

Politechnika Warszawska

RAPORT SAMOOCENY

OCENA PROGRAMOWA (PROFIL OGÓLNOAKADEMICKI)

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: **automatyka i robotyka**

1. Poziom/y studiów: **pierwszego stopnia i drugiego stopnia**
2. Forma/y studiów: **studia stacjonarne**
3. Nazwa dyscypliny, do której został przyporządkowany kierunek¹

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	150	70%

- 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	64	30%

Studia drugiego 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	64	70%

- 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	27	30%

¹Nazwy dyscyplin należy podać zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dzie-
dzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych, Dz. U. 2018 poz. 1818.

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

Efekty uczenia się dla studiów I stopnia – profil ogólnoakademicki na kierunku automatyka i robotyka, prowadzonym na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa

Objaśnienia:

^[1] Wyróżniono symbole efektów przypisanych do dyscypliny wiodącej – inżynierii mechanicznej.

^[2] „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

^[3] „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).

^[1] Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	^[2] Odniesienie – Senat	^[3] Odniesienie – Ustawa
	Wiedza		
<u>AiR1_W01</u>	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie matematyki stosowanej, niezbędną do zrozumienia i wykorzystania formalizmu matematycznego do opisu podstawowych zjawisk termomechanicznych i elektrycznych, a także niezbędną do rozwiązywania prostych zadań związanych z zagadnieniami projektowania i modelowania układów technicznych.	I.P6S_WG.o	P6U_W
<u>AiR1_W02</u>	Ma uporządkowaną wiedzę nt. struktury materii oraz jej właściwości mechanicznych, elektromagnetycznych i optycznych w zakresie umożliwiającym zrozumienie podstawowych zjawisk fizycznych zachodzących w urządzeniach technicznych oraz zasad działania typowych urządzeń pomiarowych i diagnostycznych; zna ogólne zasady pomiarów wielkości fizycznych oraz metody analizy ich wiarygodności i błędów pomiarowych.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<u>AiR1_W03</u>	Posiada uporządkowaną wiedzę nt. materiałów inżynierskich, w szczególności stopów metali i struktur kompozytowych, ich właściwości fizyko-chemicznych, mechanicznych i funkcjonalnych, oraz zna typowe zastosowania materiałów w układach technicznych.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<u>AiR1_W04</u>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki ogólnej układu punktów materialnych i ciał. Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki ciała stałego, w tym w zakresie wytrzymałości materiałów i konstrukcji.	I.P6S_WG.o	P6U_W
<u>AiR1_W05</u>	Ma podstawową wiedzę z termodynamiki inżynierskiej w zakresie prostych zjawisk i procesów cieplnych zachodzących w układach napędowych i maszynach cieplnych.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<u>AiR1_W06</u>	Ma podstawową wiedzę z mechaniki cieczy i gazów w przepływach typowych dla układów technicznych spotykanych w automatyce i robotyce; zna zasady prowadzenia badań eksperymentalnych w mechanice płynów.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W

^[1] Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	^[2] Odniesienie – Senat	^[3] Odniesienie – Ustawa
AiR1_W07	Ma uporządkowaną wiedzę z informatyki w zakresie podstaw programowania, architektury komputerów i systemów operacyjnych, baz danych i sieci komputerowych.	I.P6S_WG.o	P6U_W
<u>AiR1_W08</u>	Zna podstawy metod numerycznych i obliczeń komputerowych stosowanych w zagadnieniach modelowania i projektowania układów inżynierskich.	I.P6S_WG.o	P6U_W
AiR1_W09	Posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie ogólnych podstaw automatyki i sterowania, w tym: dotyczącą rodzajów i struktur układów sterowania, elementów układów regulacji, podstaw modelowania układów dynamicznych, projektowania i analizy liniowych układów regulacji.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<u>AiR1_W10</u>	Zna podstawy grafiki inżynierskiej, posiada ogólną wiedzę w zakresie podstaw konstrukcji maszyn, metod i technologii wytwarzania elementów maszyn urządzeń i konstrukcji posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad tworzenia dokumentacji konstrukcyjnej z zastosowaniem systemów 2D i 3D.	I.P6S_WG.o	P6U_W
AiR1_W11	Rozumie zagadnienia z zakresu elektrotechniki i działania napędów elektrycznych, ma podstawową wiedzę w zakresie teorii obwodów, cyfrowych układów elektronicznych i technik mikroprocesorowych.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
AiR1_W12	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modelowania sygnałów i systemów dynamicznych w szczególności metod ich opisu, reprezentacji, przetwarzania i analizy.	I.P6S_WG.o	P6U_W
<u>AiR1_W13</u>	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie robotyki w tym w zakresie metod sterowania robotami, układów napędowych, systemów programowania robotów, rozpoznawania otoczenia i nawigacji oraz zadań planowania.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<u>AiR1_W14</u>	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie mechaniki robotów, w tym w zakresie wykonywania projektów konstrukcyjno-obliczeniowych podzespołów robotów oraz modelowania złożonych mechanizmów występujących w robotyce.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
AiR1_W15	Posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie sterowania procesami ciągłymi w tym sterowania z regulatorem PID, regulacji predykcyjnej i warstwowych układów sterowania.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<u>AiR1_W16</u>	Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia urządzeń i systemów automatycznych i robotycznych.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	P6U_W
<u>AiR1_W17</u>	Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej, zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w przemyśle związanym z automatyką i robotyką.	I.P6S_WK III.P6S_WK	P6U_W
<u>AiR1_W18</u>	Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych w zakresie automatyki i robotyki.	I.P6S_WG.o	P6U_W
<u>AiR1_W19</u>	Ma podstawową wiedzę w zakresie ochrony własności intelektualnej oraz prawa patentowego.	I.P6S_WK III.P6S_WK	P6U_W
<u>AiR1_W20</u>	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości.	I.P6S_WK III.P6S_WK	P6U_W
<u>AiR1_W21</u>	Ma elementarną wiedzę w zakresie zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej.	I.P6S_WK III.P6S_WK	P6U_W
	Umiejętności		
<u>AiR1_U01</u>	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	I.P6S_UW.o	P6U_U

^[1] Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	^[2] Odniesienie – Senat	^[3] Odniesienie – Ustawa
<u>AiR1_U02</u>	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole; umie oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów.	I.P6S_UO	P6U_U
<u>AiR1_U03</u>	Potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji zadania.	I.P6S_UK	P6U_U
<u>AiR1_U04</u>	Potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentację poświęconą wynikom realizacji zadania inżynierskiego.	I.P6S_UK	P6U_U
<u>AiR1_U05</u>	Potrafi wykorzystać poznane modele i metody matematyczne, a także obliczenia i symulacje komputerowe, w procesach projektowania, modelowania i oceny własności mechanicznych, biomechanicznych i eksploatacyjnych typowych układów i urządzeń mechanicznych i automatycznych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U06</u>	Potrafi wykorzystać wiedzę teoretyczną do rozwiązywania prostych zagadnień z zakresu techniki w oparciu o prawa fizyki; potrafi zastosować typowe urządzenia pomiarowe w pracy eksperymentalnej oraz przeprowadzić analizę błędów pomiarowych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U07</u>	Potrafi stosować prawa mechaniki ogólnej, ciała stałego, płynów i gazów oraz wiedzę o wytrzymałości, pękaniu i uszkodzeniu materiałów do rozwiązywania problemów technicznych oraz analiz wytrzymałościowych i projektowania elementów maszyn i układów mechanicznych; potrafi wykorzystać metody mechaniki komputerowej.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U08</u>	Potrafi stosować zasady mechaniki płynów i termodynamiki do opisu prostych zjawisk cieplno-przepływowch.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
AiR1_U09	Potrafi wykorzystywać metody programowania proceduralnego i obiektowego, korzystać z sieci komputerowych, korzystać z baz danych i metod sztucznej inteligencji przy rozwiązywaniu zadań technicznych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
AiR1_U10	Potrafi dokonać opisu i analizy liniowych układów dynamicznych w dziedzinie czasu i częstotliwości, przeprowadzić proste badanie stabilności, zaprojektować proste regulatory oraz dobrać ich nastawy.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U11</u>	Potrafi projektować i konstruować proste elementy maszyn i układy mechaniczne robotów, wykonać obliczenia wytrzymałościowe i przedstawić wyniki prac w tym zakresie; potrafi wykorzystywać zaawansowane metody komputerowego wspomaganie projektowania.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
AiR1_U12	Potrafi zaprojektować i przeprowadzić analizę prostych układów z zakresu elektrotechniki oraz układów elektronicznych analogowych, cyfrowych i mikroprocesorowych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
AiR1_U13	Potrafi dokonać opisu i analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, potrafi dokonać analizy sygnałów w transmisji przez systemy liniowe.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U14</u>	Potrafi stosować praktycznie metody komputerowego wspomaganie inżynierii i wytwarzania.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U15</u>	Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować oraz zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla automatyki i robotyki, używając właściwych metod, technik i narzędzi.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U16</u>	Potrafi zaprojektować proces testowania prostych urządzeń robotycznych oraz przeprowadzić wstępną diagnozę wadliwej pracy	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U

^[1] Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	^[2] Odniesienie – Senat	^[3] Odniesienie – Ustawa
<u>AiR1_U17</u>	Potrafi zaplanować proces realizacji prostego zautomatyzowanego urządzenia robotycznego; potrafi wstępnie oszacować jego koszty.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U18</u>	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie elementów, układów i systemów automatyki i robotyki – dostrzegać aspekty pozatechniczne, w tym środowiskowe, ekonomiczne i prawne.	I.P6S_KK III.P6S_UW.o	P6U_U
<u>AiR1_U19</u>	Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	I.P6S_UO	P6U_U
<u>AiR1_U20</u>	Potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swe zdolności, korzystając z różnych źródeł i nowoczesnych technologii.	I.P6S_UU	P6U_U
<u>AiR1_U21</u>	W zakresie języka obcego rozumie znaczenie głównych wątków przekazu w złożonych tekstach na tematy konkretne i abstrakcyjne, w tym w dyskusji na tematy z zakresu swojej specjalności. Potrafi prowadzić rozmowę z rodzimym użytkownikiem danego języka na tyle płynnie i spontanicznie, by nie powodować napięcia u którejkolwiek ze stron. Potrafi formułować przejrzyste wypowiedzi ustne i pisemne w szerokim zakresie tematów, wyjaśniać swoje stanowisko, rozważając wady i zalety różnych rozwiązań.	I.P6S_UK	P6U_U
Kompetencje społeczne			
<u>AiR1_K01</u>	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się – podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	I.P6S_KK	P6U_K
<u>AiR1_K02</u>	Ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	I.P6S_KK I.P6S_KO	P6U_K
<u>AiR1_K03</u>	Ma świadomość konieczności działania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej.	I.P6S_KR	P6U_K
<u>AiR1_K04</u>	Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związaną z pracą zespołową.	I.P6S_KO	P6U_K
<u>AiR1_K05</u>	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	I.P6S_KO	P6U_K
<u>AiR1_K06</u>	Rozumie potrzebę 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_KO	P6U_K

Efekty uczenia się dla studiów II stopnia
– profil ogólnoakademicki na kierunku automatyka i robotyka, prowadzonym na
Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa

Objaśnienia:

^[1] Wyróżniono symbole efektów przypisanych do dyscypliny wiodącej – inżynierii mechanicznej.

^[2] „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

^[3] „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).

^[1] Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	^[2] Odniesienie – Senat	^[3] Odniesienie – Ustawa
	Wiedza		
<u>AiR2_W01</u>	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki, obejmującą metody matematyczne niezbędne do: (I) modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów oraz układów sterowania i układów mechanicznych robotów, a także zjawisk fizycznych w nich występujących; (II) opisu, analizy działania oraz syntezy złożonych układów sterowania, w tym systemów zawierających układy programowalne.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<u>AiR2_W02</u>	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki inżynierskiej, obejmującą procesy wymiany ciepła i elementy biofizyki konieczne do zrozumienia warunków pracy robotów przemysłowych i medycznych.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
AiR2_W03	Ma poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie opisu i metod analizy złożonych układów sterowania, w tym układów wielowarstwowych, kaskadowych; ma wiedzę na temat sterowania rozmytego i odpornego.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
AiR2_W04	Ma poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod rozwiązywania zadań sterowania optymalnego i problemów liniowo-kwadratowych.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
AiR2_W05	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie projektowania układów automatyki cyfrowej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
<u>AiR2_W06</u>	Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie metod modelowania i identyfikacji układów automatyki i robotyki. Ma uporządkowaną wiedzę na temat miernictwa wielkości dynamicznych.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
<u>AiR2_W07</u>	Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie teorii i metod optymalizacji lokalnej, globalnej, dyskretnej i mieszanej.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<u>AiR2_W08</u>	Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad modelowania, konstruowania i analiz, w szczególności analiz wytrzymałościowych i zderzeniowych układów mechanicznych robotów, biorobotów, manipulatorów i robotów mobilnych.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W

^[1] Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	^[2] Odniesienie – Senat	^[3] Odniesienie – Ustawa
<u>AiR2_W09</u>	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie modelowania dynamiki układów mechatronicznych oraz ich opisu w języku mechaniki analitycznej.	I.P7S_WG.o	P7U_W
<u>AiR2_W10</u>	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zaawansowanych narzędzi mechaniki komputerowej i możliwości ich zastosowań w modelowaniu i ocenie charakterystyk układów robotyki i biorobotyki.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
<u>AiR2_W11</u>	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w zakresie automatyki i robotyki.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W
AiR2_W12	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metod sterowania i programowania robotów.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
Umiejętności			
<u>AiR2_U01</u>	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; 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
<u>AiR2_U02</u>	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi ocenić czasochłonność zadania; potrafi kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie.	I.P7S_UO	P7U_U
<u>AiR2_U03</u>	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U04</u>	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji.	I.P7S_UK	P7U_U
<u>AiR2_U05</u>	Posługuje się językiem angielskim w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, również w sprawach zawodowych, czytania ze zrozumieniem literatury fachowej, a także przygotowania i wygłoszenia krótkiej prezentacji na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego.	I.P7S_UK	P7U_U
<u>AiR2_U06</u>	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne, w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując, do analizy i projektowania elementów, układów i systemów automatyki i robotyki.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U07</u>	Potrafi zbudować model i przeprowadzić identyfikację prostego układu automatyki i robotyki.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U08</u>	Potrafi zaplanować proces testowania prostego układu automatyki i robotyki.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
AiR2_U09	Potrafi konfigurować i programować proste urządzenia automatyki i robotyki w tym sterowane cyfrowo.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U10</u>	Potrafi przeprowadzić proces optymalizacji układu automatyki i robotyki z zastosowaniem narzędzi własnych lub dedykowanych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
AiR2_U11	Potrafi formułować i planować zadania sterowania optymalnego oraz przeprowadzić analizę stabilności układów sterowania.	I.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U12</u>	Przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z projektowaniem, modelowaniem i sterowaniem elementów i systemów automatyki i robotyki potrafi integrować wiedzę pochodzącą z różnych źródeł.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U13</u>	Potrafi oszacować koszty procesu projektowania i realizacji	I.P7S_UW.o	P7U_U

^[1] Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	^[2] Odniesienie – Senat	^[3] Odniesienie – Ustawa
	układu automatyki i robotyki.	III.P7S_UW.o	
<u>AiR2_U14</u>	Potrafi projektować układy mechaniczne i sterowania robotów z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych, w razie potrzeby przystosowując istniejące lub opracowując nowe metody projektowania lub komputerowe narzędzia wspomagania projektowania i obliczeń inżynierskich.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U15</u>	Potrafi projektować układy mechaniczne robotów przeznaczone do różnych zastosowań w tym do zastosowań biorobotycznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U16</u>	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie materiałów, komponentów oraz metod projektowania i sterowania do syntezy systemów robotyki, zawierających rozwiązania o charakterze innowacyjnym.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U17</u>	Potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań projektowych i modeli elementów automatyki, robotyki i biorobotyki.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
<u>AiR2_U18</u>	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	
<u>AiR2_U19</u>	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą.	I.P7S_UO	P7U_U
<u>AiR2_U20</u>	Ma umiejętności językowe w zakresie automatyki i robotyki oraz dziedzin pokrewnych zgodne z wymaganiami określonym dla poziomu B2+.	I.P7S_UK	P7U_U
	Kompetencje społeczne		
<u>AiR2_K01</u>	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	I.P7S_KK I.P7S_KO	P7U_K
<u>AiR2_K02</u>	Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji i opinii dotyczących osiągnięć automatyki i robotyki i innych aspektów działalności inżyniera w zakresie automatyki i robotyki, podejmuje starania aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, przedstawiając różne punkty widzenia.	I.P7S_KO I.P7S_KR	P7U_K

Skład zespołu przygotowującego raport samooceny

<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Tytuł lub stopień naukowy / stanowisko / funkcja pełniona w uczelni</i>
Janusz Frączek	Prof. dr hab. inż., Dziekan Wydziału MEiL
Maciej Jaworski	Dr hab. inż., prof. uczelni, Prodziekan ds. Dydaktycznych
Marta Poćwierz	Dr inż., Prodziekan ds. Studenckich
Teresa Zielińska	Prof. dr hab. inż., pełnomocnik Rektora ds. umiędzynarodowienia, zastępca dyrektora ITLiMS ds. naukowo-dydaktycznych
Paweł Pyrzanowski	Dr hab. inż., prof. uczelni, przewodniczący Komisji ds. Jakości Kształcenia
Jacek Szumbariski	Dr hab. inż., prof. uczelni, przewodniczący Komisji ds. Kształcenia
Marek Wojtyra	Dr hab. inż., prof. uczelni, opiekun kierunku automatyka i robotyka

SPIS TREŚCI

Efekty uczenia się zakładane dla ocenianego kierunku, poziomu i profilu studiów	3
Efekty uczenia się dla studiów I stopnia	3
Efekty uczenia się dla studiów II stopnia	7
Skład zespołu przygotowującego raport samooceny.....	10
SPIS TREŚCI.....	11
Prezentacja uczelni.....	12
Część I. Samoocena uczelni w zakresie spełniania szczegółowych kryteriów oceny programowej na kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim	13
Kryterium 1. Konstrukcja programu studiów: koncepcja, cele kształcenia i efekty uczenia się	13
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	28
Kryterium 3. Przyjęcie na studia, weryfikacja osiągnięcia przez studentów efektów uczenia się, zaliczanie poszczególnych semestrów i lat oraz dyplomowanie.....	43
Kryterium 4. Kompetencje, doświadczenie, kwalifikacje i liczebność kadry prowadzącej kształcenie oraz rozwój i doskonalenie kadry	56
Kryterium 5. Infrastruktura i zasoby edukacyjne wykorzystywane w realizacji programu studiów oraz ich doskonalenie	65
Kryterium 6. Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w konstruowaniu, realizacji i doskonaleniu programu studiów oraz jej wpływ na rozwój kierunku	71
Kryterium 7. Warunki i sposoby podnoszenia stopnia umiędzynarodowienia procesu kształcenia na kierunku.....	76
Kryterium 8. Wsparcie studentów w uczeniu się, rozwoju społecznym, naukowym lub zawodowym i wejściu na rynek pracy oraz rozwój i doskonalenie form wsparcia	83
Kryterium 9. Publiczny dostęp do informacji o programie studiów, warunkach jego realizacji i osiągniętych rezultatach	92
Kryterium 10. Polityka jakości, projektowanie, zatwierdzanie, monitorowanie, przegląd i doskonalenie programu studiów	94
Część II. Perspektywy rozwoju kierunku studiów	101
Część III. Załączniki	103
Załącznik nr 1. Zestawienia dotyczące ocenianego kierunku studiów.....	103
Załącznik nr 2. Wykaz materiałów uzupełniających.....	111

Prezentacja uczelni

Uczelnia, 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. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na wydziale MEiL i na dwóch innych wydziałach PW rozpoczęto w roku 1989. Inicjatorem, w skali uczelni i całego kraju, był Adam Morecki – profesor zwyczajny na Wydziale MEiL (przewodniczył także komisji ministerialnej), twórca polskiej szkoły robotyki i biomechaniki technicznej.

