalenie programu studiów**

Z powodu konieczności dokonania zmian organizacyjnych na Uczelni i Wydziale, spowodowanych wdrażaniem nowej ustawy o szkolnictwie wyższym i nauce, duża część opisanych tu działań podlega intensywnym pracom dostosowawczym.

### **10.1. Polityka jakości kształcenia**

Polityka jakości kształcenia na Wydziale realizowana jest w oparciu o stosowne dokumenty zewnętrzne, w tym ustawy oraz rozporządzenia MNiSW, a także wewnętrzne akty prawne Politechniki Warszawskiej i Wydziału. Wydziałowe zasady postępowania zapisane są także w Księdze Jakości Kształcenia Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa, w której podane są szczegółowo poszczególne procesy i procedury dotyczące kształcenia. Obecnie, z powodu zmian ustawowych, księga ta jest w trakcie intensywnych modyfikacji.

W sprawy związane z jakością kształcenia zaangażowane są m.in. następujące zespoły i osoby:

Od strony Uczelni:

- Senacka Komisja ds. Kształcenia, odpowiedzialna za opiniowanie wniosków Wydziałów wymagających decyzji Senatu lub Rektora, w tym tworzenie i modyfikację studiów.
- Uczelniana Rada ds. Jakości Kształcenia, nadzorująca pracę wydziałowych rad/komisji ds. jakości kształcenia.

Od strony Wydziału:

- Komisja ds. Kształcenia, opracowująca i opiniująca wszystkie wnioski dotyczące kształcenia na Wydziale. Oprócz dziekana i prodziekanów składa się ona z opiekunów kierunków i specjalności oraz przedstawicieli studentów i doktorantów. Wykonuje najważniejsze prace związane z tokiem kształcenia na Wydziale, w szczególności przygotowuje lub opiniuje wnioski na Radę Wydziału. Jest głównym ciałem odpowiedzialnym za programy studiów.
- Komisja ds. Jakości Kształcenia, nadzorująca proces kształcenia i kontrolująca na bieżąco jego przebieg. W jej skład wchodzi przedstawiciele obu instytutów składających się na Wydział oraz przedstawiciele studentów i doktorantów.
- Prodziekan ds. Dydaktycznych, sprawujący bezpośredni nadzór nad przebiegiem studiów.
- Prodziekan ds. Studenckich, zapewniający odpowiednią współpracę pomiędzy studentami a Wydziałem, opiekujący się praktykami i biblioteką wydziałową.
- Dyrektor/wicedyrektor Instytutu, zapewniający środki finansowe na prowadzenie zajęć.
- Opiekun kierunku lub specjalności, sprawujący bezpośredni nadzór nad kształceniem na kierunku lub specjalności. Opracowuje on ewentualne zmiany w programach nauczania, w tym dodawanie nowych przedmiotów, zatwierdza tematy prac dyplomowych, bezpośrednio lub poprzez pełnomocnika nadzoruje praktyki studenckie.
- Kierownicy zakładów, dbający o właściwą obsadę zajęć.
- Opiekun przedmiotu, odpowiedzialny za jego sylabus, treści programowe, proces weryfikacji osiągnięć studentów itp.

W celu zapewnienia wysokiej jakości kształcenia Wydział podejmuje szereg działań służących jej podnoszeniu. Widoczne jest to także w programach studiów oraz podczas ich realizacji. Wymienić tu można:

- Elastyczny program studiów, obejmujący możliwość wyboru grupy przedmiotów specjalnościowych, ale także przedmiotów całkowicie wolnego wyboru. Ta ostatnia grupa obejmuje wiele przedmiotów z innych kierunków lub specjalności, ale także ciągle poszerzaną ofertę przedmiotów spoza ścisłego programu.
- Wspieranie kół naukowych i ich roli w kształceniu. Od wielu lat na Wydziale panuje przekonanie, że najlepszą formą nauki jest własna twórczość studentów. Stąd też bardzo duża liczba kół naukowych wspieranych organizacyjnie i finansowo przez Dziekana. Za realizację konkretnych zadań studenci otrzymać mogą dodatkowe punkty ECTS.
- Wspieranie wymiany studenckiej. Wydział stara się o jak najszerze kontakty z renomowanymi uczelniami zagranicznymi i – poprzez udział w programie Erasmus – o możliwość realizacji części programu na uczelniach zagranicznych. Od wielu lat wszyscy zainteresowani studenci, spełniający warunki dopuszczenia do wyjazdu, nie mają problemu z uzyskaniem odpowiedniej oferty.
- Projekty zewnętrzne, zwłaszcza z funduszy unijnych, których Wydział wielokrotnie był beneficjentem. Uzyskane środki służą podnoszeniu kwalifikacji kadry, uruchamianiu nowych przedmiotów, organizowane są staże i dodatkowe szkolenia dla studentów, itp.
- Rozwój infrastruktury. Wszystkie sale dydaktyczne Wydziału są wyposażone w nowoczesne urządzenia multimedialne, ciągle doskonalone są laboratoria dydaktyczne. W chwili obecnej w jednym z Instytutów trwa bardzo duży projekt inwestycyjny, w ramach którego powstaną nowe sale dydaktyczne, laboratoria oraz pomieszczenia dla kół naukowych.

### **10.2. Projektowanie, zmiany i zatwierdzanie programu studiów**

Sprawy związane z projektowaniem i zmianami w programie studiów reguluje na poziomie Uczelni uchwała Senatu nr 390/2019 oraz Zarządzeniu Rektora nr 53/2019.