Obecnie Wydział kształci studentów kierunku automatyka i robotyka na dwóch specjalnościach – robotyka oraz biomechanika i biorobotyka. Kształcenie na kierunku automatyka i robotyka ma charakter elitarny. Liczba punktów, którą muszą osiągnąć kandydaci w procedurze rekrutacyjnej przekracza 80%; w tym zakresie kierunek ustępuje tylko kierunkom informatycznym. Kierunek jest silnie umiędzynarodowiony – Wydział posiada umowy o podwójnym dyplomowaniu w tym obszarze z uczelniami z Włoch, Francji, Hiszpanii i współpracuje z uczelniami z Chin i Japonii. Kierunek automatyka i robotyka prowadzony na Wydziale zajmuje wysokie pozycje w rankingach kształcenia (w ostatnich latach kolejno zajął pierwsze, trzecie i czwarte miejsce w rankingu Perspektyw). Kierunek posiada także akredytację KAUT.

W odróżnieniu od innych wydziałów PW, kształcenie w zakresie automatyki i robotyki na wydziale MEiL koncentruje się na mechanice i konstrukcji robotów oraz manipulatorów, a także – w nieco mniejszej skali – na zagadnieniach biorobotyki.

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

Szybki rozwój technologiczny, wzrost znaczenia inteligentnych maszyn i systemów, sprawia, że zmieniają się sposoby pracy oraz pozycja ludzi w przemyśle i gospodarce. Specjaliści w zakresie automatyki i robotyki odgrywają doniosłą rolę w tych zmianach. Trwające procesy rozwojowe tworzą zapotrzebowanie na nowy sposób kształcenia inżynierów. Absolwenci muszą być dobrze przygotowani do pracy we współczesnych realiach gospodarczych i technicznych, ale jednocześnie być gotowi do elastycznego nadążania za szybkimi zmianami technologicznymi, jak również do współtworzenia tych zmian. Rolą uczelni jest zatem zapewnienie wszechstronnego wykształcenia. Koncepcja programu studiów na kierunku automatyka i robotyka oparta jest na następujących przesłankach:

- zapewnienie wysokiego poziomu kompetencji – wiedzy i umiejętności inżynierskich absolwentów, zgodnie z oczekiwaniami rynku pracy,
- zapewnienie solidnych podstaw, umożliwiających absolwentom nadążanie za zmianami stanu techniki, a także współtworzenie takich zmian poprzez prace badawcze,
- ukształtowanie sylwetki absolwenta zgodnie ze strategią i misją Uczelni i Wydziału.

Automatyka i robotyka (AiR) jest kierunkiem o profilu ogólnoakademickim realizowanym na studiach I stopnia (inżynierskich) i II stopnia (magisterskich). Studia prowadzone są w trybie stacjonarnym. Studia pierwszego stopnia trwają trzy i pół roku (siedem semestrów), zaś studia drugiego stopnia trwają półtora roku (trzy semestry). W ramach kierunku AiR, na obu stopniach studiów, studenci mogą wybrać jedną z dwóch specjalności:

- **robotyka,**
- **biorobotyka i biomechanika.**

Kształcenie w zakresie robotyki uzupełniają studia magisterskie prowadzone przez Wydział w ramach europejskiego programu **EMARO** (konsorcjum z wiodącymi uczelniami z Europy, Chin i Japonii), przeznaczony dla najlepszych studentów z całego świata, a także anglojęzycznego programu **Robotics**, programowo skorelowanego z EMARO (zob. Kryterium 7).

Konstrukcja programu studiów na kierunku AiR wynika z przyjętej przez Radę Wydziału w roku 2012 *Strategii rozwoju Wydziału MEiL na lata 2012-2020* (wpisującej się w uchwaloną przez Senat PW *Strategię Rozwoju Politechniki Warszawskiej do roku 2020*). W dokumencie tym zapisano: *Misją Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa jest kształcenie wysoko wykwalifikowanej kadry inżynierskiej, magisterskiej i naukowo-badawczej dla potrzeb gospodarki krajowej i globalnej, krzewienie kultury społeczeństwa opartego na wiedzy oraz propagowanie postaw społecznych opartych na kompetencji, umiejętności pracy zespołowej i gotowości do podejmowania ambitnych wyzwań. Nadrzędnym celem w rozwoju Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa jest: **Osiągnięcie statusu wydziału mającego znaczącą pozycję w kraju oraz rozpoznawalnego w Europejskiej Przestrzeni Szkolnictwa Wyższego i Badań Naukowych w zakresie energetyki i lotnictwa oraz aplikacyjnych obszarów mechaniki – budowy maszyn oraz robotyki.***

Oferta edukacyjna jest dostosowana do potrzeb związanych z rozwojem nauki, osiągnięciami technologicznymi, przemianami społeczno-kulturowymi i wynikającymi z tego oczekiwania-
mi rynku pracy. Studenci mają możliwość indywidualizowania procesu kształcenia,
w szczególności poprzez aktywny i szeroki udział w działalności kół naukowych oraz współ-
pracę w prowadzeniu badań naukowych. Celem kształcenia jest wzbudzanie i rozwijanie
u studentów aktywności poznawczej, przygotowanie do podejmowania działalności w oto-
czeniu społeczno-gospodarczym oraz przygotowanie do podejmowania badań naukowych
w zakresie problemów współczesnej automatyki i robotyki oraz pokrewnych obszarów nauki.

Studia na kierunku AiR są także przykładem realizacji kierunków działań wyznaczonych
w strategii Uczelni (*Misja Politechniki Warszawskiej, Strategia Rozwoju Politechniki War-
szawskiej*). Kluczowe elementy zawarte w strategii PW to między innymi przewidywanie
nowych kierunków, w których zmierza ludzkość, kształcenie wysoko wykwalifikowanej ka-
dry we współdziałaniu Uczelni z otoczeniem (w tym duża rola umiędzynarodowienia), kształ-
towanie postaw twórczych, rozwój charakterów studentów, przekazywanie wiedzy i formo-
wanie umiejętności studentów przez zaangażowanych w swą pracę wykładowców.

Koncepcja kształcenia zakłada przygotowanie absolwenta do podjęcia pracy w przedsięw-
siastwach zajmujących się robotyką, mechatroniką lub automatyzacją procesów, w biurach kon-
strukcyjnych i projektowych, zautomatyzowanych zakładach przemysłowych, firmach z bran-
ży biomechaniki i inspirowanej biologicznie robotyki oraz w ośrodkach badawczych. Studiu-
jący na kierunku AiR na **studiach pierwszego stopnia** mają uzyskać podstawową wiedzę
i umiejętności inżynierskie w zakresie modelowania zjawisk i procesów technicznych, projek-
towania i konstruowania mechanizmów i układów w obszarze szeroko pojętej robotyki i au-
tomatyki. Kompetencje absolwenta mają charakteryzować się wszechstronnym przygotowa-
niem w dyscyplinach podstawowych nowoczesnej robotyki, takich jak matematyka i metody
numeryczne, mechanika, teoria sterowania, dynamika układów. Solidna znajomość podstaw
wiedzy technicznej ma być uzupełniona odpowiednią dawką wiedzy i szczegółowych umie-
jętności inżynierskich, dostarczanych w formie przedmiotów specjalistycznych, poświęco-
nych takim zagadnieniom jak programowanie robotów, projektowanie układów mechanicz-
nych, podstawy elektroniki, przeprowadzanie i analiza pomiarów. Studiujący na kierunku
AiR na **studiach drugiego stopnia** mają rozszerzyć posiadane kompetencje zarówno w ob-
szarze dyscyplin podstawowych (mechanika analityczna, teoria sterowania, teoria optymaliz-
acji), jak również zagadnień specjalistycznych (konstruowanie robotów, komputerowe prze-
twarzanie obrazów, modelowanie dynamiki układów mechanicznych i mechatronicznych).
Absolwenci powinni być przygotowani do podjęcia badań naukowych w obszarze robotyki
oraz zajmowania samodzielnych lub kierowniczych stanowisk w przedsiębiorstwach.

Studia na kierunku AiR umożliwiają zdobywanie i doskonalenie wiedzy, umiejętności i kom-
petencji społecznych potrzebnych do podejmowania w sposób profesjonalny działań w śro-
dowisku społecznym, jak też nowych wyzwań zawodowych i osobistych. W toku kształcenia
akcentowane jest doskonalenie w zakresie rozwoju kompetencji osobistych i interpersonal-
nych oraz przestrzeganie zasad etyki zawodowej. Absolwentów cechuje samodzielność, ale
także umiejętność pracy w zespole i porozumienia ze specjalistami z innych dziedzin.

Przyjęta koncepcja kształcenia przewiduje, że odpowiednie ukształtowanie kompetencji ma
dać absolwentom elastyczność i potencjał do samokształcenia – cechy niezbędne na współ-
czesnym, dynamicznie zmieniającym się rynku pracy. Zakładane efekty uczenia się na kie-
runku automatyka i robotyka w pełni odzwierciedlają założenia misji Uczelni, a także pokry-

wają charakterystyki pierwszego i drugiego stopnia efektów uczenia się określone w Polskiej Ramie Kwalifikacji.

Istotnym aspektem realizowanej koncepcji kształcenia jest dbałość o stałą aktualizację treści nauczania, utrzymanie ścisłych związków z otoczeniem społeczno-gospodarczym, reagowanie na potrzeby pracodawców i oczekiwania studentów, a także troska o ustawiczne doskonalenie bazy laboratoryjnej. Równie ważne jest umożliwienie zindywidualizowania kształcenia, m.in. poprzez udostępnienie dużej puli przedmiotów obieralnych, szeroką ofertę prac dyplomowych oraz włączanie studentów w prowadzoną na Wydziale MEiL działalność badawczą.

Studia inżynierskie na kierunku AiR podejmują najlepsi absolwenci średnich szkół ogólnokształcących lub techników (często laureaci lub finaliści olimpiad przedmiotowych). Próg punktowy umożliwiający podjęcie studiów inżynierskich na kierunku AiR na Wydziale MEiL w latach 2012-2015 był najwyższy na Politechnice Warszawskiej, obecnie wyższe progi mają tylko kierunki bezpośrednio powiązane z informatyką. Studia magisterskie na kierunku AiR podejmują absolwenci studiów inżynierskich na Wydziale MEiL (w sposób naturalny, przede wszystkim kierunku AiR), a także absolwenci pokrewnych kierunków z innych wydziałów Politechniki Warszawskiej, jak również z innych uczelni.

W chwili obecnej, zgodnie ze strategią Uczelni i Wydziału, kształcenie musi mieć charakter międzynarodowy i być prowadzone w powiązaniu z najlepszymi ośrodkami na świecie; musi być także dostępne dla cudzoziemców. Na to zapotrzebowanie odpowiada pionierski program EMARO/Robotics, który Wydział realizuje od roku 2008.

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 automatyką i robotyką. Do głównych kierunków badawczych związanych z kształceniem na kierunku AiR można zaliczyć:

- badania dotyczące robotów humanoidalnych i biorobotyki,
- prace nad współdziałaniem człowiek-robot,
- badania w zakresie metod modelowania dynamiki układów wieloczłonowych,
- prace w obszarze syntezy kinematycznej mechanizmów i robotów,
- prace dotyczące metod sterowania optymalnego,
- badania w obszarze biomechaniki zderzeń i biomechaniki pracy.

Od roku 2014 (poprzednia akredytacja) pracownicy jednego tylko Zakładu Teorii Maszyn i Robotów (najściślej powiązanego z kształceniem na kierunku AiR) opublikowali 26 artykułów w czasopiśmie z listy A MNiSW oraz uzyskali 5 patentów. Pracownicy całego Wydziału opublikowali w tym okresie 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 robotyki warto wskazać trzy wybrane artykuły pracowników ZTMiR:

- Zielińska T.: Robots for space exploration-barriers, perspectives and implementations, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, ss. 1-11, 2015, IF=7.81.
- Chadaj K., Malczyk P., Frączek J.: A Parallel Recursive Hamiltonian Algorithm for Forward Dynamics of Serial Kinematic Chains, IEEE Transactions on Robotics, vol. 33, nr 3, ss. 1-14, 2017, IF=4.264.

- Pękal M., Wojtyra M., Frączek J.: Free-body-diagram method for the uniqueness analysis of reactions and driving forces in redundantly constrained multibody systems with nonholonomic constraints, *Mechanism and Machine Theory*, vol. 133, ss. 329-346, 2019, IF=3.535.

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

- Modelowanie odkształcalnych i nadmiarowych układów wieloczłonowych z zastosowaniem obliczeń sekwencyjnych i równoległych. NCN, OPUS, 2013-2017.
- Hamiltonowskie podejście do efektywnego modelowania wielkiej skali układów wieloczłonowych z tarcieniem oraz do obliczeń w czasie rzeczywistym układów robotycznych. NCN, OPUS, 2019-
- Opracowanie i przetestowanie metody syntezy ruchów dynamicznych z wykorzystaniem robota własnej konstrukcji. Diamentowy Grant, 2014-
- Przewidywanie intencji ruchowych człowieka do celów interakcji człowieka z robotem (ludzie starsi, dzieci autystyczne).NCN, Preludium, 2017-

Pracownicy Wydziału są laureatami nagród JM Rektora PW za działalność naukową. Spośród pracowników zaangażowanych bezpośrednio w kształcenie na kierunku AiR, nagrody indywidualne bądź zespołowe, w ostatnich latach (2016-2019) otrzymali dr Krzysztof Rogowski, dr Stanisław Gepner, prof. Janusz Frączek (dwukrotnie), dr Paweł Malczyk (dwukrotnie), mgr Marcin Pękal, prof. Teresa Zielińska, dr hab. Ryszard Maroński, dr Antoni Kopyt, dr hab. Elżbieta Jarzębowska, dr hab. Marek Wojtyra, dr Piotr Lichota, dr hab. Maciej Jaworski (dwukrotnie), dr Tomasz Bobiński, dr hab. Adam Dacko, dr hab. Cezary Rzymkowski, dr Grzegorz Orzechowski.

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

Od roku 2014 trzech pracowników Wydziału uzyskało stopień doktora w dyscyplinie automatyka i robotyka lub automatyka, elektronika i elektrotechnika, a dwóch doktora habilitowanego. Ponadto ponad 20 pracowników Wydziału uzyskało doktoraty w dyscyplinach mechanika bądź budowa i eksploatacja maszyn, wpisujące się tematycznie w obecną dyscyplinę inżynieria mechaniczna. Sześciu pracowników uzyskało habilitację w tych dyscyplinach.

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 robotyki 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 unikalnych w skali kraju przedmiotów oferowanych studentom, np. podstawy biorobotyki, dynamika układów wieloczłonowych, zderzenia w biomechanice, robotyka medyczna, manipulatory równoległe.

Tematyka prac przejściowych i dyplomowych jest często 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, str. 59).

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. Ponadto Wydział bardzo mocno wspiera liczne koła naukowe, w tym Koło Naukowe Robotyków.

1.3. Zgodność kształcenia z potrzebami otoczenia społeczno-gospodarczego oraz rynku pracy

O wpisywaniu się kształcenia na Wydziale w potrzeby otoczenia społeczno-gospodarczego świadczyć może przyznanie przez MNiSW dotacji na kierunek zamawiany automatyka i robotyka (projekt realizowany do końca roku 2015), a także duże zainteresowanie studiami na kierunku AiR oraz duży popyt na absolwentów. Taką pozycję Wydział zawdzięcza m.in. doskonaleniu koncepcji kształcenia w sposób godny z potrzebami rynku pracy.

Wydział MEiL ma zidentyfikowany szeroki krąg kluczowych interesariuszy zewnętrznych, reprezentujących krajowe i zagraniczne ośrodki edukacji oraz podmioty gospodarcze, przemysłowe i instytuty badawcze odpowiadające profilem charakterystycznym dla Wydziału obszarom kształcenia i badań. Różnorodne formy współpracy z interesariuszami zewnętrznymi opisano w punkcie dotyczącym Kryterium 6. Funkcjonuje również Rada Konsultacyjna złożona z przedstawicieli pracodawców reprezentujących przemysł i jednostki badawcze (więcej w opisie Kryterium 6). Do istotnych zadań Rady Konsultacyjnej należy bieżące doradztwo w zakresie programów studiów oraz współdziałanie w ocenie procesu jakości kształcenia z pozycji pracodawców. Stały kontakt z otoczeniem gospodarczym oraz pracodawcami sprawia, że informacje o potrzebach rynku pracy są dostępne i aktualne. Są one uwzględniane w procesie ciągłego doskonalenia treści i jakości kształcenia (zob. opis Kryterium 10).

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. Przykładami zrealizowanych w ostatnich latach prac tego typu, powiązanych z kształceniem na kierunku AiR, mogą być:

- Druć P.: *Projekt stanowiska zrobotyzowanego do obsługi maszyn CNC*, 2016. Praca dyplomowa inżynierska – dyplomant był zatrudniony jako stażysta w firmie Astor, która jest m.in. dystrybutorem robotów Kawasaki.
- Sadowski W.: *Planowanie ruchu manipulatora w przestrzeni z dużą liczbą przeszkód*, 2017. Praca dyplomowa inżynierska we współpracy z Centrum Turbin Gazowych GE Power.
- Sosnowska K.: *Badanie skuteczności działania absorbera energii w zderzeniu czołowym samochodu osobowego*, 2017. Praca dyplomowa inżynierska efekt stażu dyplomantki w Przemysłowym Instytucie Motoryzacji.

- Roszkowski M.: *Analiza dynamiczna pracy robota wspinającego się z wykorzystaniem środowiska MSC ADAMS*, 2018. Praca dyplomowa inżynierska we współpracy z Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów.
- Bury P.: *Graficzna prezentacja danych zbieranych przez mikrokontroler XDK podczas lotu drona i wysyłanych poprzez protokół MQTT*, 2019. Praca przejściowa we współpracy z Bosch Rexroth.

Aktualne potrzeby pracodawców są również uwzględniane w ważnym elemencie kształcenia, jakim są praktyki zawodowe. W sposób oczywisty organizacja praktyk wymaga zestrojenia poziomu i zakresu przygotowania studentów z oczekiwaniami i możliwościami pracodawców. Informacje o organizacji praktyk umieszczono w punkcie 2.7 na str.38.

Wydział dostrzega także potrzeby społeczne – konieczność rozwijania świadomości znaczenia nauk technicznych i perspektywicznego wpływania na wzrost zainteresowania studiami inżynierskimi przez uczniów szkół podstawowych i średnich. Pracownicy Wydziału, wraz ze studentami kierunku AiR, 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.

Na proces planowania i doskonalenia kształcenia mają również istotny wpływ interesariusze wewnętrzni – pracownicy Wydziału. Bazując na swoim doświadczeniu i wynikach prac badawczych, aktywnie uczestniczą oni 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, a także podejmują funkcje pełnomocników dziekana, kierowników jednostek Wydziału oraz opiekunów kierunków, specjalności i studenckich kół naukowych.

Na dostosowywanie kształcenia do potrzeb rynku pracy oraz otoczenia społeczno-gospodarczego mają również wpływ 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 poziomach kształcenia 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, treści przedmiotów, poprawy warunków studiowania).

Istotną rolę w dopasowywaniu kształcenia do zmieniających się potrzeb gospodarki i rynku pracy pełnią kontakty z absolwentami kierunku. Informacje o długofalowych efektach uczenia się docierają poprzez prowadzony przez Politechnikę Warszawską monitoring karier absolwentów, jak również przez bardziej bezpośrednie, a mniej sformalizowane kontakty z wy-

chowankami Wydziału. Pozwala to lepiej określić słabe i mocne strony realizowanej koncepcji kształcenia, co z kolei umożliwia udoskonalanie oferty dydaktycznej.

1.4. Sylwetka absolwenta

Absolwent **studiów pierwszego stopnia** na kierunku AiR jest przygotowany do podjęcia pracy związanej z projektowaniem, uruchamianiem i eksploatacją systemów automatyki i robotyki w różnych zastosowaniach. Absolwent dysponuje podstawową wiedzą i umiejętnościami w obszarze kształcenia ogólnego (matematyka, fizyka, informatyka) oraz technicznego. Potrafi projektować i konstruować manipulatory i roboty z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi inżynierskich oraz dokonywać analizy i syntezy układów sterowania. Posiada umiejętności korzystania w pracy zawodowej z osiągnięć robotyki przemysłowej i pozaprzemysłowej (usługowej, medycznej i rehabilitacyjnej) oraz mikrorobotyki. Jest gotowy do podejmowania pracy zespołowej i stałego doskonalenia swoich kompetencji.

Absolwent **specjalności robotyka** potrafi korzystać z nowoczesnych metod projektowania podzespołów mechanicznych i układów sterowania urządzeń przemysłowych oraz układów sterowania i programowania robotów, konfigurowania oraz obsługi zautomatyzowanych centrów obróbczych. Dysponuje wiedzą z zakresu mechaniki, sterowania, konstrukcji napędów, układów sensorycznych i inteligencji maszynowej, projektowania i zastosowań manipulatorów. Posiada umiejętność korzystania ze sprzętu komputerowego w systemach projektowania i automatycznego sterowania, programowania komputerów i sterowników oraz łączenia ich z różnorodnymi urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi. Absolwent posiada pogłębioną wiedzę dotyczącą dynamiki układów oraz właściwości systemów napędowych, podstaw robotyki teoretycznej i aplikacyjnej, w tym robotów przemysłowych, mobilnych i medycznych. Absolwent potrafi projektować elementy i konstrukcje robotów przeznaczone do szerokiego zakresu zastosowań.

Absolwent **specjalności biomechanika i biorobotyka** potrafi korzystać z nowoczesnych metod projektowania podzespołów mechanicznych i układów sterowania urządzeń przemysłowych oraz sterowania i programowania robotów. Dysponuje ogólną wiedzą z zakresu mechaniki, sterowania, konstrukcji napędów, układów sensorycznych i inteligencji maszynowej, projektowania i zastosowań manipulatorów, robotów antropomorficznych i biomechanizmów, układów o konstrukcji inspirowanej biologicznie w różnych dziedzinach – w tym w medycynie i w ochronie pracy. Posiada umiejętność korzystania ze sprzętu komputerowego w systemach projektowania i automatycznego sterowania, programowania komputerów i sterowników oraz łączenia ich z różnorodnymi urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi. Absolwent posiada pogłębioną wiedzę dotyczącą dynamiki układów oraz właściwości systemów napędowych ze szczególnym uwzględnieniem robotów do zastosowań medycznych, robotów antropomorficznych i maszyn lokomocyjnych. Absolwent potrafi projektować układy i elementy systemów biorobotyki do celów robotyki medycznej, wspomaganej robotycznie rehabilitacji czy robotycznych systemów wspomagających działalność człowieka (np. aktywne protezy, egzoszkielety, inteligentne układy zwiększające bezpieczeństwo).

Absolwent **studiów drugiego stopnia** na kierunku AiR jest przygotowany do twórczej pracy w zakresie projektowania, konstrukcji, badania i oprogramowania systemów robotyki przemysłowej i usługowej oraz układów i systemów automatyki i sterowania. Absolwent jest przygotowany do rozwiązywania złożonych interdyscyplinarnych problemów z zakresu automatyki i robotyki. Posiada wiedzę w zakresie ogólnym i technicznym na poziomie umożli-

wijającym pracę w jednostkach badawczo-rozwojowych, pracę na stanowiskach kierowniczych w przemyśle mechanicznym elektronicznym, mechatronicznym i branżach pokrewnych. Jest świadomy znaczenia kompetencji technicznych w nowoczesnym społeczeństwie i gospodarce opartej na wiedzy. Potrafi samodzielnie zdobywać i aktualizować wiedzę oraz rozszerzać umiejętności.

Absolwent **specjalności robotyka** posiada wiedzę i umiejętności pozwalające na twórcze działania przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań z zakresu metod projektowania i konstrukcji układów sterowania oraz modelowania i identyfikacji układów. Potrafi projektować, modelować i analizować złożone konstrukcje robotów przeznaczonych do różnych celów, wykorzystując nowoczesne narzędzia projektowe i analityczne. Dysponuje przygotowaniem teoretycznym pozwalającym na rozwiązywanie problemów badawczych z zakresu analizy i syntezy układów i elementów robotyki.

Absolwent **specjalności biomechanika i biorobotyka** posiada wiedzę i umiejętności w zakresie rozwiązywania zadań w zakresie projektowania, analizy i konstrukcji układów robotycznych. Posiada poszerzoną wiedzę w zakresie zastosowań nowoczesnych narzędzi projektowych i analitycznych stosowanych w biomechanice, robotyce i w medycynie. Absolwent potrafi projektować, modelować i analizować układy i elementy systemów biorobotyki do celów robotyki medycznej, wspomaganej robotycznie rehabilitacji czy robotycznych systemów wspomagających działalność człowieka (np. aktywne protezy, egzoszkielety, inteligentne układy zwiększające bezpieczeństwo). Potrafi rozwiązywać zagadnienia badawcze z pogranicza mechaniki, robotyki, medycyny i biologii.

Perspektywy zatrudnienia absolwentów kierunku AiR są następujące (lista ma charakter otwarty):

- Firmy wykorzystujące urządzenia automatyki i robotyki w różnych zastosowaniach, w tym medycznych,
- Centra rozwojowe i konsultingowe w zakresie projektowania i analiz układów mechanicznych i mechatronicznych,
- Firmy zajmujące się projektowaniem i wytwarzaniem konstrukcji inspirowanych biologicznie w różnych dziedzinach, w tym w medycynie i w ochronie pracy,
- Centra naukowo badawcze w zakresie dynamiki układów mechanicznych,
- Stanowiska kierownicze w przemyśle mechanicznym, elektronicznym, chemicznym i branżach pokrewnych,
- Firmy projektujące i wdrażające nowe rozwiązania w zakresie robotyki i automatyki,
- Centra naukowo-badawcze i działy badawczo-rozwojowe firm związanych z automatyką i robotyką, medycyną i ochroną pracy,
- Ośrodki medyczne i ochrony pracy,
- Centra naukowo-badawcze firm samochodowych – w zakresie analiz bezpieczeństwa.

1.5. Cechy wyróżniające koncepcję kształcenia

Obecna koncepcja kształcenia na kierunku AiR 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. Kierunek automatyka i robotyka jest bowiem oferowany przez Wydział MEiL nieprzerwanie od 1988 roku.

Specyficzne cechy koncepcji kształcenia na kierunku AiR na Wydziale MEiL, wyróżniające ten kierunek spośród podobnych, dostępnych na polskich uczelniach, wynikają w dużej mierze z **osadzenia kształcenia na wydziale o profilu mechanicznym**. W polskim i światowym szkolnictwie wyższym zdecydowanie częściej odnajdujemy robotykę na wydziałach o proweniencji elektronicznej, elektrycznej czy informatycznej. Takie usytuowanie kierunku AiR sprawia, że w przyjętej koncepcji kształcenia więcej niż zwykle miejsca zajmują mechaniczne aspekty robotyki – problemy konstrukcji, wytrzymałości i drgań elementów, struktur i mechanizmów, zagadnienia kinematyki i dynamiki układów wielocłonowych, kwestie układów manipulacyjnych, napędowych i jezdnych. Nie oznacza to oczywiście pominięcia innych ważnych dla automatyki i robotyki kwestii, jak np. sterowanie, sensoryka, programowanie itd. Zakres treści kształcenia wyróżniają nie tyle jego poszczególne elementy, co proporcje pomiędzy nimi.

Na osobne omówienie zasługuje – wyraźnie wyróżniający realizowaną koncepcję kształcenia – **blok nauczania związanego z biorobotyką** (wyjątkowa w skali kraju specjalność biorobotyka i biomechanika). Typowe wykształcenie w zakresie podstaw automatyki i robotyki jest uzupełniane o kompetencje dotyczące biomechaniki człowieka oraz inspirowanych biologicznie mechanizmów i układów biorobotycznych. Wydział MEiL ma w tym zakresie duże tradycje, sięgające pionierskich prac zespołu prof. Adama Moreckiego, prowadzonych w latach 70. ubiegłego wieku. Specjalistyczne przedmioty, takie jak mechanika płynów biologicznych czy teoria sygnałów biologicznych, umożliwiają nabycie unikalnych kompetencji, niezbędnych w szeroko pojętej robotyce medycznej, np. w pracach nad sztucznym sercem. Również moduły zajęć dotyczących biomechaniki zderzeń czy też inspirowanych biologicznie maszyn i mechanizmów niezwykle rzadko znajdują odpowiedniki na innych polskich uczelniach.

Istotną cechą realizowanej koncepcji kształcenia jest także **interdyscyplinarność treści programowych**, co przyczynia się do wszechstronnego rozwoju intelektualnego studentów i wzmacnia pozycję absolwenta na rynku pracy, ułatwiając współpracę z przedstawicielami innych dyscyplin nauki i różnych gałęzi gospodarki wymagających automatyzacji bądź robotyzacji. Na pierwszych semestrach studiów część przedmiotów podstawowych i inżynierskich (przedmioty dotyczące matematyki, mechaniki, podstaw konstrukcji, automatyki i sterowania itp.) prowadzona jest wspólnie dla wszystkich czterech kierunków studiów oferowanych przez Wydział MEiL (oprócz automatyki i robotyki są to energetyka, lotnictwo i kosmonautyka oraz mechanika i projektowanie maszyn). Gwarantuje to, że absolwenci kierunku AiR mają bardzo dobrą orientację w szerokiej gamie dyscyplin inżynierskich. Dodatkową korzyścią z prowadzenia na Wydziale czterech kierunków jest znaczące rozszerzenie puli przedmiotów, które studenci kierunku AiR mogą zrealizować w ramach godzin przeznaczonych na przedmioty obieralne. Na przykład student szczególnie zainteresowany zagadnieniami konstruowania lekkich robotów może skorzystać z zajęć dotyczących materiałów i konstrukcji kompozytowych, oferowanych standardowo studentom kierunku lotnictwo i kosmonautyka.

Szczególnego podkreślenia wymaga silne **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 osiągnięciu założonych efektów uczenia się, a także ułatwia uzyskanie różnorodnych kompetencji na poziomie przewyższającym wymagane obligatoryjnie minimum. Realizując przyjętą koncepcję kształcenia, Wydział MEiL udziela kołom naukowym wszechstronnego wsparcia (materialnego, merytorycznego, or-

ganizacyjnego), 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.

Na Wydziale MEiL funkcjonuje obecnie 13 kół naukowych, z czego dwa: Koło Naukowe Robotyków oraz Studenckie Koło Astronautyczne działają ściśle w obszarze automatyki i robotyki. Studenci zrzeszeni w tych kołach 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. W ciągu ostatnich 5 lat, Koło Naukowe Robotyków oraz Studenckie Koło Astronautyczne były czynnie zaangażowane w realizację szeregu działań popularyzatorskich oraz projektów badawczych, z których do najważniejszych należy 5 projektów finansowanych z inicjatywy MNISW *Najlepsi z Najlepszych!*. Więcej informacji na ten temat umieszczono w punkcie 8.3 na str. 84.

1.6. 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 automatyka i robotyka. 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 AiR 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 nowoczesnej robotyki, 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 AiR często podejmują pracę wymagającą licznych interakcji oraz zespołowego rozwiązywania problemów technicznych, również efekty uczenia się prowadzące do podnoszenia kompetencji społecznych są istotne w 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 robotyka, 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 AiR na wydziale MEiL. Dzięki osiągnięciu kluczowych efektów, absolwent:

- ma uporządkowaną wiedzę w zakresie matematyki stosowanej, niezbędną do zrozumienia i wykorzystania formalizmu matematycznego do opisu podstawowych zjawisk termomechanicznych i elektrycznych, a także niezbędną do rozwiązywania prostych zadań związanych z zagadnieniami projektowania i modelowania układów technicznych (AiR1_W01);
- ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki ogólnej układu punktów materialnych i ciał. Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki ciała stałego, w tym w zakresie wytrzymałości materiałów i konstrukcji (AiR1_W04);
- potrafi wykorzystać poznane modele i metody matematyczne, a także obliczenia i symulacje komputerowe w procesach projektowania, modelowania i oceny własności mechanicznych, biomechanicznych i eksploatacyjnych typowych układów i urządzeń mechanicznych i automatycznych (AiR1_U05);
- potrafi wykorzystywać metody programowania proceduralnego i obiektowego, korzystać z sieci komputerowych, korzystać z baz danych i metod sztucznej inteligencji przy rozwiązywaniu zadań technicznych (AiR1_U09).

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 obszarze automatyki i robotyki. Ze względu na przyjętą koncepcję kształcenia, szczególna waga przywiązywana jest do mechanicznych aspektów robotyki. Kluczowe efekty uczenia się dotyczą sterowania oraz mechaniki i projektowania robotów. Dzięki ich osiągnięciu, absolwent:

- posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie ogólnych podstaw automatyki i sterowania, w tym: dotyczącą rodzajów i struktur układów sterowania, elementów układów regulacji, podstaw modelowania układów dynamicznych, projektowania i analizy liniowych układów regulacji (AiR1_W09);
- ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie robotyki, w tym w zakresie metod sterowania robotami, układów napędowych, systemów programowania robotów, rozpoznawania otoczenia i nawigacji oraz zadań planowania (AiR1_W13);
- ma uporządkowaną wiedzę w zakresie mechaniki robotów, w tym w zakresie wykonywania projektów konstrukcyjno-obliczeniowych podzespołów robotów oraz modelowania złożonych mechanizmów występujących w robotyce (AiR1_W14);
- potrafi dokonać opisu i analizy liniowych układów dynamicznych w dziedzinie czasu i częstotliwości, przeprowadzić proste badanie stabilności, zaprojektować proste regulatory oraz dobrać ich nastawy (AiR1_U10);
- potrafi projektować i konstruować proste elementy maszyn i układy mechaniczne robotów, wykonać obliczenia wytrzymałościowe i przedstawić wyniki prac w tym zakresie; potrafi wykorzystać zaawansowane metody komputerowego wspomaganie projektowania (AiR1_U11).

Kształcenie na studiach pierwszego stopnia na kierunku automatyka i robotyka obejmuje również kształtowanie i rozwijanie kompetencji społecznych studentów. Osiągnąwszy zakładane efekty uczenia się, absolwent będzie rozumiał i akceptował potrzebę ciągłego doksztal-

ciania się – podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych (AiR1_K01, AiR1_U20), cechował się odpowiedzialnością za wspólnie realizowane zadania i umiejętnością pracy w zespole (AiR1_K04, AiR1_U02) oraz dużą świadomością potrzeby przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa (AiR1_K03).

Na poziomie **studiów drugiego stopnia** kierunku automatyka i robotyka szereg przewidywanych efektów uczenia się związanych jest z pogłębianiem wiedzy i umiejętności, zdobytych podczas studiów pierwszego stopnia, w zakresie przedmiotów podstawowych (AiR2_W01, AiR2_W09, AiR2_U06) oraz kierunkowych, w szczególności związanych z automatyką (AiR2_W05, AiR2_U09), teorią sterowania (AiR2_W04, AiR2_U11) oraz modelowaniem układów dynamicznych (AiR2_W08, AiR2_U12).

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 projektowania podzespołów mechanicznych robotów, a także do sterowania złożonymi układami dynamicznymi. Po osiągnięciu tych efektów, absolwent:

- ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zaawansowanych narzędzi mechaniki komputerowej i możliwości ich zastosowań w modelowaniu i ocenie charakterystyk układów robotyki i biorobotyki (AiR2_W10);
- posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metod sterowania i programowania robotów (AiR2_W12);
- ma poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie opisu i metod analizy złożonych układów sterowania, w tym układów wielowarstwowych, kaskadowych; ma wiedzę na temat sterowania rozmytego i odpornego (AiR2_W03);
- potrafi zbudować model i przeprowadzić identyfikację prostego układu automatyki i robotyki (AiR2_U07);
- potrafi projektować układy mechaniczne i sterowania robotów z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych w razie potrzeby przystosowując istniejące lub opracowując nowe metody projektowania lub komputerowe narzędzia wspomagania projektowania i obliczeń inżynierskich (AiR2_U14);
- potrafi projektować układy mechaniczne robotów przeznaczone do różnych zastosowań w tym do zastosowań biorobotycznych (AiR2_U15).

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 i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie (AiR2_U01);
- formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi (AiR2_U18);
- opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników (AiR2_U03).

Absolwent studiów drugiego stopnia potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz kierować zespołami (AiR2_U02), a także myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy (AiR2_K01).

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 AiR prowadzonego na Wydziale MEiL.

Program studiów pierwszego i drugiego stopnia na kierunku automatyka i robotyka uwzględnia również efekty kształcenia związane ze znajomością języka obcego na poziomie biegłości B2+ (AiR1_U21, AiR2_U20). Dzięki osiągnięciu efektów uczenia się w tym obszarze, student zdobywa umiejętność porozumiewania się w języku obcym w środowisku zawodowym, poprawnego posługiwania się terminologią fachową i korzystania ze specjalistycznej literatury. Na studiach drugiego stopnia osobne wymagania wskazują, że umiejętność porozumiewania się w języku angielskim jest niezbędna (AiR2_U05).

1.7. 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 automatyki i robotyki napotykanymi 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 opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji zadania (AiR1_U03);
- potrafi projektować i konstruować proste elementy maszyn i układy mechaniczne robotów, wykonać obliczenia wytrzymałościowe i przedstawić wyniki prac w tym zakresie; potrafi wykorzystać zaawansowane metody komputerowego wspomagania projektowania (AiR1_U11);
- potrafi zaprojektować i przeprowadzić analizę prostych układów z zakresu elektrotechniki oraz układów elektronicznych analogowych, cyfrowych i mikroprocesorowych (AiR1_U12);
- potrafi stosować praktycznie metody komputerowego wspomagania inżynierii i wytwarzania (AiR1_U14);
- potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować oraz zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla automatyki i robotyki, używając właściwych metod, technik i narzędzi (AiR1_U15);
- potrafi zaprojektować proces testowania prostych urządzeń robotycznych oraz przeprowadzić wstępną diagnozę wadliwej pracy (AiR1_U16);
- potrafi zaplanować proces realizacji prostego zautomatyzowanego urządzenia robotycznego; potrafi wstępnie oszacować jego koszty (AiR1_U17).

Do uzyskania kompetencji inżynierskich w sposób bezpośredni prowadzą również następujące efekty uczenia się: AiR1_U02, AiR1_U05, AiR1_U06, AiR1_U07, AiR1_U09, AiR1_U18, AiR1_U19.

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): AiR1_W03, AiR1_W07, AiR1_W08, AiR1_W10, AiR1_W14, AiR1_W16, AiR1_W17, AiR1_W19, AiR1_W21, AiR1_K02, AiR1_K03, AiR1_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: AiR2_W05, AiR2_W06, AiR2_W10, AiR2_W12, AiR2_U01, AiR2_U02, AiR2_U03, AiR2_U08, AiR2_U09, AiR2_U10, AiR2_U13, AiR2_U14, AiR2_U15, AiR2_U17, AiR2_U19, AiR2_K01.

Należy podkreślić, że znaczna część efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich jest osiągana podczas zajęć o charakterze laboratoryjnym bądź projektowym. Zazwyczaj konkretny efekt uczenia się jest osiągany 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 AiR1_U15 (*Absolwent potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować oraz zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla automatyki i robotyki, używając właściwych metod, technik i narzędzi*). Zajęcia umożliwiające osiągnięcie tego efektu oraz powiązane z nim przedmiotowe efekty uczenia się przedstawiono w poniższej tabeli.

Zajęcia umożliwiające osiągnięcie kierunkowego efektu AiR1_U15 oraz przedmiotowe efekty uczenia się powiązane z efektem kierunkowym

Przedmiot

NW125 – podstawy konstrukcji maszyn II (sem. 4, 15 W, 15 C, 3 ECTS)

Przedmiotowe efekty uczenia się

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 potrafi uwzględnić wymagania wynikające z jego funkcji w układzie przenoszenia napędu lub masy.

NW125_U6

Potrafi podejmować decyzje dotyczące cech rozważanego zespołu, biorąc pod uwagę zarówno wyniki obliczeń inżynierskich jak i ograniczenia nieopisane matematycznie.

NW125_U7

Potrafi stosować w praktyce ogólne i szczegółowe zasady projektowania w procesie określania cech projektowanego zespołu (spełniających wymagania). Potrafi także uwzględniać zalecenia konstrukcyjne wynikające z praktyki projektowania.

Przedmiot

NK316 – elektronika II (sem. 4, 15 L, 1 ECTS)

Przedmiotowe efekty uczenia się

NK316_U5

Jest w stanie zaprojektować i zbudować prosty układ elektroniczny.