Projekt nowego oraz zmiany istniejącego programu opracowywane są przede wszystkim przez opiekunów kierunku oraz specjalności. Dokonywane jest to:

- Z inicjatywy własnej, pod wpływem analizy procesu kształcenia oraz sytuacji zewnętrznej, np. zmieniającego się rynku pracy, informacji od pracodawców, wyników ankiet i badania losów absolwentów;
- Jako efekt działań Komisji ds. Kształcenia (np. zmiany przedmiotów ogólnowydziałowych);
- Pod wpływem sugestii Komisji ds. Jakości Kształcenia, np. jako wynik zaobserwowanych uchybień;
- Na wniosek studentów, za pośrednictwem Wydziałowej Rady Samorządu Studentów (WRS). Podkreślić należy bardzo aktywny w ostatnich latach udział studentów w pracach służących poprawie kształcenia. Studenci na prośbę odpowiednich jednostek Wydziału, ale także z własnej inicjatywy, podjęli szereg prac, a ich zdanie brane jest pod uwagę we wszelkich podejmowanych działaniach;
- Na wniosek pracowników Wydziału (np. wprowadzenie nowych przedmiotów zaproponowanych przez tych pracowników);
- Na wniosek Rady Konsultacyjnej przy Wydziale MEiL. Konsultacja Rady jest niezbędna przy opracowywaniu nowego programu, ale także jej członkowie służą pomocą przy bieżących zmianach.

Po zgłoszeniu oraz wstępnym opracowaniu zmian dyskutowane są one każdorazowo na forum Komisji ds. Kształcenia, w razie potrzeby o konsultacje proszone są osoby spoza Komisji. W przypadku dużych zmian lub opracowywania nowego programu, o ich ocenę proszeni są członkowie Rady

Konsultacyjnej, którzy także –w ramach swoich możliwości – mogą proponować zmiany i uczestniczyć w bieżących pracach nad nowym programem. Zmiany programu opiniowane są także przez WRS. Po wstępnym uzyskaniu zgodności, wszystkie zmiany podlegają głosowaniu na forum Komisji ds. Kształcenia, a następnie są przedstawiane Dziekanowi i dyskutowane na kolegium dziekańskim. Ostateczną decyzję podejmuje Rada Wydziału w drodze głosowania.

W przypadku tworzenia nowego programu, zmian efektów uczenia się lub przyporządkowania kierunku do dyscyplin naukowych Dziekan, po pozytywnej uchwale RW, przygotowuje odpowiedni wniosek do Senatu, który wcześniej opiniowany jest przez Senacką Komisję ds. Kształcenia.

Dokładniejszy opis procedur projektowania i zatwierdzania zmian programu studiów na poziomie Wydziału opisany jest w Księdze Jakości Kształcenia Wydziału MEiL.

### **10.3. Monitorowanie programu i procesu kształcenia**

Program kształcenia monitorowany jest na bieżąco przez Komisję ds. Kształcenia, Komisję ds. Jakości Kształcenia, oraz opiekunów kierunku i specjalności. Okresowo o jego kompleksową ocenę proszeni są także kompetentni członkowie Rady Konsultacyjnej. Komisja ds. Kształcenia kontroluje także, czy ewentualne zmiany na innych prowadzonych kierunkach nie stwarzają konieczności lub możliwości zmian w programie danych studiów, np. propozycja nowego przedmiotu w jednym z prowadzonych kierunków może być interesująca także dla innego.

Proces kształcenia podlega bardziej skomplikowanym procesom i procedurom nadzoru. Są to:

- Nadzór Komisji ds. Jakości Kształcenia i wyszukiwanie ewentualnych nieprawidłowości. Zwłaszcza dotyczy to zgodności z przepisami oraz efektywności kształcenia na poziomie ogólnym. Bardzo pomocne są tu opinie Rady Konsultacyjnej.
- Ankietyzacja i badanie losów absolwentów. Wykorzystywane są tu przede wszystkim działania ogólnouczelniane, realizowane przed Biuro Karier PW oraz Dział Badań i Analiz Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej. Wyniki tych badań przekazywane są na Wydział i analizowane przez Prodziekana ds. Dydaktycznych, Komisję ds. Kształcenia i Komisję ds. Jakości Kształcenia. W analizach wykorzystywane są także dane opracowywane przez ogólnopolski system monitorowania Ekonomicznych Losów Absolwentów szkół Wyższych (ELA).
- Ankietyzacja zajęć wykonywana przez Uczelnię. Ankietyzacji podlega w każdym semestrze około 30-40% zajęć. Wyniki są dostępne w postaci ogólnej ogółowi społeczności Wydziału, zaś szczegółowe prodziekanom, oraz dyrektorom instytutów i kierownikom zakładów (dotyczące podległych im pracowników). Wgląd do nich ma także WRS.
- Hospitacja i ocena zajęć wykonywana przez kierowników zakładów. Wykonywana jest w miarę potrzeb, zwłaszcza dotyczy to nowych pracowników oraz nowo uruchomionych przedmiotów oraz zajęć, do których zgłaszane były zastrzeżenia.
- Nadzór kierowników przedmiotów nad realizacją zajęć. W przypadku przedmiotów realizowanych w licznych grupach zajęciowych (zwłaszcza w formie zajęć laboratoryjnych, projektowych itp.), kierownik przedmiotu odpowiedzialny jest za kontrolę jakości kształcenia realizowanego przez wszystkie osoby prowadzące zajęcia. W szczególności dba on o jednakowe zasady weryfikacji efektów, kontroluje na bieżąco oceny studentów, jest także pierwszą instancją odwoławczą w przypadku wątpliwości co do oceny i – w porozumieniu z bezpośrednim ocenianym – ma prawo jej zmiany.
- Ankietyzacja wykonywana przez WRS, przeprowadzana siłami studentów, dotycząca głównie uchybień.

#### **10.4. Ocenianie osiągnięcia efektów uczenia się**

Ocenianie osiągania efektów uczenia się, prowadzone na bieżąco, dotyczy dwóch aspektów: osiągnięcia poszczególnych efektów przedmiotowych oraz efektów szerszych, w tym oczekiwanych po każdym z etapów rejestracji, po zakończeniu stopnia studiów, itp.