Przedmiot

NK369 – podstawy konstrukcji robotów (sem. 5, 60 P, 5 ECTS)

Przedmiotowe efekty uczenia się

NK369_U1

Potrafi zaprojektować podzespoły robota realizujące ściśle określoną funkcję i spełniające narzucone z góry założenia konstrukcyjne.

NK369_U5

Potrafi zaproponować i zastosować dla członów pary kinematycznej łatwe w montażu i demontażu połączenia obrotowe i postępowe oraz jest w stanie zaproponować podparcie na łożyskach różnego typu o odpowiedniej trwałości i sprawności, właściwie osadzonych, smarowanych i zabezpieczonych.

Przedmiot

NK362 – podstawy automatyki i sterowania IV (sem. 6, 30 L, 2 ECTS)

Przedmiotowe efekty uczenia się

NK362_U5

Potrafi przeprowadzić badania symulacyjne komputerowego modelu układu regulacji opisanego transmitancją operatorową.

Przedmiot

NK477 – metody programowania robotów (sem. 7, 15 W, 45 L, 4 ECTS)

Przedmiotowe efekty uczenia się

NK477_U5

Potrafi napisać w języku C i uruchomić program w systemie czasu rzeczywistego, w którym używa wcześniej poznanych mechanizmów czasu rzeczywistego do realizacji zadanego zagadnienia programowania robota.

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 AiR 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 osiągane 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*) oraz – na odpowiednio wyższym poziomie zaawansowania – pierwszych semestrach studiów magisterskich (np. *równania różniczkowe cząstkowe, mechanika analityczna*). Programy przedmiotów z grupy podstawowych ułożono tak, aby umożliwić i ułatwić studentom osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się, a w szczególności AiR1_W01, AiR1_W04, AiR1_U05, AiR1_U09, natomiast w zakresie studiów drugiego stopnia AiR2_W01, AiR2_W09, AiR2_U06.

Po drugie, w skład zajęć oferujących kluczowe treści kształcenia wchodzi przedmioty specjalistyczne, dotyczące bezpośrednio obszaru automatyki i robotyki. W wypadku tych przedmiotów wiele zajęć ma charakter projektów bądź laboratoriów. W związku z przyjętą koncepcją kształcenia, nacisk kładziony jest na mechaniczne aspekty robotyki. Istotną rolę pełnią też treści kształcenia związane z uzyskiwaniem kompetencji inżynierskich. Na studiach pierwszego stopnia do najważniejszych przedmiotów z tej grupy należą *podstawy automatyki i sterowania I–IV, teoria maszyn i mechanizmów I i II, dynamika układów wieloczłonowych I, podstawy robotyki, podstawy konstrukcji maszyn I oraz II, podstawy konstrukcji robotów*. Natomiast na studiach drugiego stopnia wskazać należy zaawansowane merytorycznie przedmioty, takie jak *teoria sterowania I oraz II, układy sterowania automatycznego, dynamika układów wieloczłonowych II, wybrane zagadnienia robotyki, zaawansowana mechanika materiałów i konstrukcji, konstruowanie robotów*. Dobór treści programowych oferowanych w ramach przedmiotów z omawianej grupy służy temu, by studenci mieli możliwość osiągnięcia newralgicznych efektów uczenia się dotyczących sterowania oraz mechaniki i projektowania robotów, a w szczególności AiR1_W09, AiR1_W13, AiR1_W14, AiR1_U03, AiR1_U10, AiR1_U11, AiR1_U12, AiR1_U14, AiR1_U15, AiR1_U17 (studia pierwszego stopnia) oraz AiR2_W03, AiR2_W12, AiR2_W10, AiR2_U01, AiR2_U03, AiR2_U07, AiR2_U14, AiR2_U15, AiR2_U18 (studia drugiego stopnia). Należy dodać, że szczegółowe, specjalistyczne treści kształcenia, istotne z punktu widzenia specjalności *robotyka* oraz *biomechanika i biorobotyka*, ulokowano w przedmiotach specjalnościowych.

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*) lecz także na licznych przedmiotach technicznych, wymagających kreatywności, pracy grupowej, samodzielnego zdobywania informacji. W zakresie kompetencji społecznych treści programowe przedmiotów, a także sposoby ich realizacji (np. w przedmiocie *projekt zespołowy*) dobrano tak, aby wspomóc studentów w osiągnięciu zakładanych efektów uczenia się, a w szczególności AiR1_K01, AiR1_K03, AiR1_K04, AiR2_K01.

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 (str. 15) oraz 4.3 (str. 59).

W tabeli poniżej przedstawiono przykładowe powiązanie treści kształcenia z kierunkowym efektem uczenia się AiR1_W14 – *Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie mechaniki robotów, w tym w zakresie wykonywania projektów konstrukcyjno-obliczeniowych podzespołów robotów oraz modelowania złożonych mechanizmów występujących w robotyce*. Ten nieprzypadkowo wybrany efekt, realizowany w ramach kilku przedmiotów, jest charakterystyczny dla kształcenia na kierunku AiR na Wydziale MEiL. Wskazuje on na powiązania treści kształcenia oferowanych na kierunku automatyka i robotyka z dyscyplinami naukowymi inżynieria mechaniczna oraz automatyka, elektronika i elektrotechnika; widoczny jest większy udział pierwszej z tych dyscyplin. Na podkreślenie zasługuje fakt, że ostateczny efekt uczenia się osiągniany jest na zajęciach o zróżnicowanym charakterze – wykładach, ćwiczeniach, laboratoriach i projektach.

<p>Treści kształcenia powiązane z kierunkowym efektem uczenia się AiR1_W14.</p> <p>Przedmiot NW125 – podstawy konstrukcji maszyn II (sem. 4, 15 W, 15 C, 3 ECTS)</p> <p>Treści kształcenia Metodyka konstruowania – etapy procesu konstruowania, kryteria oceny obiektu. Zasady ogólne i szczegółowe projektowania. Ograniczenia. Warunki ograniczające jako podstawa obliczeń inżynierskich. Modelowanie deterministyczne i probabilistyczne. Optymalizacja, cele, metody optymalizacji. Patenty, normy, przepisy, unifikacja, typizacja. Procesy prowadzące do uszkodzeń obiektów mechanicznych. Wytrzymałość doraźna, wytrzymałość zmęczeniowa materiału i konstrukcji. Trwałość, sposoby zwiększania trwałości zmęczeniowej konstrukcji. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, nośność graniczna. Zużycie. Niezawodność i bezpieczeństwo. Zasady projektowania i obliczeń połączeń elementów, w tym: połączeń: nitowych, spawanych, klejonych, wpustowych, wie-</p>
--

lowypustowych.

Przedmiot

NK451 – teoria maszyn i mechanizmów I (sem. 4, 15 W, 15 C, 3 ECTS)

Treści kształcenia

Struktura mechanizmów płaskich i przestrzennych: pojęcia wstępne, pary kinematyczne, otwarte i zamknięte łańcuchy kinematyczne, mechanizmy, schematy kinematyczne. Metody macierzowe kinematyki mechanizmów: zapis macierzowy, rodzaje współrzędnych, współrzędne członu, transformacje współrzędnych. Zadania kinematyki: zadania o położeniach, prędkościach i przyspieszeniach, algorytm ogólny rozwiązywania zadań. Statyka mechanizmów: równowaga statyczna, zasada mocy chwilowych, wyważenie statyczne mechanizmów płaskich. Kinetostatyka mechanizmów: siły bezwładności, reakcje w parach kinematycznych, równowaga kinetostatyczna członu i mechanizmu. Dynamika mechanizmów w zapisie macierzowym: wyważanie układów wirujących, zadania proste i odwrotne dynamiki. Tarcie: różne modele tarcia, wpływ tarcia na własności dynamiczne maszyn.

Przedmiot

NK439 – podstawy robotyki (sem. 5, 15 W, 30 C, 4 ECTS)

Treści kształcenia

1. Podstawowe pojęcia z dziedziny robotyki, przegląd zastosowań robotów, typowe zagadnienia z dziedziny robotyki. 2. Matematyczny opis mechanizmów przestrzennych: algebraiczna reprezentacja wektora, macierz kosinusów kierunkowych, kąty i parametry Eulera, współrzędne jednorodne, parametry Denavita-Hartenberga. 3. Kinematyka manipulatorów: szeregowy i równoległy struktury manipulatorów, sformułowanie zadania prostego i odwrotnego kinematyki o położeniu, jakobian manipulatora, zadania kinematyki o prędkości i przyspieszeniu, konfiguracje osobliwe. 4. Planowanie ruchu robotów: zagadnienie planowania i wyznaczania trajektorii zadanej, kształtowanie parametrów ruchu, sterowanie ruchem, planowanie ruchu układów nieholonomicznych. 5. Statyka i dynamika manipulatorów: zasada mocy chwilowych, momenty bezwładności, pęd, kręt i energia członu sztywnego, równania Newtona-Eulera, sformułowanie zadania prostego i odwrotnego dynamiki, algorytm rozwiązywania zadań dynamiki dla manipulatorów.

Przedmiot

NK369 – podstawy konstrukcji robotów (sem. 5, 60 P, 5 ECTS)

Treści kształcenia

Projekt I: Projekt konstrukcyjny chwytaka robota. Napęd przekładnią śrubową lub siłownikiem hydraulicznym. Wykonanie schematu kinematycznego. Dobór materiałów konstrukcyjnych. Kształtowanie elementów kiści i ich połączeń – wybór techniki wytwarzania. Dobór łożysk, zabezpieczeń, elementów napędu. Obliczenia statyki i wytrzymałości elementów. Wykonanie rysunku złożeniowego i rysunków warsztatowych wybranych elementów. Projekt II: Projekt konstrukcyjny elementów manipulatora. Układ napędzany przekładnią śrubową, przekładnią pasową zębatą lub siłownikiem hydraulicznym, zawierający sprzęgło sztywne, podatne skrętnie lub przegubowe. Wykonanie schematu kinematycznego. Dobór materiałów konstrukcyjnych. Kształtowanie elementów manipulatora i ich połączeń – wybór techniki wytwarzania. Dobór łożysk, zabezpieczeń, elementów napędu. Obliczenia statyki, dynamiki i wytrzymałości elementów. Wykonanie rysunku złożeniowego i rysunków warsztatowych wybranych elementów.

Przedmiot

NK313 – dynamika układów wieloczłonowych I (sem. 6, 15 W, 15 C, 15 L, 4 ECTS)

Treści kształcenia

Wykłady i ćwiczenia: 1. Położenie i orientacja członów w przestrzeni. Matematyczny opis układu wieloczłonowego w różnych współrzędnych. 2. Ruchliwość i więzy nadmiarowe. Niezależność więzów, usuwanie więzów nadmiarowych. 3. Pary kinematyczne i równania więzów. Więzy kierujące. Obliczanie macierzy Jacobiego. 4. Sformułowanie i rozwiązanie zagadnienia kinematyki. Składanie mechanizmu. Konfiguracje osobliwe. 5. Algorytm i struktura programu do zautomatyzowanej analizy kinematycznej mechanizmów. 6. Siły i momenty sił. Równania ruchu członu sztywnego. 7. Równania ruchu układu wieloczłonowego. Reakcje więzów. 8. Zadania odwrotne i proste dynamiki. Stabilizacja

więzów. Struktura programu do zautomatyzowanej analizy dynamicznej mechanizmów. 9. Metody całkowania równań ruchu w postaci RRZ (równań różniczkowych zwyczajnych) i RRA (równań różniczkowo-algebraicznych). Laboratoria: 1. Wprowadzenie do modelowania kinematyki i dynamiki układów wielocłonowych. Podstawy obsługi pakietu ADAMS. 2. Modelowanie członów i par kinematycznych. 3. Modelowanie sił. Uruchamianie symulacji. Przetwarzanie i prezentacja wyników. 4. Parametryzacja modelu układu wielocłonowego. Obliczenia optymalizacyjne. 5. Podstawy modelowania sił kontaktu. Wykorzystanie funkcji stanu. 6. Modelowanie mechanizmu krzywkowego. Zaawansowane modelowanie sił kontaktu. 7. Analiza mechanizmów z więzami nadmiarowymi. Wyznaczanie reakcji w parach kinematycznych. 8. Składanie mechanizmu i narzucanie warunków początkowych. Linearyzacja modelu..

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 AiR zobowiązany jest do uzyskania certyfikatu B2. Bez zdania egzaminu B2 nie można otrzymać dyplomu ukończenia studiów pierwszego stopnia. Plan studiów przewiduje naukę języków obcych przez cztery semestry. W czasie zajęć na kursach polskojęzycznych podawana jest często anglojęzyczna nomenklatura techniczna, studenci uczą się także korzystać z materiałów inżynierskich (katalogi, standardy przemysłowe) w języku angielskim. W programie EMARO/Robotics całość nauczania jest realizowana 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 (studenci z programu EMARO/Robotics, z anglojęzycznych specjalności na innych kierunkach, z wymiany Erasmus, część doktorantów).

2.2. Metody kształcenia

Program studiów obejmuje następujące moduły przedmiotów: podstawowe, kierunkowe, specjalnościowe, 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 automatyka i robotyka. 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 obieralne przedmioty specjalnościowe związane z działalnością studenckich kół naukowych – mają one w części formę zajęć warsztatowych, w trakcie których budowane są np. prototypy robotów. Do ważnych, niestandardowych form kształcenia należy zaliczyć *Kreatywny semestr projektowania*, prowadzony przez uczelniane Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej, w ramach którego studenci realizują projekty na zlecenie przedsiębiorstw; staże organizowane w ramach programów uczelnianych (np. NERW) a także wyjazdy do przedsiębiorstw działających w branży AiR.

Podstawą prowadzenia działalności badawczej w każdej dyscyplinie naukowej (z obszaru nauk inżynieryjno-technicznych) jest gruntowna wiedza podstawowa, którą studenci kierunku automatyka i robotyka zdobywają realizując moduły podstawowe: informatyka, mechanika, termodynamika, elektrotechnika, wytrzymałość konstrukcji, mechanika płynów, teoria stero-

wania, metody optymalizacji. 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 AiR1_W01, AiR1_W 02, AiR1_W04, AiR1_W08, a w zakresie powiązanych z nią umiejętności AiR1_U05, AiR1_U06, AiR1_U07. Na studiach drugiego stopnia należy wskazać AiR2_W01, AiR2_W03, AiR2_W07 oraz AiR2_U06, AiR2_U10, AiR2_U11, AiR2_U12.

Kompetencje specyficzne dla wiedzy technicznej, przynależnej do dyscypliny inżynieria mechaniczna (kierunek na obu stopniach jest przypisany w 70% do tej dyscypliny) oraz do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika (przypisanie w 30%) 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, podstawy konstrukcji robotów, napędy robotów, roboty mobilne, wybrane zagadnienia metod eksperymentalnych i obliczeniowych biomechaniki, a także (AEE): podstawy automatyki i sterowania, elektronika, technika mikroprocesorowa, teoria sygnałów, metody programowania robotów. Na studiach drugiego stopnia są to następujące przedmioty lub moduły (IM): manipulatory równoległe, konstruowanie robotów, zderzenia w biomechanice, robotyka medyczna oraz (AEE): układy sterowania automatycznego, miernictwo dynamiczne. 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 automatyka i robotyka na szczególną uwagę zasługuje laboratorium wyposażone w nowoczesne roboty firm KUKA i Fanuc oraz towarzyszący im osprzęt (pozycjonery, nadgarstkowy czujnik siły, kamery, przenośnik taśmowy itp.), a także w roboty mobilne Seekur Jr. i Pioneer. Laboratoria te są wykorzystywane w przedmiotach metody programowania robotów oraz roboty mobilne, a także podczas wykonywania prac przejściowych i dyplomowych. W obszarze związanym z biomechaniką (w szczególności biomechaniką zderzeń) należy wspomnieć znajdujące się w laboratoriach ZTMiR ultraszybkie kamery. Szczegółowe informacje o laboratoriach dostępnych na Wydziale umieszczono w Załączniku 2.6.c.

Kształcenie w zakresie przedmiotów technicznych, prowadzone w dużej mierze poprzez projekty – w tym projekty realizowane zespołowo – oraz laboratoria, umożliwia studentom osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się w zakresie szczegółowej wiedzy technicznej z obszaru automatyki i robotyki, ale przede wszystkim efektów uczenia się w postaci umiejętności niezbędnych w pracy inżynierskiej i naukowej. Na poziomie studiów inżynierskich należy

wskazać przede wszystkim AiR1_W02, AiR1_W03, AiR1_W09–AiR1_W16 oraz AiR1_U01– AiR1_U05, AiR1_U10– AiR1_U13, AiR1_U16– AiR1_U19. Na poziomie studiów magisterskich są to AiR2_W05, AiR2_W08, AiR2_W11, AiR2_W12 oraz AiR2_U01–AiR2_U04, AiR2_U08, AiR2_U09, AiR2_U12– AiR2_U17.

Kompetencje w zakresie umiejętności, niezbędne do prowadzenia współczesnych badań naukowych, uzyskiwane są także w ramach modułów ukierunkowanych na zastosowanie metod numerycznych i symulacyjnych (przedmioty: podstawy metod komputerowych w obliczeniach inżynierskich, metody numeryczne, metoda elementów skończonych, dynamika układów wieloczłonowych, metody modelowania i identyfikacji). Wykorzystywane w tym obszarze metody kształcenia, prócz tradycyjnych ćwiczeń i wykładów, obejmują laboratoria komputerowe i projekty obliczeniowe, w tym zespołowe. Z omawianym obszarem kształcenia powiązane są następujące efekty uczenia się: AiR1_W07, AiR1_W08, AiR1_U07, AiR1_U09, AiR1_U14 oraz AiR2_W09, AiR2_W10, AiR2_U09, AiR2_U14,

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 automatyki i robotyki, 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 robotyki, biorobotyki i biomechaniki. O zaangażowaniu studentów w badania naukowe świadczą publikacje naukowe, w których są oni współautorami (zob. punkt 1.2, str. 15).

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 (AiR1_K02, AiR1_K03, AiR1_K04, AiR2_K02). Ważną rolę w nabywaniu kompetencji społecznych w zakresie samokształcenia pełnią zadania domowe oraz prace przejściowe i dyplomowe, wymagające od studentów dużej samodzielności (AiR1_K01, AiR1_K05, AiR2_K01).

Studenci studiów I stopnia są zobowiązani do potwierdzenia znajomości języka obcego (najczęściej wybierany jest język angielski) na poziomie B2 (C1 w przypadku studentów anglojęzycznego programu Robotics). Na studiach II stopnia wymagany jest poziom B2+ (C1 na Robotics). Coraz częściej studenci kierunku automatyka i robotyka spełniają wymagania językowe już w momencie rekrutacji. 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 (AiR2_U21).

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 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. Na przykład wszystkie przedmioty Zakładu Teorii Maszyn i Robotów mają swoje strony internetowe, służące dostarczaniu studentom aktualizowanych na bieżąco informacji (<https://ztmir.meil.pw.edu.pl/web/Dydaktyka/Zajecia-dydaktyczne>).
- Zdalny dostęp do klastrów obliczeniowych znajdujących się na 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). 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 przeznaczonej dla studentów:

(<https://ects.coi.pw.edu.pl/menu2/detail2test/idProgram/1732/idWydzial/14/idStopien/1>,
<https://ects.coi.pw.edu.pl/menu2/detail2test/idProgram/1736/idWydzial/14/idStopien/2>).

Skrócona wersja opisów przedmiotów jest zamieszczona w elektronicznym wydziałowym systemie *VERBIS* wspierającym proces kształcenia. Trwają prace nad przeniesieniem internetowej obsługi studentów do systemu *USOS PW*.

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 automatyka i robotyka, 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 faktu 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. Powszechnie 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 Rada Wydziału oraz Dziekan.

Studia I stopnia na kierunku automatyka i robotyka są realizowane w trakcie siedmiu semestrów; studia II stopnia w trakcie trzech semestrów, z wyjątkiem programu *Robotics*, który jest realizowany w trakcie czterech semestrów.

Na kierunku automatyka i robotyka, na obu stopniach studiów, są oferowane dwie specjalności prowadzone w języku polskim (*robotyka* oraz *biorobotyka i biomechanika*). Dodatkowo, na studiach magisterskich oferowany jest – powiązany z międzynarodowymi studiami EMARO – program *Robotics*, prowadzony w języku angielskim.