- Ocena osiągnięcia efektów uczenia się dla danego przedmiotu polega na monitorowaniu ocen uzyskiwanych przez studentów z każdego z przedmiotów oraz dokonywaniu ich analizy. Na najniższym etapie dokonuje tego kierownik przedmiotu (jeśli jest to duży przedmiot, prowadzony przez wiele osób) oraz kierownik zakładu. Jest to kontrola wybranych prac (np. projektów, sprawdzianów zaliczeniowych, egzaminów, itp.), jak i rozkładu ocen z przedmiotu. Ocena taka wykonywana jest także dla wybranych przedmiotów (z inicjatywy własnej, studentów lub innych osób zaangażowanych w proces kształcenia) przez Prodziekana ds. Dydaktycznych (w tym przypadku głównie dotyczy to rozkładu ocen). Jeśli dotyczy to przedmiotów ogólnowydziałowych lub prowadzonych dla więcej niż jednego kierunku, pozwala to na analizę większej liczby przypadków. Jeśli mowa jest o przedmiotach kierunkowych, analizy takiej dokonuje opiekun kierunku. W przypadku rażących odchyień podejmowane są dalsze akcje, w tym bardziej szczegółowy przegląd treści przedmiotu, sposobów potwierdzania efektów uczenia się itp.
- Ocena osiągnięcia efektów uczenia się po etapach rejestracji dokonywana jest przez Dziekana, przy wydatnym udziale Prodziekana ds. Dydaktycznych. Wydział stosuje jednolity system rejestracji po każdym semestrze zajęć. Pozwala to na częsty przegląd postępów studentów. Analizowane są rozkłady punktów ECTS zdobytych przez studentów na danym kierunku/specjalności i dokonywane ewentualne korekty wymagań lub programu, np. eliminowane są zgrupowania trudnych do zaliczenia przedmiotów w jednym semestrze lub sugerowane zmiany formy zaliczeń (np. wprowadzenie lub rezygnacja z egzaminu końcowego). Bardzo pomocne są tu analizy wykorzystywane przy przydzielaniu stypendiów za wyniki w nauce.
- Po zakończeniu pierwszego stopnia studiów analizowane są średnie ocen studentów, poziom prac dyplomowych oraz liczba studentów kontynuująca naukę na studiach drugiego stopnia.
- Po zakończeniu każdego ze stopni dokonywane są, opisane w poprzednim podpunkcie, analizy losu absolwentów, przeprowadzane w oparciu o badania ankietowe oraz system ELA. Wykorzystywane są także z informacji uzyskane bezpośrednio od przedstawicieli przedsiębiorstw zatrudniających absolwentów Wydziału (oczywiście w formie anonimowej).

Uzyskiwane wyżej wymienionymi drogami informacje wykorzystywane są zarówno do bieżącej korekty sposobów nauczania (np. drobne zmiany w zawartości przedmiotów), korekty dopuszczalnego deficytu punktów ECTS w rejestracji, itp., jak i do zmian programu studiów.

#### **10.5. Wpływ interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych na doskonalenie i realizację programu studiów**

Interesariuszami wewnętrznymi są przede wszystkim **studenci kierunku**. Ich wpływ na doskonalenie i realizację programu studiów realizowany jest przede wszystkim za pośrednictwem Wydziałowej Rady Samorządu Studentów (WRS). Wydział zapewnia studentom odpowiednie pomieszczenie z wyposażeniem, miejsce na serwerach Wydziału itp., co wpływa na łatwość komunikacji studentów z WRSem. Bieżące kontakty samorządu z Prodziekanami, głównie ds. Studenckich, w mniejszym stopniu ds. Dydaktycznych, pozwalają na sprawny i szybki obieg informacji. Przedstawiciele studentów są także stałymi członkami wszystkich komisji i zespołów, których tematyka prac dotyczy

spraw związanych ze studiami (w tym Komisji ds. Kształcenia i Komisji ds. Jakości Kształcenia). Uczestniczą także aktywnie w obradach Rady Wydziału oraz cotygodniowego Kolegium Dziekańskiego.

WRS opiniuje wiele decyzji i procesów dotyczących studiów. Opiniowane są m.in.:

- Programy studiów.
- Warunki rejestracji na kolejne semestry studiów, w tym dopuszczalne deficyty punktowe.
- Semestralny plan zajęć.
- Harmonogramy sesji egzaminacyjnych.

Najważniejsze bieżące sprawy, z którymi zwracają się studenci. Dotyczą one przede wszystkim:

- Uwag co do realizacji przedmiotów oraz sugestii ewentualnych zmian.
- Propozycji zmiany programu studiów, przede wszystkim poprzez dodanie, usunięcie lub zmianę przedmiotów.
- Dodania nowych przedmiotów obieralnych swobodnego wyboru do oferty wydziałowej.
- Propozycji organizacji dodatkowych kursów i szkoleń, w miarę możliwości Wydziału bezpłatnych lub ze zredukowanymi opłatami.
- Uwag co do infrastruktury i warunków prowadzenia zajęć, w tym dotyczących wyposażenia pomieszczeń w których odbywają się zajęcia.

Przykładami inicjatyw studentów z ostatnich lat są:

- Z zakresu infrastruktury: zakup ławek w budynkach Wydziału; doprowadzenie do wszystkich miejsc sieci Wi-Fi.
- Z zakresu kształcenia: zmiana osób prowadzących zajęcia (zwłaszcza dotyczy to działań matematyki, nauczanych przez osoby z poza Wydziału); zmiany w planie zajęć (np. przełożenie pracy przejściowej na drugi semestr dla studentów II stopnia zaczynających studia od semestru zimowego)

Druga grupa interesariuszy wewnętrznych to **pracownicy Wydziału**. Każdy z pracowników Wydziału ma możliwość zaproponowania (poprzez Komisję ds. Kształcenia) dowolnych zmian w programie studiów jak też, co zdarza się dość często, poprowadzenia nowego przedmiotu obieralnego.