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 programy typowe dla kierunku automatyka i robotyka – obejmują one 9 z 30 ECTS w semestrze III oraz 14 z 30 ECTS w semestrze IV. Po semestrze IV studenci wybierają jedną z dwóch specjalności – w semestrach V-VII ok. połowa punktów ECTS zdobywana jest w ramach przedmiotów realizujących treści specjalnościowe (w tym pracy przejściowej i dyplomowej).

Na studiach drugiego stopnia ok. 65% punktów ECTS studenci uzyskują w ramach zajęć oferowanych jedynie w planie kierunku automatyka i robotyka (pozostałe 35% odpowiada zajęciom wspólnym dla co najmniej dwóch kierunków). Około 43% punktów ECTS zdobywane jest w ramach przedmiotów realizujących treści specjalnościowe (w tym pracy przejściowej i dyplomowej).

W programie studiów inżynierskich 41% godzin stanowią wykłady, 31% ćwiczenia, około 12% laboratoria, około 16% projekty (zależnie od specjalności). W programie studiów magisterskich udział poszczególnych form zajęć jest następujący: ok. 34% – wykłady, 19% – ćwiczenia, ok. 9% – laboratoria, ok. 38% – projekty. Szczegóły podano w p. 2.6. Na studiach inżynierskich ponad 32% punktów ECTS studenci zdobywają w ramach zajęć lub grup zajęć do wyboru. Na studiach magisterskich odsetek ten przekracza 55%. Syntetyczne dane liczbowe opisujące programy studiów umieszczono w Załączniku nr 1, w tabelach 3a i 3b.

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 uzupełniającej, 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 111 (z 214) punktów ECTS wymaga bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. W przypadku studiów drugiego stopnia jest to 47 (z 91) punktów ECTS.

Znaczna część zajęć prowadzonych dla kierunku AiR wiąże się bezpośrednio z obszarami, w których pracownicy naukowcy Wydziału prowadzą badania. Ich listę umieszczono w tabelach 4a i 4b z Załącznika nr 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 1.2). 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. Na kierunku automatyka i robotyka zajęcia te oferowane są na semestrach od IV do VI, po 60 godzin w semestrze. Po czterech lektoratach 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+. Z roku na rok zwiększa się liczba prac dyplomowych – inżynierskich i magisterskich – pisanych w języku angielskim (na studiach polskojęzycznych). O zgodę na napisanie pracy w języku angielskim może wystąpić każdy student.

Regulamin studiów PW dopuszcza zmiany w sposobie realizacji programu studiów (*indywidualny* harmonogram, wynikający z zaległości w zaliczaniu poszczególnych modułów) poprzez możliwość wydłużenia czasu ich trwania o dwa semestry. Oznacza to możliwość rejestracji na kolejne semestry przy mniejszej liczbie punktów ECTS niż wielokrotność 30. Szczegółowe warunki rejestracji na kolejne semestry na poszczególnych stopniach studiów są określane przez Radę Wydziału – aktualnie obowiązuje uchwała nr 127/XXI/2013 z 24 września 2013 roku.

Plany studiów, zawierające szczegółowe informacje o przedmiotach, są dostępne zarówno na stronie internetowej Wydziału, jak i Uczelni (zob. punkt 2.5). W Załącznikach 2.1–INŻ–c oraz 2.1–MGR–c umieszczono ramowe plany studiów, ilustrujące harmonogram realizacji studiów, podział na poszczególne formy zajęć oraz punkty ECTS przypisane przedmiotom.

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.

Procentowy udział różnych form zajęć

%	Wykłady	Ćwiczenia	Laboratoria (też komputerowe)	Projekty (też praca dyplomowa)
I stopień, biorob. i biomech.	41	31	10	18
I stopień, robotyka	41	31	13	15
II stopień, biorob. i biomech.	36	19	8	37
II stopień, robotyka	32	19	9	40

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 2.2.

Liczebność grup studenckich dla poszczególnych form zajęć jest określona na poziomie Uczelni, aktualnie obowiązuje uchwała Senatu nr 94/XLIX/2017 z 24 maja 2017 roku. W uchwale tej zaleca się stosowanie następującej liczebności grup studentów:

- wykłady – od 15 studentów;
- ćwiczenia audytoryjne – od 15 do 30 studentów;
- ćwiczenia projektowe – od 10 do 30 studentów;
- zajęcia komputerowe – od 10 do 30 studentów;
- zajęcia laboratoryjne – od 8 do 12 studentów;
- lektoraty – od 12 do 24 studentów;
- seminaria – od 15 do 30 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 (np. na zajęciach z wykorzystaniem robotów przemysłowych).

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 – 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 Kozienice, 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 automatyka i robotyka najczęściej decydują się na samodzielne zorganizowanie swoich praktyk. Jako przykładowe miejsca odbywania praktyk w ostatnich latach można wymienić (jeśli nie podano inaczej, miejscem odbywania praktyk była Warszawa, **wyróż-**

niono firmy, w których praktykę odbywało więcej niż dwóch studentów): Aplisens S.A., Decco S.A., **Centralny Instytut Ochrony Pracy**, AB Industry S.A. (Ożarów Maz.), IPS Control (Jasin), Novatek Electro sp. z o.o., AUTEL Sp. z o.o. (Ostrowiec Świętokrzyski), Sauter Automatyka Sp. z o.o., Steico S.A. (Czarna Woda), Planeta Robotów, **Centrum Badań Kosmicznych PAN**, **Robert Bosch Sp. z o.o.**, **Bosch Rexroth Sp. z o.o.**, **Państwowy Instytut Automatyki i Pomiarów**, LG Electronics (Mława), **ASTOR** (Szczecin), **Procter and Gamble Operations**, **Siemens Sp. z o.o.**, Zott Polska Sp. z o.o.(Opole), FANUC Polska Sp. z o.o. (Wrocław), Nuctech Warsaw Company Limited, **Schneider Electric Polska Sp. z o.o.**, Medcom Sp. z o.o., Emerson Process Management Sp. z o.o., **ASTOR Warszawa**, **Instytut Lotnictwa**, **B&R Automatyka Przemysłowa Sp. z o.o.** (Szczecin), T-Mobile Polska S.A., Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o., **Przemysłowy Instytut Motoryzacji**, ELMONT AKP Sp. z o.o.(Bielsko-Biała), **Laboratorium Mechatroniki i Robotyki Satelitarnej CBK PAN**, Airbus Military, EADS PZL Warszawa-Okęcie, Fabryka Obrabiarek Precyzyjnych AVIA S.A., Johnson Controls International, DECERTO Sp. z o.o., Stadler Polska Sp. z o.o. (Siedlce), Delphi Poland S.A. (Kraków), Smurfit Kappa Polska Sp. z o.o., APLISENS S.A., PCO S.A., InduProgress.

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. Można też skorzystać z zakładki na tej stronie: *Baza Wiedzy → Przydatne Linki*.

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. Na przykład w roku 2015, w ramach projektu kierunku zamawianego *Kształcenie w dziedzinie automatyki i robotyki dla potrzeb gospodarki opartej na wiedzy* dla studentów kierunku AiR zorganizowano 19 płatnych staży krajowych i 4 zagraniczne. W latach 2018-2019 w ramach projektu *Program stażowy dla studentów kierunków Energetyka oraz Automatyka i Robotyka Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej* zorganizowano płatne staże krajowe dla 23 studentów kierunku.

Większość studentów, którzy wzięli udział w programie stażowym w latach 2018-2019, podjęła pracę bezpośrednio po zakończeniu stażu, co świadczy o ich dobrym przygotowaniu merytorycznym zdobytym w procesie kształcenia na kierunku automatyka i robotyka oraz posiadaniu kompetencji oczekiwanych przez pracodawców.

Pracodawcy naszych studentów stażystów w wystawionych referencjach podkreślili znajomość i rozumienie przez nich problemów natury technicznej, umiejętność programowania oraz biegłość językową i komunikacyjną niezbędną w codziennej pracy wielu przedsiębiorstw, w tym międzynarodowych zespołów B+R.

Więcej informacji o programach stażowych umieszczono w punktach 6.1 oraz 8.2 i 8.3.

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.

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 automatyki i robotyki, 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 AiR1_U03, AiR1_U11, AiR1_U12, AiR1_U14, AiR1_U15, AiR1_U16, AiR1_U17 (omówionych w punkcie 1.7 na str. 25) skorelowano z doбором metod i form kształcenia, wykorzystywanymi technikami i narzędziami (zob. p. 2.2, str. 31) oraz z liczebnością grup studenckich uczestniczących w poszczególnych formach kształcenia (zob. p. 2.6, str. 37). Dla osiągnięcia efektów uczenia się prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich szczególnie istotne są zajęcia laboratoryjne i projektowe oraz kształtowanie umiejętności pracy zespołowej.

Warto podkreślić, że w praktyce na kierunku automatyka i robotyka liczebność grup ćwiczeniowych z reguły nie przekracza 25 osób (rocznik studentów, liczący zazwyczaj ok. 40-50 osób, jest na ogół dzielony na dwie grupy ćwiczeniowe). W kształtowaniu kompetencji inżynierskich szczególną rolę pełnią jednak zajęcia o charakterze laboratoriów i projektów. Grupy laboratoryjne, liczące do 12 osób, są zazwyczaj 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. Na przykład na zajęciach prowadzonych w laboratorium robotyki w ramach przedmiotu *metody programowania robotów*, przy jednym robocie przemysłowym pracuje nie więcej niż trzech studentów, a w trakcie zaliczenia końcowego – tylko jeden student. 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 zespołowy* na

sem. VI). Praca grupowa jest oczywiście niezbędna na większości zajęć laboratoryjnych. Jednak elementy pracy zespołowej pojawiają się także podczas realizacji innych form kształcenia. Na przykład do zaliczenia przedmiotu *dynamika układów wieloczłonowych* niezbędne jest oddanie rozbudowanej pracy domowej, polegającej na napisaniu i przetestowaniu programu do obliczeń kinematyki i dynamiki mechanizmów. Ze względu na rozmiar i złożoność zadania, praca ta jest rozliczana w trzyosobowych grupach studenckich. Znakomitą szkołą pracy zespołowej jest działalność studentów w kołach naukowych (w prace kół, szczególnie KNR i SKA, zaangażowanych jest wielu studentów kierunku AiR). 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 (omówione w punkcie 1.7) to przede wszystkim: AiR2_U01, AiR2_U02, AiR2_U03, AiR2_U09, AiR2_U13, AiR2_U14, AiR2_U15, AiR2_U17. 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. Na podkreślenie zasługuje fakt, że nabór na studia magisterskie jest mniejszy niż na inżynierskie, co przekłada się na liczebność grup studenckich. Również wykłady, prowadzone w znacznej części wyłącznie dla studentów kierunku AiR, odbywają się w stosunkowo małych grupach, co ułatwia studentom bezpośrednią interakcję z wykładowcą.

Warto również 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 automatyki i robotyki. Realizacja prac powiązanych z działalnością zawodową studentów jest możliwa, jeśli zapewniają one osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia oraz dobrze wpisują się w obszar automatyki i robotyki. 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 w 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 automatyka i robotyka 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 automatyka i robotyka kształtował się na poziomie przedstawionym w tabeli (w latach 2012-2016 były to najwyższe progi na Politechnice Warszawskiej):

Progi punktowe podczas rekrutacji na studia

<i>Rok akademicki</i>	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20
Liczba kandydatów na miejsce	9.43	3.80	3.44	2.56	1.81	3.08
Próg punktowy	198	192	188	183	160	186

Należy podkreślić, że na kierunku automatyka i robotyka wciąż utrzymuje się wysoki poziom zainteresowania potencjalnych studentów i wysoki próg punktowy przyjęć. Obecnie wyższe progi punktowe osiągają jedynie kierunki bezpośrednio powiązane z informatyką. 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 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. Na kierunku AiR rekordowy pod tym względem był rok 2012, kiedy wśród niespełna 50 przyjętych kandydatów 11 było laureatami bądź finalistami olimpiad.

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.

Rekrutacja na studia anglojęzyczne

Obcokrajowcy, kandydaci na studia I lub II stopnia, składają dokumenty poprzez uczelniany elektroniczny system aplikacji. Dokumenty te (w tym też certyfikaty językowe) są sprawdzane pod względem formalnym poprzez specjalistów z International Student Office. Kandydaci na I stopień przechodzą Test Predyspozycji, sprawdzający stopień znajomości języka angielskiego oraz matematyki na poziomie maturalnym. W przypadku niezaliczenia testu, kandydaci kierowani są na roczny *Program przygotowawczy*. Zasady działania tego Programu i zasady przyjęć kandydatów po zaliczeniu Programu reguluje Uchwała nr 209/XLVII/2014 Senatu Politechniki Warszawskiej z dn. 22 października 2014 r. Dokumenty kandydatów są przekazywane elektronicznie na Wydział, do rozpatrzenia przez komisję ds. rekrutacji. Komisja ta składa się z Prodziekana ds. Nauki oraz opiekuna kierunku, w razie potrzeby powoływany jest dodatkowy ekspert.

W przypadku kandydatów na I stopień studiów, którzy zaliczyli Test Predyspozycji, decyzja o przyjęciu dokonywana jest na podstawie ocen na świadectwie ukończenia szkoły średniej uprawniającej do podjęcia studiów. Komisja zwraca szczególną uwagę na oceny z przedmiotów kluczowych dla kierunku (matematyka, fizyka, inne przedmioty pokrewne i inżynierskie, o ile takie zaliczano). Przy podejmowaniu decyzji bierze się pod uwagę system edukacyjny danego kraju (np. skala/rozdzielczość ocen) oraz dostępne ewaluacje jakości tego systemu. W przypadku kandydatów na I stopień studiów, którzy nie zaliczyli Testu Predyspozycji, wydawana jest przez odpowiedni kierunek (Wydział prowadzący kierunek) promesa przyjęcia pod warunkiem pozytywnego zaliczenia *Programu przygotowawczego*.

Decyzja o przyjęciu na II stopień studiów odbywa się na podstawie analizy wykazu ocen uzyskanych na pierwszym I studiów. Ostateczna komisyjna decyzja o przyjęciu następuje na podstawie:

- średniej ocen ze studiów (GPA),
- analizy ocen z przedmiotów podstawowych istotnych dla kierunku (np. dla Robotics: matematyka, fizyka, podstawy mechaniki, podstawy sterowania),
- uwzględnienia faktu zaliczenia przedmiotów ściśle związanych z robotyką, oraz ocen z tych przedmiotów (np. podstawy robotyki, mechatronika, systemy automatyzacji, sztuczna inteligencja, systemy wizyjne),
- oceny jakości uczelni, którą kandydat ukończył (na podstawie pozycji w rankingach światowych i krajowych).

W przypadku Robotics, jako indykatywną wartość progową stawia się GPA rzędu 70-75%.

Zasady przyjęć na EMARO są ustalone przez konsorcjum, zatwierdzone i monitorowane przez UE EACEA. W ocenie uwzględnia się m.in. średnią ocen ze studiów I stopnia, ranking ukończonej uczelni, ocenę na certyfikacie językowym, listy referencyjne, szczególne osiągnięcia (np. publikacje w czasopiśmie, udział w zawodach robotycznych), zbieżność programu studiów I stopnia z robotyką.

3.2. Zasady uznawania efektów uczenia się

Na kierunki 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.

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 zakończoną 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 sprawę rekrutacji. Wyniki rekrutacji omówiono w punkcie 3.1.

Odsiew studentów analizowany jest podczas cosemestralnej 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 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 odnosi się także § 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 informacyjnym 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 ustalone 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. Bardziej szczegółowy opis każdego przedmiotu, jego celów, zakładanych efektów uczenia się, metod weryfikacji itd. można znaleźć w katalogu opublikowanym na wydziałowej stronie internetowej. 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 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 *podstawy robotyki*, prowadzonego na studiach inżynierskich. Warto dodać, że jest to przedmiot dotyczący w dużej mierze kinematyki i dynamiki robotów, czyli zagadnień wpisujących się w dyscyplinę inżynieria mechaniczna (kadra Wydziału – również kierownik przedmiotu – prowadzi badania naukowe w tym zakresie).

ML.NK439 — Podstawy robotyki I

Metody oceny	Ocenie podlegają prace domowe, dwa sprawdziany przeprowadzane w trakcie semestru oraz egzamin przeprowadzany podczas sesji. Szczegóły systemu oceniania są opublikowane pod adresem: http://tmr.meil.pw.edu.pl (Dla Studentów).		
<i>Kod</i>	<i>Opis</i>	<i>Weryfikacja</i>	<i>Efekty kierunkowe</i>
<i>Efekty uczenia się — wiedza</i>			
NK439_W1	Student ma podstawową wiedzę na temat obszarów zastosowań współczesnej robotyki	Egzamin	AiR1_W18
NK439_W2	Student zna podstawy matematycznego opisu ruchu przestrzennego członu i układu członów	Pierwsza seria prac domowych, pierwszy sprawdzian, egzamin	AiR1_W04
NK439_W3	Student ma wiedzę na temat typowych struktur kinematycznych robotów	Druga seria prac domowych, pierwszy sprawdzian, egzamin	AiR1_W14
NK439_W4	Student ma wiedzę na temat kinematyki manipulatorów	Trzecia seria prac domowych, oba sprawdziany, egzamin	AiR1_W14
NK439_W5	Student ma wiedzę na temat dynamiki manipulatorów	Czwarta seria prac domowych, drugi sprawdzian, egzamin	AiR1_W14
<i>Efekty uczenia się — umiejętności</i>			
NK439_U1	Student potrafi sklasyfikować struktury manipulatorów i dobrać odpowiedni do ich opisu model matematyczny	Prace domowe, oba sprawdziany, egzamin.	AiR1_U05, AiR1_U07
NK439_U2	Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące ruchu przestrzennego członu	Pierwsza i druga seria prac domowych, pierwszy sprawdzian, egzamin	AiR1_U05, AiR1_U07
NK439_U3	Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące kinematyki prostej i odwrotnej manipulatorów	Druga i trzecia seria prac domowych, oba sprawdziany, egzamin	AiR1_U05, AiR1_U07
NK439_U4	Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące dynamiki odwrotnej manipulatorów	Trzecia i czwarta seria prac domowych, drugi sprawdzian, egzamin	AiR1_U05, AiR1_U07

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 automatyki i robotyki, 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. (AiR1_W03, AiR1_W08, AiR1_W16, AiR1_W17, AiR1_W19).

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 (AiR1_U09, AiR1_U12, AiR1_U15, AiR1_U16, AiR1_U19). Weryfikacja efektów uczenia się na ćwiczeniach laboratoryjnych odbywa się poprzez sprawdzenie poprawności konfiguracji i działania rzeczywistych lub symulacyjnych układów zbudowanych przez studentów podczas tych zajęć. Oceny formujące, uzyskiwane w trakcie laboratorium, są zwykle związane z 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 (AiR1_U02, AiR1_K03, AiR1_K04). 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.

Jako przykład powiązania stosowanych metod sprawdzania i oceny z zakładanymi efektami uczenia się (z zakresu uzyskiwania kompetencji inżynierskich) można rozpatrzeć weryfikację częściowego osiągnięcia efektów AiR1_U15 (Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować oraz zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla automatyki i robotyki używając właściwych metod, technik i narzędzi) oraz AiR1_U19 (Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy) dokonywaną w ramach przedmiotu *metody programowania robotów*. Efektowi kierunkowemu AiR1_U19 odpowiada przedmiotowy efekt uczenia się NK718_U4 (Potrafi przygotować robota przemysłowego do pracy bezpiecznej dla obsługi), natomiast efekt kierunkowy AiR1_U15 jest częściowo wypełniany przez efekt przedmiotowy NK718_U5 (Potrafi zaprogramować zadaną sekwencję ruchów efektora robota przemysłowego). Osiągnięcie obu przedmiotowych efektów uczenia się jest weryfikowane podczas zaliczania zajęć laboratoryjnych. Przystępujący do zaliczenia student ma za zadanie bezpiecznie uruchomić robota, dokonać pomiaru narzędzia, zaprogramować nieskomplikowaną trajektorię. Wykonanie tych zadań wskazuje, że zakładane efekty przedmiotowe zostały osiągnięte, a studentowi można wystawić pozytywną ocenę cząstkową (3.0). Kolejne zadania stawiane studentowi (np. wykorzystanie urządzeń zewnętrznych współpracujących z robotem, napisanie programu ruchu zawierającego pętle lub instrukcje warunkowe itd.) są coraz bar-

dziej skomplikowane. Ich skuteczne zrealizowanie wskazuje, że ocenę cząstkową można podwyższyć. Wykonanie całego zestawu zadań skutkuje maksymalną oceną cząstkową (5.0).