Interesariusze zewnętrzni to przede wszystkim **pracodawcy**, zatrudniający absolwentów Wydziału, a także realizujący staże i praktyki studenckie. Ich wpływ na doskonalenie i realizację programu studiów odbywa się przede wszystkim poprzez udział w pracach Rady Konsultacyjnej. Rada ta działa przy Wydziale i skupia wysokiej rangi przedstawicieli otoczenia społeczno-gospodarczego z przedsiębiorstw, których tematyka działania odpowiada tematyce studiów na Wydziale

Istotnym kanałem pozyskiwania i uwzględniania opinii interesariuszy zewnętrznych są badania prowadzone przez oraz Dział Badań i Analiz Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej. W ostatnim okresie prowadzone były badania fokusowe z przedstawicielami instytucji zatrudniających absolwentów Politechniki, w tym związanych z kierunkiem MiPM. Wyniki tych badań, po opracowaniu, przekazywane są na Wydział, gdzie podlegają analizie dokonywanej przez Komisję ds. Kształcenia.

### **10.6. Wykorzystanie informacji dotyczących jakości kształcenia**

Wyniki oceny jakości kształcenia wykorzystywane są w dwojaki sposób:

- Ocena programu oraz ogólna ocena jakości kształcenia. Decydująca jest tutaj rola Komisji ds. Jakości Kształcenia oraz opiekuna kierunku. W przypadku stwierdzenia lub otrzymania informacji o jakiegokolwiek nieprawidłowości, zwłaszcza dotyczącej zgodności z przepisami, dostosowania do potrzeb rynku pracy itp. przez Komisję ds. Kształcenia podejmowane są

działania naprawcze. Komisja w tym przypadku obraduje w trybie zebrań nadzwyczajnych. Ciągłe zmiany, wynikające z konieczności doskonalenia procesu kształcenia, wprowadzane są rzadziej i podlegają dokładnej analizie Komisji. Część informacji analizowana jest bezpośrednio przez Komisję ds. Kształcenia, która dba o to, żeby program studiów jak najlepiej odpowiadał potrzebom interesariuszy wewnętrznych (studentów, dla których istotna jest jakość studiów oraz sposób przekazywania wiedzy, a także łatwość dostania dobrej pracy w przyszłości), jak i zewnętrznych (przedstawiciele środowiska społeczno-gospodarczego, dla których najważniejsze jest otrzymanie wysokiej jakości pracowników). Wszystkie sugestie są na bieżąco analizowane i – w miarę możliwości, jeśli jest to uzasadnione – wprowadzane w życie w opisanym wcześniej trybie.

- Ocena realizacji poszczególnych zajęć przez pracowników. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości, działania dokonywane są przez kierowników przedmiotów (jeśli jest to inna osoba niż prowadzący zajęcia) oraz kierowników zakładów. Gdyby było to niewystarczające, inicjatywę przejmuje Dziekan. Szczegółowe wyniki oceny prowadzenia zajęć, dostępne kierownikom zakładów i dyrektorom instytutów, mają wpływ np. na podejmowanie decyzji dotyczących awansów lub zmiany wynagrodzenia pracowników.



## Część II. Perspektywy rozwoju kierunku studiów

Analiza SWOT programu studiów na ocenianym kierunku i jego realizacji, z uwzględnieniem szczegółowych kryteriów oceny programowej

	POZYTYWNE	NEGATYWNE
<b>Czynniki wewnętrzne</b>	<p><b>Mocne strony</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bogata tradycja i dobra renoma – Wydział dobrze rozpoznawany w środowisku technicznym, wysoko notowany wśród studentów i pracodawców.</li> <li>2. Wysoko i wszechstronnie wykwalifikowana kadra dydaktyczna; interdyscyplinarność Wydziału.</li> <li>3. Znaczący udział badań naukowych w programie kształcenia.</li> <li>4. Duże zaangażowanie studentów w życie Wydziału – prężnie działające koła naukowe i aktywny udział studentów w wydarzeniach pod patronatem Wydziału.</li> <li>5. Dobrze rozwinięte kształcenie w języku angielskim, w tym we współpracy międzynarodowej.</li> </ol>	<p><b>Słabe strony</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nadmierne obciążenie pracowników naukowo-dydaktycznych i dydaktycznych obowiązkami administracyjnymi.</li> <li>2. Ograniczone środki finansowe, utrudniające modernizację laboratoriów i nadążanie za rozwojem techniki.</li> <li>3. Niewystarczająca oferta finansowa dla młodych naukowców i pracowników Wydziału.</li> <li>4. Stara infrastruktura, podlegająca ochronie konserwatora zabytków, co ogranicza swobodę modernizacji.</li> <li>5. Niewielka liczba stałej kadry wykształconej w innych krajach.</li> </ol>
<b>Czynniki zewnętrzne</b>	<p><b>Szanse</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pozytywne tendencje na rynku pracy – wzrastające zapotrzebowanie na inżynierów lotniczych na całym świecie.</li> <li>2. Wykorzystanie elitarnego charakteru Wydziału i wysokiej pozycji kierunku kształcenia.</li> <li>3. Zainteresowanie interesariuszy zewnętrznych współpracą z Wydziałem.</li> <li>4. Zwiększenie popularności studiów anglojęzycznych na Politechnice Warszawskiej oraz wzrost liczby studentów z zagranicy.</li> <li>5. Pozyskiwanie środków na rozwój kształcenia, takich jak fundusze strukturalne;</li> </ol>	<p><b>Zagrożenia</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biurokratyzacja procesu dydaktycznego, nadmierna formalizacja działalności szkolnictwa wyższego; nieustanne zmiany przepisów, destabilizujące pracę uczelni.</li> <li>2. Niewielkie wykorzystanie wiedzy naukowej przez przedsiębiorstwa (duże firmy są własnością obcych koncernów wdrażających wyniki swoich badań, małe firmy, chętne do współpracy, nie mają środków na udział w badaniach).</li> <li>3. Niewielkie zainteresowanie kierunkiem ze strony młodych naukowców, wynikające m.in. z niewystarczających nakładów na edukację i naukę.</li> <li>4. Obniżenie prestiżu zawodu nauczyciela akademickiego i obniżający się poziom nauczania w szkolnictwie.</li> </ol>

(Pieczęć uczelni)

.....

(podpis Dziekana/Kierownika jednostki)

Warszawa, dnia .....

.....

(podpis Rektora)

### Część III. Załączniki

#### Załącznik 1. Zestawienia dotyczące ocenianego kierunku studiów

Tabela 1. Liczba studentów ocenianego kierunku<sup>3</sup>

Poziom studiów	Rok studiów	Studia stacjonarne		Studia niestacjonarne	
		Dane sprzed 3 lat	Bieżący rok akademicki	Dane sprzed 3 lat	Bieżący rok akademicki
I stopnia	I	30	26	42	35
	II	28	20	32	20
	III	23	22	45	24
	IV	37	30	29	20
II stopnia	I	40	27	64	29
	II	35	11	65	63
jednolite studia magisterskie	I	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY
	II	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY
	III	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY
	IV	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY
	V	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY
	VI	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY	NIE DOTYCZY
<b>Razem:</b>		193	136	277	191

<sup>3</sup> Należy podać liczbę studentów ocenianego kierunku, z podziałem na poziomy, lata i formy studiów (z uwzględnieniem tylko tych poziomów i form studiów, które są prowadzone na ocenianym kierunku).

**Tabela 2. Liczba absolwentów ocenianego kierunku w ostatnich trzech latach poprzedzających rok przeprowadzenia oceny**

Poziom studiów	Rok ukończenia	Studia stacjonarne		Studia niestacjonarne	
		Liczba studentów, którzy rozpoczęli cykl kształcenia kończący się w danym roku	Liczba absolwentów w danym roku	Liczba studentów, którzy rozpoczęli cykl kształcenia kończący się w danym roku	Liczba absolwentów w danym roku
I stopnia	2017	31	24	58	10
	2018	31	21	64	11
	2019	30	24	42	6
II stopnia	2017	49	25	64	30
	2018	21	23	73	23
	2019	33	11	64	29
jednolite studia magisterskie	2017	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	2018	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy
	2019	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy
<b>Razem:</b>		195	128	365	109

**Tabela 3. Wskaźniki dotyczące programu studiów na ocenianym kierunku studiów, poziomie i profilu określone w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 27 września 2018 r. w sprawie studiów (Dz. U. poz. 1861 z późn. Zm.)<sup>4</sup>**

**Tabela 3a. I poziom studiów stacjonarnych**

Nazwa wskaźnika	Liczba punktów ECTS/Liczba godzin
<b>SPECJALNOŚĆ</b>	<b>KWPI</b>
Liczba semestrów i punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na ocenianym kierunku na danym poziomie	7sem., 210ECTS + 4 ECTS praktyk
Łączna liczba godzin zajęć	2790
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	112
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów	79
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne	6
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom do wyboru	71
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	4
Wymiar praktyk zawodowych (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	4 tygodnie
W przypadku stacjonarnych studiów pierwszego stopnia i jednolitych studiów magisterskich liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	90
<b>W przypadku prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość:</b>	
1. łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach stacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach stacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	1./ nie dotyczy
2. łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach niestacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach niestacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	2. nie dotyczy

<sup>4</sup> Tabelę należy wypełnić odrębnie dla każdego z poziomów studiów i każdej z form studiów podlegających ocenie.

**Tabela 3b. I poziom studiów niestacjonarnych**

Nazwa wskaźnika	Liczba punktów ECTS/Liczba godzin			
	KWPI	Energetyka	Robotyka	Lotnictwo
SPECJALNOŚĆ				
Liczba semestrów i punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na ocenianym kierunku na danym poziomie	7sem., 210ECTS			
Łączna liczba godzin zajęć	1440			
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	58	58	58	58
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	82	82	82	82
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne	5	5	5	5
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom do wyboru	63	63	63	63
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	0	0	0	0
Wymiar praktyk zawodowych (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	0	0	0	0
W przypadku stacjonarnych studiów pierwszego stopnia i jednolitych studiów magisterskich liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0	0	0	0
<b>W przypadku prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość:</b>				
1. Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach stacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach stacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	1./ nie dotyczy			
2. Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach niestacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach niestacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	3. nie dotyczy			

Tabela 3c. II poziom studiów stacjonarnych

Nazwa wskaźnika	Liczba punktów ECTS/Liczba godzin	
	KWPI	MOSKOM
<b>SPECJALNOŚCI</b>		
Liczba semestrów i punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na ocenianym kierunku na danym poziomie	3 semestry, 91 pkt. ECTS	
Łączna liczba godzin zajęć	1140	1155
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	46	46
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów	52	58
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne	5	5
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom do wyboru	58	58
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	0	0
Wymiar praktyk zawodowych (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	0	0
W przypadku stacjonarnych studiów pierwszego stopnia i jednolitych studiów magisterskich liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0	0
W przypadku prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość:	Nie dotyczy	
1. łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach stacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach stacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	1. nie dotyczy	1. nie dotyczy
2. łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach niestacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach niestacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	2. nie dotyczy	2. nie dotyczy