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 automatyka i robotyka, zarówno w specjalności robotyka, jak też biomechanika i biorobotyka są związane z różnorodnym charakterem przedmiotów podstawowych (obowiązkowych), kierunkowych i obieralnych dostępnych w ofercie programu nauczania.

W ramach tych aktywności student specjalności **robotyka** nabywa podstawową i pogłębioną wiedzę oraz umiejętności związane między innymi z wykorzystywaniem nowoczesnych metod projektowania podzespołów mechanicznych (systemy komputerowe CAD/CAM/CAE), układów sterowania urządzeń przemysłowych (urządzenia mikroprocesorowe, sterowniki PLC, laboratorium programowania aplikacji czasu rzeczywistego) oraz układów sterowania i programowania robotów (laboratorium automatyki i sterowania, miernictwa dynamicznego, laboratorium badawcze robotyki, laboratorium robotów mobilnych).

Metodyka nauczania obejmuje między innymi klasyczne wykłady (w tym interaktywne pokazy), ćwiczenia audytoryjne, udział w laboratoriach komputerowych, nadzorowane indywidualne lub grupowe projekty, w których dokonuje się analizy i syntezy układów automatyki i robotyki oraz udział w seminariach. W ofercie programu są również dostępne zajęcia (kreatywny semestr projektowania), w których studenci realizują w grupach otwarte zadania projektowe z zastosowaniem metodyk Problem Based Learning oraz Design Thinking.

Student specjalności **biomechanika i biorobotyka** zdobywa podstawową i pogłębioną wiedzę oraz umiejętności związane między innymi z wykorzystaniem współczesnych metod eksperymentalnych i obliczeniowych służących badaniu obiektów biologicznych (np. ruchu człowieka i zwierząt), mających na celu wykorzystanie uzyskanych wyników na potrzeby zastosowań, np. w projektowaniu robotów inspirowanych naturą (roboty mobilne), urządzeń ułatwiających funkcjonowanie osobom z dysfunkcjami aparatu ruchowego (roboty serwisowe, egzoszkielety, inteligentne protezy), oceny skuteczności systemów bezpieczeństwa stosowanych w nowoczesnych pojazdach (badania symulacyjne z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania) itp.

W metodyce nauczania istotną rolę ogrywa projekt zespołowy, w ramach którego studenci rozwiązują w małych grupach (3-4 osoby) zadania kształtujące umiejętności organizacji, planowania, podziału i synchronizacji pracy w grupie. W przypadku tego projektu, podobnie jak dla prac przejściowych i dyplomowych, studenci są motywowani do samodzielnego sprecyzowania celu zadania i metod służących jego osiągnięciu, w ramach problematyki dość szeroko zakreślonej przez prowadzącego. Wpływa to bardzo korzystnie na zaangażowanie studentów i osiągnięte przez nich rezultaty.

3.10. Rodzaje, tematyka i metodyka prac dyplomowych

Dla obu specjalności prace dyplomowe inżynierskie są realizowane na ostatnim, siódmym semestrze programu nauczania. Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej daje 15 punktów ECTS i trwa cztery miesiące.

Celem aktywności jest zdobycie przez studenta umiejętności samodzielnego wykonywania projektu inżynierskiego, w tym, rozwiązania postawionego problemu, doboru piśmiennictwa, metod badawczych, prezentacji i krytycznej analizy wyników. Pod nadzorem indywidualnego opiekuna dyplomu studenci przygotowują pisemny raport przedstawiający główne tezy pracy.

Prace dyplomowe magisterskie mają podobny przebieg, lecz są wykonywane na trzecim semestrze studiów magisterskich (20 punktów ECTS, 6–9 miesięcy). Obejmują one wykonanie zaawansowanej pracy projektowo-konstrukcyjnej, obliczeniowej czy eksperymentalnej, w której student demonstruje umiejętność niezależnego planowania i wykonywania zadań w zakresie tematyki dyplomu oraz krytycznej analizy i oceny uzyskanych rezultatów. Oba rodzaje dyplomów wymagają zaliczenia seminarium dyplomowego.

Tematyka pracy dyplomantów specjalności **robotyka** jest ustalana indywidualnie, w zależności od zainteresowań studenta, jego predyspozycji oraz nabytych kompetencji. Zakres tematyczny prac może dotyczyć aspektów ściśle związanych z bieżącą działalnością naukową promotorów prac i dotyczy m.in. kinematyki i dynamiki manipulatorów i robotów mobilnych, planowania trajektorii ruchu i sterowania robotami, analizy i syntezy układów automatyki czy projektowania układów robotycznych i ich praktycznych implementacji.

Niejednokrotnie zakres tematyczny dyplomów jest związany z zagadnieniami badawczymi generowanymi w licznych studenckich kołach naukowych czy zapotrzebowaniem przemysłowym. Dla przykładu, jeden z tematów dyplomu inżynierskiego, który ma swoją genezę w studenckim kole naukowym, dotyczył projektu układu sterowania i stabilizacji kapsuły pojazdu (Hyperloop) poruszającego się z dużą prędkością w środowisku o obniżonym ciśnieniu. Ze względu na potencjał badawczy i wdrożeniowy tematyki, praca została zaprezentowana i opublikowana w materiałach międzynarodowych konferencji poświęconej układom mechatronicznym. Rozszerzone treści pracy zostały przyjęte do druku w czasopiśmie *Archive of Mechanical Engineering*. Źródło tematyki drugiego dyplomu pochodzi od globalnego partnera przemysłowego (Centrum Turbin Gazowych GE) i dotyczy zadań planowania trajektorii manipulatorów wraz z inteligentnymi metodami omijania przeszkód podczas zautomatyzowanej inspekcji łopatek turbin gazowych. Tematyka tego dyplomu pozwoliła na zainicjowanie bliższej współpracy z CTG GE.

Podobnie jak w przypadku specjalności robotyka, tematyka prac dyplomowych specjalności **biomechanika i biorobotyka** jest ustalana indywidualnie, wiele tematów jest proponowanych przez studentów (wynika z ich zainteresowań). Część prac powstaje jako efekt stażu studenta w jednostce przemysłowej lub instytucji naukowo-badawczej (np. Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB). Większość tematów związana jest z działalnością naukową promotorów.

W ostatnich latach szczególnie zainteresowaniem cieszą się prace doświadczalno-obliczeniowe (np. możliwość wykorzystanie sygnałów EMG/EEG do sterowania robotem, egzoszkieletem lub inteligentną protezą). Prace te pozwalają na ugruntowanie wielodyscyplinarnej wiedzy i umiejętności z zakresu planowania i prowadzenia badań doświadczalnych wymagających wykorzystania specjalistycznej aparatury, wstępnego przetworzenia rejestrowanych sygnałów oraz opracowania metody (z zakresu sztucznej inteligencji) ich skutecznej klasyfikacji. Inną grupę stanowią zaawansowane prace obliczeniowe z zakresu biomechaniki zderzeń, gdzie zadaniem dyplomanta jest przygotowanie odpowiedniego modelu, przeprowadzenie symulacji w środowisku specjalistycznego oprogramowania i opracowanie wniosków. Do walidacji modelu (ze względu na bardzo wysokie koszty badań doświadczalnych) wyko-

rzystywane są istniejące dane eksperymentalne, udostępniane przez promotora lub pochodzące ze źródeł zewnętrznych.

Dla obu specjalności 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 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 (VERBIS lub USOS), są one przechowywane w formie papierowej. Najbardziej trwałe, najdłużej przechowywane, są zasoby elektroniczne (protokoły zaliczeń), gromadzone w bazach danych wspomnianych wyżej systemów. Oprócz zapisu elektronicznego dziekanat drukuje także indywidualne karty zaliczeń, obejmujące oceny z przedmiotów, na które student był zarejestrowany w danym semestrze – karty te są przechowywane w teczках studentów; po zakończeniu lub przerwaniu studiów są one przesyłane do archiwum PW.

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 2018 roku Biblioteka Wydziałowa posiadała w swoich zasobach 2296 prac dyplomowych magisterskich oraz 2569 prac dyplomowych inżynierskich.

Obecnie podstawową formą archiwizacji prac dyplomowych jest uczelniany system APD (Archiwum Prac Dyplomowych – 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 (CZiITT). Rokrocznie jednostki te publikują ogólnouczelniany raport z bada-

nia, 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 niedostatkiem 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:

- 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 140 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 automatyce i robotyce. 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 robotyki są na Wydziale prowadzone nieprzerwanie od lat 70. minionego wieku.

Według złożonych deklaracji, dyscyplinę inżynieria mechaniczna reprezentuje 19 samodzielnych pracowników naukowych oraz 26 pracowników ze stopniem doktora. Dyscyplinę automatyka, elektronika i elektrotechnika zadeklarowało 2 samodzielnych pracowników i 2 doktorów. Natomiast 4 samodzielnych pracowników naukowych oraz 3 pracowników z doktoratami zadeklarowało się po części w obu tych dyscyplinach.

Dorobek naukowy pracowników jest znaczący. W ocenie parametrycznej jednostek naukowych Wydział MEiL otrzymał kategorię A. Pracownicy Wydziału od czasu poprzedniej akredytacji (rok 2014) opublikowali 332 prace w czasopismach z listy A MNiSW, 1342 inne publikacje 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* przez 8 lat pełnił prof. Janusz Frączek, obecnie przejął ją dr hab. inż. Marek Wojtyra. Obaj naukowcy są bezpośrednio zaangażowani w kształcenie na kierunku AiR.

Politechnika Warszawska prowadzi *seminarium pedagogiczne* dla doktorantów i nowo przyjętych asystentów. Zaliczenie seminarium jest obowiązkowe; zajęcia trwają jeden semestr (64 godziny dydaktyczne, 5 ECTS). Celem seminarium jest przygotowanie pedagogiczne doktorantów i asystentów zatrudnionych w 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 przezwyciężania. Zajęcia obejmują 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 są zatem należycie przygotowani od strony warsztatowej do prowadzenia zajęć dydaktycznych na wyższej uczelni.

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. Należy podkreślić, że wielu pracowników prowadzących zajęcia na akredytowanym kierunku, prowadzi również zajęcia na prestiżowych międzynarodowych studiach EMARO+ (Erasmus Mundus European Master of Advanced Robotics), finansowanych przez UE. Partnerami Politechniki Warszawskiej są Ecole Centrale de Nantes (Francja) oraz University of Genova (Włochy) – podpisano z nimi umowy o podwójnym dyplomowaniu. W programie EMARO+ współuczestniczą też Keio University (Japonia) i Shanghai Jiao Tong University (Chiny).

Wśród publikacji pracowników Wydziału odnajdujemy 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 AiR, warto wymienić:

- Zielińska T., Żurawska M.: Optymalizacja w sterowaniu i podejmowaniu decyzji, Oficyna Wydawnicza PW, 2017;
- Zielińska T.: Maszyny Kroczące. Podstawy, projektowanie, sterowanie i wzorce biologiczne. Wyd. II uzupełnione, PWN, 2014;
- Pyrzanowski P.: Metody eksperymentalne w mechanice i budowie maszyn, Oficyna Wydawnicza PW, 2018;
- Świetlik M.: Analiza możliwości poprawy bezpieczeństwa dzieci przewożonych w samochodach osobowych w przypadku kolizji drogowych, Oficyna Wydawnicza PW, 2018;
- Arczewski K., Pietrucha J.: Zastosowania rachunku wariacyjnego we współczesnej mechanice analitycznej, Oficyna Wydawnicza PW, 2017;
- Krzesiński 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;
- Maroński R Strategie optymalne w mechanice lotu i biomechanice, Oficyna Wydawnicza PW, 2016;
- Arczewski K., Pietrucha J., Szuster J.: Drgania układów fizycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2014;
- Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krzesiński G., Zagrajek T.: Mechanika materiałów i konstrukcji. T 1-2, Oficyna Wydawnicza PW, 2013.

Pracownicy Wydziału są laureatami nagród JM Rektora PW za działalność naukową. Spośród pracowników zaangażowanych bezpośrednio w kształcenie na kierunku AiR, nagrody indywidualne bądź zespołowe, w ostatnich latach (2016-2019) otrzymali dr Krzysztof Rogowski, dr Stanisław Gepner, prof. Janusz Frączek (dwukrotnie), dr Paweł Malczyk (dwukrotnie), mgr Marcin Pękał, prof. Teresa Zielińska, dr hab. Ryszard Maroński, dr Antoni Kopyt, dr hab. Elżbieta Jarzębowska, dr hab. Marek Wojtyra, dr Piotr Lichota, dr hab. Maciej Jawor-

ski (dwukrotnie), dr Tomasz Bobiński, dr hab. Adam Dacko, dr hab. Cezary Rzymkowski, dr Grzegorz Orzechowski.

Pracownicy Wydziału są laureatami licznych nagród za działalność dydaktyczną. Spośród pracowników zaangażowanych bezpośrednio w kształcenie na kierunku AiR w latach 2015-2018 Medalem Komisji Edukacji Narodowej nagrodzeni zostali prof. Krzysztof Arczewski, dr hab. Adam Dacko i mgr Marek Tracz. W tym samym okresie liczna grupa pracowników nauczających na kierunku AiR zdobyła indywidualne lub zespołowe Nagrody Rektora PW za osiągnięcia dydaktyczne: dr hab. Grzegorz Krzesiński (dwukrotnie), prof. Teresa Zielińska, mgr Magdalena Żurawska, prof. Krzysztof Arczewski, dr hab. Ryszard Maroński, dr hab. Cezary Rzymkowski, dr Marek Surowiec, dr Mirosław Świetlik, dr Piotr Marek, dr Paweł Borkowski, dr Sławomir Bielecki, dr Krzysztof Rafał, mgr Janusz Lipka.

Pracownicy Wydziału, wraz ze studentami kierunku AiR, 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.

Kierunek automatyka i robotyka na Wydziale MEiL regularnie plasuje się w czołówce rankingu studiów inżynierskich miesięcznika *Perspektywy*; w roku 2017 zajęli **pierwsze miejsce**, a rok wcześniej i rok później miejsce trzecie.

4.2. Obsada zajęć dydaktycznych

Duży, interdyscyplinarny zakres zainteresowań naukowych pracowników Wydziału jest bardzo korzystny dla dydaktyki na kierunku automatyka i robotyka. 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 automatyki i robotyki prowadzone są przede wszystkim przez pracowników Zakładu Teorii Maszyn i Robotów, Zakładu Podstaw Konstrukcji oraz Zakładu Automatyki i Osprzętu Lotniczego, przy wsparciu pracowników z innych zakładów (np. przedmiot mechanika płynów biologicznych prowadzą profesorowie z Zakładu Aerodynamiki).

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. Ostateczną listę obowiązków dydaktycznych pracowników zatwierdza Prodziekan ds. Dydaktycznych.

Szczególną 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 nr 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. Stworzone w ten sposób przedmioty niejednokrotnie mają unikalny charakter i rzadko znajdują odpowiedniki na polskich, a niekiedy również na światowych uczelniach. Wśród wykładanych na kierunku AiR przedmiotów wywodzących się wprost z prac badawczych prowadzonych na Wydziale należy wskazać następujące przedmioty:

- podstawy biorobotyki,
- dynamika układów wieloczłonowych,
- zderzenia w biomechanice,
- robotyka medyczna,
- manipulatory równoległe.

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 automatyką i robotyką prace:

- Skorulski K., Rzymkowski C.: Prototyp ośmionóżnego robota kroczącego opracowany na podstawie analizy kinematograficznej chodu pająka, XIV Konferencja Naukowa „Majówka Młodych Biomechaników”, s. 70, 2017.
- Ramamoorthy L., Zielińska T.: Robot motion synthesis using ground reaction forces pattern, w: International Journal of Advanced Robotic Systems, vol. 14, nr 4, ss. 1-12, 2017
- Kaczmarek W., Kamiński G., Mianowski K., Rosołek R., Gołaszewski T., Woch M., Głyda K. “Risk assessment system in the production process of medical devices on the basis of dynamics spine corrector”, Journal of Polish Safety and Reliability Association, vol.8, no. 1, str. 67 – 71, 2017
- Strawa N., Malczyk P.: Dynamics and control of a high-speed vehicle suspension system moving in reduced-pressure conditions, 26th International Conference on Theory of Machines and Mechatronic Systems. Modern Trends in Theory of Machines and Mechatronic Systems, s. 93, 2018.
- Jarzębowska E., Cichowski M.: Dynamics modeling and performance analysis of underwater vehicles based on the Boltzmann-Hamel equations approach, MATEC Web of Conferences, vol. 148, ss. 1-6, 2018.
- Rola E., Wdowicz D.: Is it safer to transport a three-year-old child in a forward-facing child restraint system or in a rear-facing one while head-on collision?, Proc. International Interdisciplinary PhD Workshop: IPhDW, ss. 128-130, 2018.
- Hussain R., Zielińska T., Hexel R.: Finite state automaton based control system for walking machines, w: International Journal of Advanced Robotic Systems, ss. 1-14, 2019.
- Zielinska T., Zimin L., Szumowski M., Ge W.: Simplified Method for Humanoid Robot Gait Generation, w: Advances in Mechanism and Machine Science / Uhl T. (red.), pp.1681-1689, 2019.

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 Koła Naukowego Robotyków, ściśle powiązane z realizowanymi przez nich projektami:

- Wlazło D. Projekt i wykonanie konfigurowalnego robota mobilnego, Praca dyplomowa magisterska, 2016.
- Grabczak B.: *Projekt i sterowanie robotem balansującym na kuli*. Praca dyplomowa inżynierska, 2017.
- Mróz M.: *Opracowanie ulepszonej metody sterowania ruchem robota typu "line follower"*, Praca dyplomowa inżynierska, 2018.
- Wachowicz M.: Algorytm SLAM dla robota typu Micromouse, Praca dyplomowa inżynierska, 2018.
- Bryła M.: Projekt i wykonanie robota mobilnego ze skanerem otoczenia, Praca dyplomowa inżynierska, 2019.
- Łukojć K.: *Opracowanie rozwiązań konstrukcyjnych dla robota Minisumo*. Praca dyplomowa inżynierska, 2019.

Więcej informacji o merytorycznym i organizacyjnym wspieraniu projektów kół naukowych zawarto w punkcie 8.3 (str. 84).

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.

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 i ich ostateczną formę uchwaliła Rada Wydziału na posiedzeniu 30.09.2019. 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 hospitacji zajęć nauczycieli akademickich. Ocena kadry została następnie przeprowadzona w roku 2015. 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 stano-

wiskach 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 wzmoczenia 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. W chwili przygotowywania raportu w fazie końcowej są prace nad zasadami zatrudniania na powyższych stanowiskach od 1.10.2019.

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, w tym 14 pracowników i doktorantów kierunku AiR) z 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 pionierskie 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 komplek-

sowego programu szkoleń, mających na celu podnoszenie kompetencji dydaktycznych i merytorycznych nauczycieli akademickich (ważniejsze szkolenia: Lab View, MATLAB, ANSYS, Solidedge, C++, NX, Statistica, LS Dyna – dla 14 pracowników i doktorantów kierunku AiR).

Pracownicy chętnie podnoszą swoje kompetencje nie tylko poprzez udział w szkoleniach z tzw. twardych umiejętności, ale również doksztalając się z języków obcych, design thinking, wykorzystywania technologii ICT w dydaktyce czy nowoczesnych i innowacyjnych metod kształcenia (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 (Manukid Parnichkun – Asian Institute of Technology, Jerzy Sądziadek – Carleton University, Smone Denei – University of Genoa).

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 kierunku AiR, 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 szczęblu 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 są 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 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 mechanika i budowa maszyn).

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 trzech pracowników Wydziału uzyskało stopień doktora w dyscyplinie automatyka i robotyka lub automatyka, elektronika i elektrotechnika, a dwóch (Robert Głębocki, Paweł Malczyk) stopień doktora habilitowanego w tych dyscyplinach. W tym samym okresie ponad 20 pracowników Wydziału uzyskało doktoraty w dyscyplinach mechanika bądź budowa i eksploatacja maszyn, wpisujące się tematycznie w obecną dyscyplinę inżynieria mechaniczna. Sześciu pracowników uzyskało habilitację w tych dyscyplinach (Tomasz Goetendorf-Grabowski, Cezary Rzymkowski, Adam Dacko, Sławomir Kubacki, Marcin Żugaj, Jan Kindracki). 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 lub automatyka i robotyka. W momencie przygotowywania bieżącego raportu w końcowej fazie są dwa przewody habilitacyjne pracowników Wydziału w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oraz cztery postępowania o nadanie tytułu na podstawie dorobku w dyscyplinie inżynieria mechaniczna lub automatyka i robotyka.

Jako obszar piąty 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. m².

Większość zajęć studentów kierunku automatyka i robotyka odbywa się w Instytucie Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej przy ul. Nowowiejskiej 24. Część zajęć, w tym wykłady wspólne dla kilku kierunków, odbywa się w budynku ITC, mieszczącym największą na Wydziale aulę T-1 (244 miejsca). 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).

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 zadaszonoego 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), dotacja projektowa (z tych środków sfinansowano m.in. częściowe wyposażenie laboratorium elektrotechniki i elektroniki).

Wykaz najważniejszych laboratoriów badawczych i dydaktycznych dostępnych na Wydziale umieszczono w Załączniku 2.6c. Ze względu na kształcenie na kierunku automatyka i roboty-

ka, realizowanego przede wszystkim w ramach dyscypliny inżynieria mechaniczna, jako najistotniejsze należy wskazać następujące laboratoria:

- Laboratorium systemów robotycznych i biorobotycznych,
- Laboratorium podstaw automatyki i sterowania,
- Laboratorium wytrzymałości materiałów i konstrukcji,
- Laboratorium miernictwa dynamicznego,
- Laboratorium elektrotechniki,
- Laboratorium elektroniki.

Szczególnie warto podkreślić bogate i nowoczesne wyposażenie laboratoriów, w których studenci mają możliwość bezpośredniej pracy z robotami przemysłowymi i platformami mobilnymi. Studenci na zajęciach laboratoryjnych z przedmiotu *metody programowania robotów* wykonują ćwiczenia związane z obsługą i programowaniem robotów szeregowych KUKA Agilus, KUKA LWR4+, Fanuc M10iA oraz robota równoległego Fanuc M1iA, a także urządzeń towarzyszących (kamery, pozycjonery, chwytaki itp.). Należy zwrócić uwagę na dwa roboty redundantne KUKA LWR4+, wyposażone w moduł FRI – *fast research interface*, umożliwiający niskopoziomowy dostęp do układu sterowania robotem. Roboty te są wykorzystywane w ramach prac przejściowych i dyplomowych, jak również w badaniach prowadzonych w ramach prac doktorskich.

Warto też zwrócić uwagę na laboratorium robotów mobilnych, wyposażone m.in. w dwa roboty Seekur Jr., robota Pioneer oraz zestaw komponentów do samodzielnej budowy prostych robotów klasy line-follower. W zakresie podstawowym studenci korzystają z laboratorium w ramach przedmiotu *roboty mobilne*, a w bardziej zaawansowanym zakresie – w ramach prac przejściowych i dyplomowych. Laboratorium daje możliwość wykorzystania zarówno samych platform jezdnych, jak również zabudowanych na nich czujników, kamer, skanerów, pozwala na badania roju robotów itd.

5.2. Zajęcia prowadzone poza uczelnią

Ze względu na posiadanie nowoczesnych laboratoriów umożliwiających kształcenie na kierunku automatyka i robotyka, stosunkowo niewiele zajęć wymaga wykorzystania aparatury niedostępnej na Wydziale. Przykładem takich zajęć są laboratoria z *przedmiotów wprowadzenie do biomechaniki* oraz *biomechanics* (dla studentów programu Robotics). Część zajęć laboratoryjnych prowadzona jest w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy. Prowadzone tam ćwiczenia dotyczą (1) pomiarów i analizy sygnałów EMG związanych z ruchem kończyn górnych, (2) zjawisk cieplnych towarzyszących aktywności fizycznej człowieka.

Bardzo ważnym elementem kształcenia inżynierów są kontakty z przedsiębiorstwami z branży automatyki i robotyki lub wykorzystującymi automatyzację i robotyzację. Corocznie studenci i wykładowcy kierunku AiR uczestniczą w targach AUTOMATICON, gdzie mają okazję zapoznania się z najnowszymi osiągnięciami w branży AiR. Organizowane są również wizyty w fabrykach w Polsce, podczas których studenci mają okazję zobaczyć np. linie produkcyjne firm Procter & Gamble, Faurecia, Kongsberg Automotive.

Ścisły kontakt z otoczeniem gospodarczym studenci nawiązują także w trakcie praktyk i staży, opisanych w punktach 2.7 i 6.1 Władze Wydziału, a szczególności opiekunowie praktyk, dokładają starań, by studenci realizowali staże i praktyki w nowoczesnych firmach, reprezentujących wysoki poziom techniczny (szczegóły w p. 2.7).

W kontekście zajęć prowadzonych poza siedzibą uczelni warto wymienić rozpoczętą w 2019 roku realizację projektu pn. *Terenowy poligon doświadczalno-wdrożeniowy w powiecie przasnyskim*, który ukierunkowany jest przede wszystkim na zagadnienia z obszaru lotnictwa, w tym także na autonomiczne, sterowane automatycznie obiekty latające. Projekt przewiduje rozbudowę laboratoriów, z których część będzie zlokalizowana na lotnisku w Przasnyszu. Przewiduje się, że korzystać z nich będą również studenci wszystkich kierunków prowadzonych na Wydziale.

5.3. 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).

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 numeryczne, metoda elementów skończonych, 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 przeznaczonych do projektowania i analizy mechanizmów i robotów (NX, Catia, ProEngineer, ADAMS).

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 (zob. p. 2.3, str. 34).

5.4. 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.

5.5. 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 AiR 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, jak na przykład platformy myRIO (przeznaczonej do wykonywania wbudowanych systemów sterujących), istnieje możliwość wypożyczenia go studentowi na czas realizacji pracy przejściowej lub dyplomowej.

5.6. 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 Academia, 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.

5.7. 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. Jako przykład z bieżącego roku, dotyczący kierunku automatyka i robotyka, można wskazać zakup, między innymi, stanowisk firmy Quanser (przeznaczonych do badań modelowych układów napędowych i robotycznych) oraz zakup stanowiska do cyfrowego sterowania złożonymi procesami dyskretnymi (ze sterownikami PLC, platformami myRIO, układami wykonawczymi, oprogramowaniem) za kwotę przekraczającą 200 tys. PLN, wygospodarowaną ze środków ITLiMS. Stanowiska te będą udostępniane studentom w laboratorium podstaw automatyki i sterowania.

Przy planowaniu i przeprowadzaniu modernizacji bazy dydaktycznej istotne znacznie 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. Jako przykład można wskazać uczestnictwo w programie Europejskim 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). Wydział posiada umowy o podwójnym dyplomowaniu z członkami konsorcjum. W ramach tego konsorcjum Wydział współpracuje z innymi wydziałami PW (szczególnie intensywnie z Wydziałem Elektroniki i Technik Informacyjnych).

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 AiR.

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 AiR. 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 Maciej Pawełczyk, doktorant przygotowujący rozprawę w obszarze AiR);
- 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 Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów; w Instytucie Lotnictwa;
- organizację wizyt studentów w dużych fabrykach w Polsce (np. na liniach produkcyjnych Procter & Gamble, Faurecia, Kongsberg Automotive).

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa od początku swojego istnienia utrzymuje ścisłą współpracę z przedsiębiorcami sektora energetycznego, lotniczego, mechanicznego oraz firmami z obszaru automatyki i robotyki. 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 AiR, 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 (zob. *obszar czwarty*, str. 73).

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:

- Polski Koncern Naftowy Orlen S.A.,
- Budimex S.A.,
- General Electric Company Polska Sp. z o.o.,
- Instytut Lotnictwa,
- Polska Grupa Energetyczna S.A.,
- Polskie Zakłady Lotnicze Sp. z .o.o.,
- Agencja Rozwoju Przemysłu,
- Veolia Energia Warszawa S.A.,
- ENEA S.A.,
- Tauron S.A.,

- Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego "PZL Warszawa II" S.A.,
- Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego "PZL Świdnik" S.A.,
- Polskie Linie Lotnicze LOT 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, współudział w ocenie procesu jakości kształcenia z pozycji pracodawców. Członkami Rady są przedstawiciele instytutów i firm zainteresowanych kierunkiem AiR. Jako drugi przykład można wskazać obecność na Wydziale 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 kierunków automatyka i robotyka oraz energetyka), realizuje w projekcie NERW PW zadania obejmujące certyfikowane szkolenia branżowe dla studentów AiR 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 kierunku AiR, stanowi kontynuację działań prowadzonych w tym obszarze w latach poprzednich. W okresie 2015-2019 łącznie 42 studentów kierunku AiR 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 pracujących przy Wydziale, w tym Koła Naukowego Robotyków (KNR), Studenckiego Koła Astronautycznego (SKA) i Studenckiego Koła Robotyki Podwodnej, które są bezpośrednio powiązane z kształceniem na kierunku AiR. 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 Najlepszych!* w ramach PO WER), a ponadto znaczna część środków pochodzi od pracodawców wspierających prace studentów. Spośród spektakularnych osiągnięć kół naukowych można wskazać liczne nagrody uzyskiwane przez Koło Naukowe Robotyków (np. w latach 2017, 2018 nagrody na IARR Challenge w Kanadzie, na zawodach Robomicon, Cyberpot, Roboxy 2017 etc.) oraz wyjątkowe osią-

gnięcie w formie wystrzelenia pierwszego polskiego sztucznego satelity Ziemi przez studentów SKA (w którym pracują studenci kierunku AiR) w dniu 3 grudnia 2018 roku.

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), 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).

Jako szczególnie spektakularny można wskazać realizowany obecnie projekt *Terenowy polygon doświadczalno-wdrożeniowy w powiecie przasnyskim*, na który znaczne finansowanie uzyskała PW, a którego beneficjentem jest Wydział MEiL. Przewiduje on zakup lotniska w powiecie przasnyskim oraz budowę laboratoriów, ze współuczestnictwem m.in. studentów wszystkich kierunków studiów prowadzonych na Wydziale oraz we współpracy z władzami samorządowymi gminy Przasnysz i powiatu Przasnyskiego.

Ostatni, siódmy obszar współpracy z interesariuszami zewnętrznymi w kształceniu na kierunku AiR 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 przygotowany 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 CZiITT 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., następne planowane jest na październik roku 2019).

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 automatyki i robotyki. 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*, według którego kierunek AiR prowadzony na Wydziale MEiL klasyfikowany jest w pierwszej piątce kierunków na przestrzeni ostatnich lat (w roku 2017 zajął pierwsze miejsce, a rok wcześniej i rok później miejsce trzecie). Innym wskaźnikiem oceny jest jakość kandydatów przyjmowanych na studia inżynierskie na kierunek AIR, mierzona liczbą punktów osiągniętych przez kandydatów w trakcie rekrutacji. W roku 2018 liczba ta była bardzo wysoka i wynosiła co najmniej 186 z maksymalnych 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 CZiITT 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 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.
- Przygotowanie 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.

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 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).

Wydział wypracował własny system rekrutacji dla studentów zagranicznych aplikujących na drugi stopień studiów. 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.

Wszystkie druki wydziałowe dla studentów (w tym formularze wniosków związanych z różnymi procedurami) są również w języku angielskim. Dzięki tym wszystkim działaniom na Wydziale nie ma barier administracyjnych, językowych, kulturowych dla studentów zagranicznych.

W ostatnich latach robotyka znalazła się w rozwojowych, badawczych i edukacyjnych priorytetach znaczących, wysoko rozwiniętych krajów (np. Japonia, Chiny, Niemcy, Francja, Szwecja). Mając to na uwadze, Wydział przywiązuje bardzo dużą wagę do umiędzynarodowienia kształcenia, poprzez: prowadzenie studiów międzynarodowych w zakresie robotyki, realizację mobilności międzynarodowej studentów (mobilność w trakcie studiów, mobilność zagraniczna do laboratoriów i firm na wykonywanie prac dyplomowych), prowadzenie wykładów przez wykładowców zagranicznych, publikacje wspólne ze studentami na konferencjach i w czasopiśmie międzynarodowych (w. j. angielskim), udział studentów w międzynarodowych zawodach robotycznych, dostosowanie programów do aktualnych trendów rozwojowych i potrzeb robotyki.

Umiędzynarodowienie w zakresie robotyki, w porównaniu z innymi uczelniami krajowymi, jest prawdopodobnie najbardziej rozwinięte, ze względu na sukces EMARO (opis poniżej) – programu o uznanej już renomie światowej. Umiędzynarodowienie EMARO siłą rzeczy przenosi się na lokalne ścieżki, a korzystają na tym również studenci pierwszego stopnia, co opisano poniżej (wykłady zapraszane, mobilność w ramach umów ERASMUS). Program studiów Robotics został uruchomiony jako – wymagana przez unię Europejską – lokalna ścieżka powiązana z programem EMARO. Tworząc ją, wykorzystano zgromadzone w programie EMARO doświadczenia. Studia Robotics są realizowane na Politechnice Warszawskiej, głównie na dwóch wydziałach: Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa oraz na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych.

Warto tu również wspomnieć o doktorantach, którzy włączają się w proces kształcenia na kierunku AiR w ramach obowiązkowych praktyk dydaktycznych. Mają oni swobodę wyboru języka obrony doktoratu oraz pracy doktorskiej. Ich publikacje powstają niemal wyłącznie w języku angielskim. Realizują mobilność międzynarodową, korzystając z dostępnych programów wymian (np. NAWA, PRELUDIUM). Studia doktoranckie w obszarze robotyki podejmują też studenci zagraniczni (1 osoba z Ukrainy – zginęła tragicznie, 1 osoba z Chin – doktorat obroniony w 2017 r., 1 osoba z Indii – doktorat obroniony w roku 2019). Polscy i zagraniczni doktoranci biorą aktywny udział w konferencjach międzynarodowych (np. RoManSy – 2016, 2018, RoMoCo – 2017, 2018, 2019, EUCOMES – 2015, IFToMM World Congress – 2019). Wydział składał dwukrotnie wniosek do UE na prowadzenie doktoratów w ramach European Training Network (konsorcjalny), w tematyce związanej z robotyką rehabilitacyjną, niestety – pomimo dobrych ocen – wniosek nie zmieścił się w puli finansowania.

7.2. Aspekty programu studiów sprzyjające umiędzynarodowieniu kształcenia

Od roku 2008 Wydział MEiL prowadzi European Master on Advanced Robotics – **EMARO**. Jego trzecie wydanie, wspierane przez UE, rozpoczęło się w roku 2014/15. Jest to program dla najlepszych kandydatów z całego świata (ostre kryteria oceny, decyzje o przyjęciu podejmowana na podstawie 3 niezależnych ocen w toku dyskusji międzynarodowej komisji) firmowany i wspierany przez UE (tzw. Harvard of Europe). Z EMARO jest też stowarzyszony *local track* dla studentów przyjmowanych przez Wydział. Program studiów został opracowany przez członków konsorcjum (Ecole Centrale – Nantes, Francja, University of Genova – Włochy, University Jaume I – Catejon, Hiszpania, Keio University Japonia, Shanghai Jiao Tong University – Chiny plus partnerzy przemysłowi). Program oraz zestaw wykładowców (każdy powinien mieć doświadczenie międzynarodowe i wysoki status naukowy) był recenzowany i zatwierdzony przez EU EACEA (Education, Audiovisual and Culture Executive

Agency). Studia są oczywiście prowadzone w języku angielskim. Korzystają na tym studenci polskiej ścieżki językowej, zarówno pierwszego, jak i drugiego stopnia, bowiem zajęcia prowadzone przed wykładawców z zagranicy dla EMARO/Robotics są im oferowane w ramach dodatkowych ECTS (jako przedmioty obieralne). Wydział ma podpisane umowy o podwójnym dyplomowaniu dla automatyki i robotyki z: Ecole Centrale – Nantes, Francja, University of Genova – Włochy, University Jaume I – Catejon, Hiszpania (co jest głównie zorientowane na EMARO). Każdy absolwent EMARO uzyskuje podwójny dyplom. Z mobilności do wymienionych partnerów mogą też korzystać (i korzystali) lokalni studenci.

Osobnego omówienia wymaga prowadzony całkowicie w języku angielskim program **Robotics**, oferowany na studiach drugiego stopnia na kierunku AiR. Jest on programowo skorelowany ze studiami EMARO (grupy są łączone – studenci obu ścieżek uczęszczają na te same zajęcia), ale realizowany w całości na Politechnice Warszawskiej, głównie na dwóch wydziałach: Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa oraz na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych. Większość studentów tego programu to cudzoziemcy, studia Robotics są płatne.

Program Robotics powstał jako ścieżka lokalna (w nomenklaturze anglojęzycznej: *local track*) w efekcie utworzenia EMARO (a potem jego kontynuacji jako EMARO+). EACEA oczekuje bowiem, że efektem programu finansowanego przez UE będzie utworzenie ścieżki lokalnej. Jakość i procedury wypracowane w programie unijnym powinny być przeniesione na lokalny grunt, zapewnia to bowiem trwałość opracowanego programu i procesu kształcenia.

Liczba studentów ze stypendiami UE oraz przyjmowanych z tzw. stypendiami konsorcjalnymi EMARO nie jest duża i wynosi ok. 20 osób rocznie, w rozłożeniu na 4 uczelnie partnerskie. Wydział stara się utrzymać liczebność każdej grupy EMARO/Robotics na poziomie 16-20 osób, co zapewnia dobrą obsługę dydaktyczną, przyczynia się do racjonalnego wykorzystania zasobów (w tym ludzkich – kadry dydaktycznej) i dobrą współpracę ze studentami.

7.3. Kompetencje językowe studentów

Od wszystkich kandydatów na studia w j. 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. Ponadto, od kandydatów na studia EMARO wymagane są odpowiednio wyższe progi punktów na certyfikatach. Zaobserwowana znajomość j. angielskiego studentów ścieżek lokalnych jest bardzo dobra. Niektóre przedmioty prowadzone równoległe w j. polskim i obym (np. biorobotyka) studenci mogą zaliczyć w j. angielskim. O ile wyrażą taką wolę, mogą też przedstawić pracę dyplomową (inżynierską bądź magisterską) lub doktorską w j. angielskim, obrona może się też odbyć w j. angielskim. Przykładem z ostatnich lat może być praca dyplomowa inżynierska pani Natalii Strawy.

Warto podkreślić, że – rekrutujący się spośród najlepszych absolwentów szkół średnich – studenci Wydziału MEiL 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

Studenci realizują mobilność w ramach programu ERASMUS+ oraz według formatu EMARRO+, w którym zaliczają jeden rok w jednym kraju partnerskim, a drugi rok w drugim kraju, z możliwością wykonywania pracy dyplomowej (4. semestr) u kolejnego partnera czy też w firmie. Co roku w okresie wakacyjnym organizowane są EMARO DAYS, gdzie studenci gromadzą się u jednego partnera, mają zawody robotyczne oraz prezentują prace dyplomowe (konkurs na najlepszą pracę).

W ciągu ostatnich 5 lat z wyjazdów w ramach programu ERASMUS skorzystało 145 studentów Wydziału MEiL, W tym samym okresie Wydział gościł 183 studentów ERASMUSA.

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. Wydział w swojej działalności międzynarodowej wspomagany jest przez Centrum Współpracy Międzynarodowej PW.

Mobilność międzynarodowa kadry kształcącej na kierunku automatyka i robotyka jest duża. W ciągu ostatniej dekady długoterminowe wyjazdy naukowe odbyli m.in. dr inż. Paweł Malczyk (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, USA), dr inż. Grzegorz Orzechowski (University of Illinois, Chicago, USA). Krótkoterminowe wizyty naukowe odbyli m.in. prof. Teresa Zielińska (Chiny, Australia), dr hab. inż. Marek Wojtyra (Chiny), prof. Janusz Frączek (Japonia, Chiny), dr inż. Paweł Malczyk (Hiszpania). Również doktoranci realizujący praktykę dydaktyczną na kierunku AiR uczestniczyli w krótkoterminowych stażach naukowych: mgr inż. Łukasz Woliński (Austria), mgr inż. Magdalena Żurawska (Niemcy), inż. Maksymilian Szumowski (Niemcy, Francja), mgr inż. Marcin Pękal (USA), mgr inż. Krzysztof Chadaj (USA).