Tabela 3d. II poziom studiów niestacjonarnych

Nazwa wskaźnika	Liczba punktów ECTS/Liczba godzin			
	KWPI	Energetyka	Robotyka	Lotnictwo
SPECJALNOŚĆ				
Liczba semestrów i punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na ocenianym kierunku na danym poziomie	4sem., 120 ECTS			
Łączna liczba godzin zajęć	792	801	792	792
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia*	55	53	51	55
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów**	42	30	34	42
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne	5	5	5	5
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom do wyboru	52	52	52	52
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	0	0	00	0
Wymiar praktyk zawodowych (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	0	0	0	0
W przypadku stacjonarnych studiów pierwszego stopnia i jednolitych studiów magisterskich liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>W przypadku prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość:</b>				
1. łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach stacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach stacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	1. nie dotyczy			
2. łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów na studiach niestacjonarnych/ łączna liczba godzin zajęć na studiach niestacjonarnych prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	2. nie dotyczy			

**Tabela 4. Zajęcia lub grupy zajęć związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów<sup>5</sup>**

**Tabela 4a. Studia stacjonarne 1-ego stopnia**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczna godzin zajęć (stacjonarne)	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Mechanika 1	1	1			30	3
Mechanika 2	2	2			60	5
Termodynamika 1	2	2			60	5
Wytrzymałość konstrukcji 1	2	1			45	4
Mechanika płynów 1	2	1			45	5
Podstawy automatyki i sterowania 1	2	1			45	4
Podstawy konstrukcji maszyn 1	1	1			30	3
Drgania	1		1		30	2
Podstawy metod komputerowych w obliczeniach inżynierskich	1		1		30	2
Termodynamika 2M			1		15	1
Wytrzymałość konstrukcji 2	1	1			30	2
Podstawy konstrukcji maszyn 2	1	1			30	3
Mechanika płynów 2			1		15	1
Mechanika płynów 3	1	1			30	2
Metoda elementów skończonych 1	2		1		45	4
Metody numeryczne	1		1		30	2
Miernictwo i techniki eksperymentu	1	1			30	2
Podstawy automatyki i sterowania 2	2	1			45	3
Wytrzymałość konstrukcji 3			1		15	1
Podstawy konstrukcji maszyn 3	1	1			30	3
Podstawy konstrukcji maszyn 4				2	30	3
Niezawodność i bezpieczeństwo	2				30	2
Wymiana ciepła 1	1	1			30	3
Teoria maszyn cieplnych	2	1			45	3
Podstawy konstrukcji maszyn 5			1		15	1
Metody obliczeniowe mechaniki płynów	2		1		45	3
Teoria maszyn i mechanizmów	1	1			30	3
Podstawy konstrukcji maszyn 6				2	30	2
Metoda elementów skończonych 2	1		1		30	4
<b>Razem</b>					<b>975</b>	<b>79</b>

**UWAGA:** Tabela nie uwzględnia przedmiotów obieralnych, z których część jest również powiązana z aktywnością badawczą w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.

<sup>5</sup>Tabelę należy wypełnić odrębnie dla każdego z poziomów studiów i każdej z form studiów podlegających ocenie.

**Tabela 4b. Studia niestacjonarne 1-ego stopnia**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczba godzin zajęć (stacjonarne)	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Mechanika 1	1	1			18	3
Mechanika 2	2	1			27	4
Termodynamika 1	2	1			27	4
Wytrzymałość konstrukcji 1	2	1			27	4
Mechanika płynów 1	2	1			27	4
Podstawy automatyki i sterowania 1	2	1			27	4
Podstawy konstrukcji maszyn 1	1	1			18	3
Drgania	1		1		18	3
Podstawy metod komputerowych w obliczeniach inżynierskich	1		1		18	2
Termodynamika 2M			1		9	2
Wytrzymałość konstrukcji 2	1	1			18	3
Podstawy konstrukcji maszyn 2	1	1			18	3
Mechanika płynów 2			2		18	2
Metoda elementów skończonych	2		1		27	4
Miernictwo i techniki eksperymentu	1	1			18	3
Podstawy automatyki i sterowania 2			2		18	3
Wytrzymałość konstrukcji 3			1		9	1
Podstawy konstrukcji maszyn 3	1	1			18	3
Podstawy konstrukcji maszyn 4				2	18	2
Niezawodność i bezpieczeństwo	2				18	2
Wymiana ciepła 1	1	1			18	3
Teoria maszyn cieplnych	2	1			27	4
Podstawy konstrukcji maszyn 5			1		9	2
Wytrzymałość konstrukcji cienkościennych	1	1			18	3
Sterowanie w technice	1	1			18	2
Podstawy konstrukcji maszyn 6				2	18	3
Aerodynamika 1	1	1			18	3
Biomechanika	2				18	3
<b>Razem</b>					<b>540</b>	<b>82</b>

**UWAGA:** Powyższa tabela nie uwzględnia przedmiotów w bloków specjalnościowych na 7-ym semestrze. Faktyczna liczba ECTS przedmiotów powiązanych w działalności naukową w dyscyplinie inżynieria mechaniczna jest zatem równa 82 lub nieco większa.

**Tabela 4c. Studia stacjonarne 2-ego stopnia (specjalność KWI)**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczba godzin zajęć (stacjonarne)	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Mechanika analityczna	2	1			45	4
Dynamika układów wieloczłonowych 1	2	1			45	4
Komputerowa analiza przepływów	2	2			60	4
Metody numeryczne w wymianie ciepła	2	1			45	4
Zaawansowana mechanika płynów			2		30	3
Zaawansowana mechanika materiałów i konstrukcji	1	1			30	3
Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej				15	225	20
Seminarium dyplomowe magisterskie				2	30	2
<b>Razem</b>					<b>510</b>	<b>44</b>

**UWAGA:** W programie obu specjalności przewidzianych jest 17 ECTS przedmiotów obieralnych. Nie mniej niż połowa tych przedmiotów jest powiązana ściśle z badaniami naukowymi. Uzasadnione zatem jest przyjęcie, że wkład tych przedmiotów może być oszacowany na 8 ECTS, co dla specjalności KWPI daje łącznie 52 ECTS. W przypadku specjalności MOSKOM dodatkowym przedmiotem obowiązkowym jest powiązany z badaniami przedmiot „Zaawansowane zagadnienia projektowania i eksploatacji maszyn” (4 ECTS). Uwzględniając także inne różnice i udział przedmiotów obieralnych (jak wyżej) liczbę ECTS powiązanych z działalnością badawczą w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oszacowano na 58 ECTS.

**Tabela 4d. Studia niestacjonarne 2-ego stopnia**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczba godzin zajęć (stacjonarne)	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Teoria sterowania	2	1			27	3
Mechanika III	2	1			27	4
Wytrzymałość konstrukcji	2	2			36	4
Termodynamika	2	1			27	4
Miernictwo ciepłno-przepływowe			2		15	3
Mechanika IV	1	1			15	3
Metody numeryczne	1		1		15	2
Metoda elementów skończonych	1		1		15	3
Mechanika płynów	2	1			27	4
<b>Razem</b>					<b>216</b>	<b>30</b>

**UWAGA:** Powyższa tabela nie uwzględnia przedmiotów w bloków specjalnościowych na 3-ym semestrze. Faktyczna liczba ECTS przedmiotów powiązanych w działalnością naukową w dyscyplinie inżynieria mechaniczna jest zatem równa 30 lub nieco większa.

**Tabela 5. Zajęcia lub grupy zajęć służące zdobywaniu przez studentów kompetencji inżynierskich /  
Zajęcia lub grupy zajęć przygotowujące studentów do wykonywania zawodu nauczyciela<sup>6</sup>**

**Tabela 5a. Studia stacjonarne 1-ego stopnia**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczna godzin zajęć stacjonarne	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Elektronika 1	1	1			30	2
Elektrotechnika 1	2	1			45	4
Fizyka inżynierska 1	1	2			45	3
Grafika inżynierska	1			1	30	2
Informatyka 1	2		2		60	5
Informatyka 2	1		1		30	3
Informatyka 3	1		1		30	2
Materiały	2				30	2
Materiały inżynierskie	3				45	2
Techniki wytwarzania 1	2				30	2
Techniki wytwarzania 2			2		30	2
Technologia maszyn 1	1		1		30	3
Wybrane zastosowania systemów CAD/CAM/CAE				2	30	2
Zapis konstrukcji - CAD 1				2	30	2
Zapis konstrukcji - CAD 2				2	30	2
Zapis konstrukcji CAD 3				2	30	2
Zintegrowane systemy CAD/CAM/CAE				2	30	2
Praca przejściowa inżynierska				4	60	6
Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej				12	180	15
<b>Razem</b>					<b>825</b>	<b>63</b>

**UWAGA:** W powyższej tabeli uwzględniono wyłącznie przedmioty kształtujące kompetencje inżynierskie związane specyficznie z kierunkiem MiPM, w szczególności dotyczące umiejętności projektowania urządzeń mechanicznych i wspomagających to projektowanie narzędzi. Ogólne kompetencje w zakresie inżynierii mechanicznej, w tym odpowiedni dla studiów 1-ego stopnia repertuar wiedzy i umiejętności z zakresu mechaniki ogólnej, wytrzymałości konstrukcji, termodynamiki, mechaniki płynów i podstaw konstrukcji uzyskiwane są w odpowiednich przedmiotach wymienionych wcześniej w tabeli 4.

<sup>6</sup> Tabelę należy wypełnić odrębnie dla każdego z poziomów studiów i każdej z form studiów podlegających ocenie, w przypadku, gdy absolwenci ocenianego kierunku uzyskują tytuł zawodowy inżyniera/magistra inżyniera lub w przypadku studiów uwzględniających przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela.

Kompetencje w zakresie matematyki stosowanej studenci studiów stacjonarnych 1-ego stopnia uzyskują podczas przedmiotów:

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć				Łączna liczba godzin	ECTS
	W	C	L	P		
Algebra z geometrią (sem.1)	0	3			45	4
Analiza 1 (sem. 1)	2	3			75	7
Analiza 2 (sem. 2)	2	2			60	5
Analiza 3 (sem. 3)	1	2			45	4
Metody matematyczne mechaniki I (sem. 3)	1	1			30	3
Metody matematyczne mechaniki II (sem. 5)	1	1			30	2
<b>Razem</b>					<b>285</b>	<b>25</b>

**Tabela 5b. Studia niestacjonarne 1-ego stopnia**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczba godzin	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Czujniki i układy pomiarowe	1		1		18	2
Elektronika	1	1	1		27	3
Elektrotechnika	1	1	1		27	3
Fizyka inżynierska 1	1	2			27	4
Grafika inżynierska			2		18	3
Informatyka 1	1		2		36	4
Informatyka 2	1		1		18	2
Informatyka 3	1		1		18	2
Materiały 1	2				18	3
Techniki wytwarzania 1	2				18	2
Techniki wytwarzania 2			2		18	2
Technologia	1	1			18	3
Technologie energetyczne	2				18	2
Gospodarka energetyczna	1	1			18	3
Zapis konstrukcji - CAD 1				2	18	3
Zapis konstrukcji - CAD 2				2	18	2
Zapis konstrukcji CAD 3				2	18	3
Zintegrowane systemy CAD/CAM/CAE				2	18	3
Źródła i przetwarzanie energii	1	1			18	3



Praca przejściowa inżynierska				4	36	6
Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej				12	108	20
Razem					531	78

**UWAGA:** W powyższej tabeli uwzględniono wyłącznie przedmioty kształtujące kompetencje inżynierskie związane specyficznie z kierunkiem MiPM, w szczególności dotyczące umiejętności projektowania urządzeń mechanicznych i wspomagających to projektowanie narzędzi. Ogólne kompetencje w zakresie inżynierii mechanicznej, w tym odpowiedni dla studiów 1-ego stopnia repertuar wiedzy i umiejętności z zakresu mechaniki ogólnej, wytrzymałości konstrukcji, termodynamiki, mechaniki płynów i podstaw konstrukcji uzyskiwane są w odpowiednich przedmiotach wymienionych wcześniej w tabeli 4. Kompetencje w zakresie matematyki stosowanej studenci studiów niestacjonarnych 1-ego stopnia uzyskują podczas przedmiotów:

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć				Liczba godzin	ECTS
	W	C	L	P		
Algebra z geometrią (sem.1)	0	3			27	4
Analiza 1 (sem. 1)	2	3			45	7
Analiza 2 (sem. 2)	3	3			54	8
Razem					126	19

**Tabela 5c. Studia stacjonarne 2-ego stopnia**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczna godzin	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Probabilistyka i metody statystyczne (obowiązkowy dla MOSKOM)	1	1			30	2
Programowanie obiektowe w języku C++	1		1		30	3
Projekt integrujący (konstrukcja-materiały-technologia-aerodynamika)				5	75	8
Projekt obliczeniowy (obowiązkowy dla KWPI)				4	60	4
Współczesne materiały inżynierskie (obowiązkowy dla KWPI)	3				45	4
Zaawansowane metody CAD/CAM/CAE				2	30	2
Zintegrowane systemy wytwarzania	2		1		45	4
Praca przejściowa magisterska (obowiązkowa dla MOSKOM)				6	90	6
Seminarium dyplomowe magisterskie				2	30	2
Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej				15	225	20
Razem					660	55

**UWAGA:** W powyższej tabeli uwzględniono wyłącznie przedmioty kształtujące kompetencje inżynierskie związane specyficznie z kierunkiem MiPM, w szczególności dotyczące umiejętności projektowania i analizy urządzeń mechanicznych i wspomagających to projektowanie narzędzi. Ogólne kompetencje w zakresie inżynierii mechanicznej, w tym odpowiedni dla studiów 2-ego

stopnia studiów repertuar wiedzy i umiejętności z zakresu zaawansowanych zagadnień termomechaniki i powiązanych metod komputerowych uzyskiwane są w odpowiednich przedmiotach wymienionych wcześniej w tabeli 4c. Zaawansowane umiejętności inżynierskie rozwijają również przedmioty obieralne (17 ECTS), których listę podano w pkt. 2.2 niniejszego raportu.

**Tabela 5d. Studia niestacjonarne 2-ego stopnia**

Nazwa zajęć	Forma zajęć				Łączna liczna godzin	Liczba punktów ECTS
	W	C	L	P		
Podejmowanie działalności gospodarczej	2				18	2
Zaawansowane metody programowania			2		18	2
Materiały II	2				18	3
Systemy informatyczne zarządzania	1		1		18	2
Probabilistyka i metody statystyczne	1				9	2
Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacji	1	1			18	2
Zaawansowane metody CAD/CAE			2		18	3
Technologia maszyn I	1		1		18	3
Technologia maszyn II	1		1		18	3
Podstawy prawne działalności przedsiębiorstwa	2				18	2
Praca przejściowa				6	108	10
Seminarium dyplomowe magisterskie				2	18	5
Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej				20	180	25
Razem					477	64

**UWAGA:** W powyższej tabeli uwzględniono wyłącznie przedmioty kształtujące kompetencje inżynierskie związane specyficznie z kierunkiem MiPM, w szczególności dotyczące umiejętności projektowania i analizy działania urządzeń mechanicznych i wspomagających to projektowanie narzędzi., a także przedmioty rozwijające umiejętności pracy w środowisku przemysłowym. Ogólne kompetencje w zakresie inżynierii mechanicznej, w tym odpowiedni dla studiów 1-ego stopnia repertuar wiedzy i umiejętności z zakresu mechaniki ogólnej, wytrzymałości konstrukcji, termodynamiki, mechaniki płynów i podstaw konstrukcji uzyskiwane są w odpowiednich przedmiotach wymienionych wcześniej w tabeli 4d. Poszerzone kompetencje w zakresie matematyki stosowanej studenci studiów niestacjonarnych 2-ego stopnia uzyskują w ramach przedmioty Wybrane zagadnienia matematyki (W3, C3, 45 godz., 8 ECTS).

**Tabela 6. Informacja o programach studiów/zajęciach lub grupach zajęć prowadzonych w językach obcych<sup>7</sup>**

Zajęcia na kierunku MiPM prowadzone są w języku polskim. Za zgodą Dziekana studenci tego kierunku mogą realizować wybrane przedmioty z anglojęzycznych specjalności Aerospace Engineering i Power Engineering jako przedmioty obieralne.

<sup>7</sup> Tabelę należy wypełnić odrębnie dla każdego z poziomów studiów i każdej z form studiów podlegających ocenie. Jeżeli wszystkie zajęcia prowadzone są w języku obcym należy w tabeli zamieścić jedynie taką informację.

## Załącznik nr 2. Wykaz materiałów uzupełniających

### Cz. I. Dokumenty, które należy dołączyć do raportu samooceny (wyłącznie w formie elektronicznej)

Wymienione niżej załączniki sporządzono wyłącznie w formie elektronicznej.

- Załącznik 2.1 — Programy studiów dla kierunku mechanika i projektowanie maszyn
- Załącznik 2.2 — Obsada zajęć na kierunku mechanika i projektowanie maszyn
- Załącznik 2.3 — Harmonogram zajęć w semestrze letnim
- Załącznik 2.4 — Charakterystyki nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia wykazane w tabeli 4 i tabeli 5 oraz prace dyplomowe.
- Załącznik 2.5 — Charakterystyka działań zapobiegawczych podjętych przez Wydział w celu usunięcia błędów i niezgodności wskazanych w zaleceniach o charakterze naprawczym.
- Załącznik 2.6 — Charakterystyka wyposażenia sal wykładowych, pracowni, laboratoriów oraz informacja o bibliotece.
- Załącznik 2.7 — Wykaz tematów prac dyplomowych obronionych w latach 2018 i 2019.

# Politechnika Warszawska