Kadra kierunku AiR, prowadząca równolegle zajęcia na studiach EMARO, bierze udział w EMARO Annual Meeting – organizowanym corocznie tygodniowym spotkaniu, gdzie dyskutowane są aspekty jakości kształcenia, zawartości programowe przedmiotów oraz kwestie dyplomowania. Otwarta jest oferta mobilności kadry do uczelni partnerskich (m.in. ze wsparciem programu ERASMUS+).

W ciągu ostatnich 5 lat pracownicy i doktoranci zaangażowani w kształcenie na kierunku AiR odbyli szereg staży i wyjazdów mających na celu podniesienie ich umiejętności dydaktycznych (Tomasz Dziewoński – University of West Bohemia, Grzegorz Orzechowski – University of Illinois, Maksymilian Szumowski – Freiburg University, Magdalena Żurawska – Freiburg University). Od lipca 2019 r. nauczyciele akademicy Wydziału mają szansę skorzystania z zagranicznych staży dydaktycznych dla nauczycieli akademickich PW w ramach ogólnouczelnianego projektu NERW2.

7.5. Zajęcia prowadzone przez zagranicznych wykładowców

Co roku od 1 do 3 wykładowców zagranicznych przyjeżdża, by poprowadzić wykłady kursowe, wykłady dodatkowe (np. w roku 2018/19 – *Multimedia Systems Processing* – Andreja Samčović, University of Belgrade), otwarte seminaria i konsultacje (w ramach *Research Methodology* – Jorge Solis, Karlstad University, Sweden). Zajęcia oferowane te, oferowane przede wszystkim studentom programu EMARO/Robotics, są dostępne również – jako obieralne – dla innych studentów Wydziału MEiL, w tym oczywiście kierunku AiR.

Wykłady profesorów wizytujących odbywają się 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.

W ciągu ostatnich 5 lat zorganizowano 15 przyjazdów profesorów wizytujących, którzy przeprowadzili cykl wykładów oraz konsultacji dla studentów. Warto tu wymienić wykłady skierowane przede wszystkim do studentów robotyki. Prof. Manukid Parnichkun z Asian Institute of Technology, przeprowadził 60-godzinne zajęcia *Neural Networks*, prof. Jerzy Sasiadek z Carleton University – 30-godzinny wykład *Selected Topics in Robotics—Space Robotics*, prof. Simone Denei z University of Genoa z 30-godzinny wykład *Embedded Systems*.

Na innych kierunkach kształcenia prowadzonych przez wydział również organizowane są wykłady profesorów wizytujących. Są one dostępne dla wszystkich studentów i doktorantów Wydziału MEiL, w tym także studentów kierunku automatyka i robotyka.

7.6. Monitorowanie i doskonalenie umiędzynarodowienia procesu kształcenia

Proces umiędzynarodowienia EMARO monitorowany jest poprzez EU EACEA (sprawozdania, wizyta audytowa na EMARO Annual Meeting 2018 z przekazaniem opinii). Oceny prowadzone są też przez studentów dwa razy do roku (anonimowa ankietyzacja przez internet), a wyniki dyskutowane są corocznie na EMARO Annual Meeting. Prof. Teresa Zielińska, opiekun ścieżki EMARO/Robotics, 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 referat „Sharing the experience about international students education: robotics program” podczas The 2nd 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.

Uzyskiwane i aktualizowane informacje oraz zbierane opinie są wykorzystywane do poprawy oferty, m.in. skutkiem uwag jest wprowadzenie dodatkowej mobilności na semestrze dyplomowym oraz wprowadzenie EMARO Days (od 2017). Wszyscy studenci obcokrajowcy uczestniczą w zajęciach „Introduction to Polish Culture and Language”, co ułatwia im adaptację i uniknięcie szoku kulturowego.

W procedurach wewnętrznych Politechniki Warszawskiej proces oceny zajęć dydaktycznych na studiach anglojęzycznych nie różni się od zakresu i metod oceny zajęć polskojęzycznych. Obejmuje ankietyzację zajęć przez studentów obejmującą corocznie ok. 30% liczby wszystkich zajęć. 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 udoskonalenia procesu rekrutacji i nauczania. Zagadnienia związane z procesem umiędzynarodowienia studiów są często omawiane na posiedzeniach Senackiej Komisji ds. współpracy międzynarodowej (prof. T. Skoczkowski i prof. T. Zielińska są jej członkami).

Poprawianie warunków kształcenia następuje też poprzez doskonalenie laboratoriów, do tego przydają się wizyty osób kształcących na tym kierunku w zagranicznych laboratoriach z zakresu robotyki. Wyposażenie laboratoriów jest sukcesywnie uzupełniane.

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

Oprócz lokalnego monitoringu karier, prowadzony jest sukcesywny monitoring karier absolwentów EMARO, łącznie z opracowywaniem danych statystycznych. Ponad 80% z nich kontynuuje prace z zakresu robotyki, a ponad 95% realizuje swoje zamiary. Wielu wcześniejszych absolwentów ukończyło już studia doktoranckie i pracuje w uznanych uczelniach lub ośrodkach badawczych. Na EMARO Days zapraszani są absolwenci, a ich opinie oraz rozwój karier odbierane są przez obecnych studentów jako cenne wskazówki.

Pogłębiając umiędzynarodowienie w zakresie robotyki, Wydział podjął kroki w kierunku utworzenia Joint Robotics Lab z Tianjin University of Technology. Umowa ta pozwoli rozszerzyć mobilność studencką, stworzy też możliwość szerszej realizacji prac dyplomowych wspólnie z przemysłem (w Chinach każda uczelnia kształcąca z zakresu robotyki ma duże zapotrzebowanie na rozwiązanie dobrze wpisujących się w dyplomy, nieskomplikowanych problemów robotyzacji). Realizacja EMARO pod patronatem EU EACEA od 2008 jest ewenementem w skali europejskiej (żaden inny program nie uzyskał tak długiego wsparcia). W obecnym roku wniosek ponowiono (bowiem ostatni studenci finansowanego przez EU EMARO+ będą się bronić w r. 2019/20), tym razem jako JEMARO (Double Degree z Keio University, Japonia, uczelnia w pierwszej dziesiątce rankingów światowych). Program będzie realizowany w obecnym składzie konsorcjalnym i z obecnym programem studiów.

Wsparciem umiędzynarodowienia w zakresie studiów niższych stopni i doktoranckich były programy Erasmus Mundus – mobilność studentów, kadry oraz doktorantów: Astana, Event, Heritage, Panther (tu wyłącznie: doktoranci i kadra), zakończone w latach 2013-17. W ramach tych programów przyjęto m.in. doktorantów zagranicznych i usprawniono proces ich obsługi.

Mając na uwadze definicję umiędzynarodowienia: *Internationalization as a linear and sequential process: series of actions, changes or functions bringing about a result* oraz definicję „dojrzałości” tego procesu: *The term "maturity" relates to the degree of formality and optimization of processes, from ad hoc practices, to formally defined steps, to managed result metrics and to active optimization of the processes*, oceniamy, że dzięki EMARO i programom mobilności międzynarodowej dobrze opracowaliśmy i zweryfikowaliśmy procedury obsługi studentów międzynarodowych i prowadzenia studiów międzynarodowych oraz metody oceny jakości kształcenia i sposób przekazywania oraz wykorzystania informacji zwrotnych. Przyznanie JEMARO daje nam szansę na dalszą aktywną optymalizację tego procesu.

Warto podsumować realizowane od wielu lat **dobre praktyki** Wydziału w zakresie współpracy międzynarodowej, świadczące o otwartości na świat:

- **Prowadzenie kształcenia w języku angielskim** na drugim stopniu studiów, według programu zatwierdzonego przez EACEA, z wysokim stopniem umiędzynarodowienia (w ramach trzech umów międzynarodowych o podwójnym dyplomowaniu, z wykładami zagranicznymi, ze studentami pochodzącymi z całego świata).
- **Międzynarodowa aktywność kadry**, np. udział w programach międzynarodowych (Horyzont 2020), liczni profesorowie wizytujący, stypendia dla młodej kadry i doktorantów, recenzowanie prac za granicą, prowadzenie czasopism międzynarodowych, np. *Archive of Mechanical Engineering*.

- **Projekty i inicjatywy wspierające umiędzynarodowienie** kadry i studentów (np. granty NAWA, EMARO, Instytut Konfucjusza, działalność Pełnomocnika Rektora PW ds. umiędzynarodowienia, międzynarodowe szkoły letnie).
- **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).
- **Wypracowany system naboru kandydatów zagranicznych**, np. procedury weryfikacji przygotowania kandydatów, komisja kwalifikacyjna, przedmioty wyrównawcze. Dobrze funkcjonujący *Foundation Year* – jednoroczny program przygotowawczy dla zagranicznych kandydatów na studia – z wolnego wyboru lub obowiązkowy (w przypadku niezaliczenia testu kwalifikacyjnego).
- **Rozwinięta pomoc dla studentów zagranicznych** – w aklimatyzacji oraz w realizacji toku studiów, m.in.: ERASMUS Welcome Meetings na PW, Uczelniane i Wydziałowe strony www, zawierające kompletne i aktualizowane informacje oraz dokumenty w języku angielskim, Biuro Studentów Międzynarodowych (Uczenia i Wydział), podstawowe podręczniki w języku angielskim dostępne w bibliotece Wydziału, dwujęzyczne informacje w budynkach, personel administracyjny wyznaczony do kontaktów z obcokrajowcami.
- **Publikacje wspólne ze studentami zagranicznymi** w międzynarodowych czasopiśmie i na konferencjach.
- **Prowadzenie szerokiej wymiany studenckiej**, np. Erasmus+, umowy bilateralne, EMARO (obowiązkowa mobilność obejmująca 50% okresu studiów, współpromotorstwo prac dyplomowych z naukowcami zagranicznymi), międzynarodowe praktyki studentów, międzynarodowa działalność kół naukowych, studyjne wyjazdy zagraniczne grup studenckich.
- **Możliwość zaliczania przedmiotów w języku angielskim** przez studentów polskojęzycznych. **Możliwość pisania prac w języku angielskim** przez wszystkich studentów. **Wykłady anglojęzyczne dla studentów polskojęzycznych**
- **Tworzenie wspólnych międzynarodowych laboratoriów** wykorzystywanych przez kadrę i studentów (Joint Robotics Lab z Tianjin University of Technology – umowa na etapie podpisywania).
- **Popularyzacja doświadczeń** w zakresie umiędzynarodowienia (publikacje, udział w 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. 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 pro-

gram 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. Bezpośrednio z kierunkiem Automatyka i Robotyka jest związane Koło Naukowe Robotyków i część Studenckiego Koła Astronautycznego oraz 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 2015 roku 19 studentów kierunku zamawianego automatyka i robotyka odbyło staże krajowe, a 4 studentów staże zagraniczne. W latach 2018-2019 dla grupy 50 studentów kierunku AiR zorganizowano bezpłatne szkolenia, mające na celu uzyskanie przez studentów uprawnień państwowych w obszarze eksploatacji urządzeń elektrycznych, cieplnych i gazowych, niezbędnych w pracy inżyniera. Każdy z kursów odbywał się w wymiarze 16 h lekcyjnych i zakończony był egzaminem państwowym. 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 AiR, 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. *International Autonomous Robot Racing Challenge* w Kanadzie), publikacje na zagranicznych konferencjach (np. *The International Conference on Intelligent Robotics and Control Engineering* w Chinach, *The international IEEE Aerospace Conference 2019* w Stanach Zjednoczonych), jak również prace dyplomowe o charakterze praktycznym: projektowym, konstrukcyjnym np.: Michał Hałoń – *Wykrywanie i rozpoznawanie znaczników na zawody robotów mobilnych European Rover Challenge*.

W powstałym w 2015 r. Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej (CZiITT 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.

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 przyszłym pracodawcą. Studenci AiR odwiedzili m.in. linię produkcyjną *Procter&Gamble* w Warszawie i zakłady firmy *Kongsberg Automotive* w Pruszkowie.

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 AiR. Studenci AiR mogą ponadto wziąć udział w specjalnie do nich skierowanym programie stażowym. Staże krajowe dla studentów kierunku Automatyka i Robotyka w ramach projektu *Program stażowy dla studentów kierunków Energetyka oraz Automatyka i Robotyka Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej* w latach 2018-2019 trwały od 1 do 3 miesięcy, odbyło je 23 studentów kierunku AiR.

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, wyjścia 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 osiągnięcia możliwie najlepszych wyników w nauce opiera się na kilku podstawach.

Głównym narzędziem motywującym studentów do osiągnięcia 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 osiągnięcia 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 sprawę 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 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.

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. Odbywają się one w formie wykładu, według programu dostosowanego do specyfiki wydziałów i przy wykorzystaniu nowoczesnych środków przekazu informacji. Na zajęciach wymagających szczególnego bezpieczeństwa 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 *Studenti* → *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 akade-

micki. 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 m. 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:
 - Prodziekan 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. Prodziekan 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 całodniowy meeting, 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 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 w Uczelni funkcjonuje system przekazywania informacji, w poniższych formach.

Informacje przeznaczone dla kandydatów na studia w PW są na bieżąco zamieszczane i aktualizowane na stronie internetowej Politechniki w zakładce *Rekrutacja* przeznaczony 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 umieszczane są także na stronach internetowych Wydziału.

Wyniki badań karier absolwentów, prowadzonych przez Biuro Karier Uczelni, prezentowane w dozwolonym zakresie, umieszczane 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 umieszczane 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, Twitera, 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. Silny akcent promocyjny i informacyjny przynoszą studia EMARO, o których wzmiankowano w omówieniu umiędzynarodowienia.

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 aktualizacje 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. Obecnie trwają one głównie na poziomie Uczelni, po przyjęciu odpowiednich uchwał przez Senat oraz ukazaniu się rozporządzeń Rektora, w okresie semestru zimowego 2019/20 nastąpi dostosowanie odpowiednich przepisów wydziałowych.

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 dodanie 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 najszersze 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 do końca września 2019 r. reguluje na poziomie Uczelni uchwała Senatu nr 366/XLVII/2011 z dnia 26 października 2011 r. w sprawie wdrożenia w Politechnice Warszawskiej Krajowych Ram Kwalifikacji, z późn. zmianami oraz zasady postępowania w zakresie przygotowania kierowanego na Radę Wydziału „Wniosku o akceptację nowych efektów kształcenia kierunku studiów”, stanowiące Załącznik nr 1 do Uchwały nr 144/XXI/2013 Rady Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa z dnia 26 listopada 2013 r. w sprawie zasad przygotowania wniosków dotyczących programów kształcenia na kierunkach studiów. Od 1 października 2019 obowiązują nowe zasady, określone w uchwale 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 zgody, 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.

Uwaga – z powodów opisanych na początku rozdziału, tj. zmian dostosowawczych do nowej ustawy, opisany proces ulegnie zmianom. Rada Wydziału wydawać będzie jedynie opinie, zaś zmiany programu studiów podlegać będą uchwałom Senatu. Część kompetencji przekazana zostanie Dziekanowi Wydziału.

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 oceniającym – 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 odchyleń 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 działów 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)

Drugą grupą 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. W zakresie kierunku Automatyka i Robotyka są to m.in.: Dyrektor Państwowego Instytutu Automatyki i Pomiarów (PIAP) oraz Prezes Zarządu ZAP Robotyka. Należy jednak podkreślić, że – ze względu na wysoki i wciąż rosnący stopień zautomatyzowania i robotyzacji przemysłu – również pozostali członkowie Rady Konsultacyjnej mogą kompetentnie doradzać w kwestiach związanych z kierunkiem automatyka i robotyka. Członkowie Rady, oprócz dyskusji na zebraniach, każdorazowo opiniują większe zmiany w programach studiów oraz sugerują wprowadzenie ewentualnych korekt.

Przykładem działań podjętych w odpowiedzi na sugestie pracodawców są (uwieńczone sukcesem) starania o środki inwestycyjne na modernizację i budowę nowych laboratoriów w budynku ITC.

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

(Pieczęć uczelni)

.....

(podpis Dziekana/Kierownika jednostki)

.....

(podpis Rektora)

....., dnia

(miejsowość)

Część III. Załączniki

Załącznik nr 1. Zestawienia dotyczące ocenianego kierunku studiów

Tabela 1. Liczba studentów ocenianego kierunku

Poziom studiów	Rok studiów	Studia stacjonarne		Studia niestacjonarne	
		Dane sprzed 3 lat (sem. 2015Z)	Bieżący rok akademicki (sem. 2018Z)	Dane sprzed 3 lat	Bieżący rok akademicki
I stopnia	I	56	52		
	II	52	38		
	III	49	49		
	IV	51	50		
II stopnia	I	18 + 17	20 + 17		
	II	20 + 20	9 + 15		
jednolite studia magisterskie	I				
	II				
	III				
	IV				
	V				
	VI				
Razem:		283	250		

Na studiach II stopnia drugi składnik odnosi się do anglojęzycznego programu *Robotics*

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	2016	51	40		
	2017	54	49		
	2018	52	39		
II stopnia	2016	46	18		
	2017	39	24		
	2018	51	22		
jednolite studia magisterskie					
Razem:		293	192		

Tabela 3a. 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. 2018 poz. 1861)².

Studia stacjonarne pierwszego stopnia

Nazwa wskaźnika	Liczba punktów ECTS/Liczba godzin
Liczba semestrów i punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na ocenianym kierunku na danym poziomie	7 semestrów 214 ECTS
Łączna liczba godzin zajęć	2685
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	111.1
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów	123
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	72
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
W przypadku prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość:	
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./
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./

² Tabelę należy wypełnić odrębnie dla każdego z poziomów studiów i każdej z form studiów podlegających ocenie.

Tabela 3b. 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. 2018 poz. 1861)³.

Studia stacjonarne drugiego stopnia

Nazwa wskaźnika	Liczba punktów ECTS/Liczba godzin
Liczba semestrów i punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na ocenianym kierunku na danym poziomie	3 semestry 91 ECTS
Łączna liczba godzin zajęć	1125
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	46.5
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów	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
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom do wyboru	50
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	–
Wymiar praktyk zawodowych (jeżeli program kształcenia na tych studiach przewiduje praktyki)	–
W przypadku stacjonarnych studiów pierwszego stopnia i jednolitych studiów magisterskich liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	–
W przypadku prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość:	
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./
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./

³ Tabelę należy wypełnić odrębnie dla każdego z poziomów studiów i każdej z form studiów podlegających ocenie.

Tabela 4a. Zajęcia lub grupy zajęć związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.

Studia stacjonarne pierwszego stopnia.

Nazwa zajęć	Forma/formy zajęć	Łączna liczba godzin zajęć	Liczba punktów ECTS
Mechanika I (sem. 1)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Mechanika II (sem. 2)	wykłady, ćwiczenia	60	5
Drgania (sem. 3)	wykłady, laboratoria	30	2
Mechanika płynów I (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	45	5
Termodynamika (sem. 2)	wykłady, ćwiczenia	60	5
Fizyka inżynierska I (sem. 1)	wykłady, ćwiczenia	45	3
Wytrzymałość konstrukcji I (sem. 2)	wykłady, ćwiczenia	45	4
Wytrzymałość konstrukcji II (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	30	2
Wytrzymałość konstrukcji III (sem. 4)	laboratoria	15	1
Metoda elementów skończonych I (sem. 4)	wykłady, laboratoria	45	4
Podstawy metod komp. w oblicz. inżyn.(sem. 3)	wykłady, laboratoria	30	2
Metody numeryczne (sem. 4)	wykłady, laboratoria	30	2
Sieci neuronowe (sem. 3)	wykłady	30	3
Podstawy teorii sygnałów (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Teoria sygnałów i systemów (sem. 5, AiR-R)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Miernictwo i techniki eksperymentu (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	30	2
Podstawy automatyki i sterowania I (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	45	4
Podstawy automatyki i sterowania II (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	45	3
Podstawy automatyki i sterowania III (sem. 5)	wykłady, ćwiczenia	60	5
Podstawy automatyki i sterowania IV (sem. 6)	laboratoria	30	2
Teoria maszyn i mechanizmów I (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Teoria maszyn i mechanizmów II (sem. 5)	laboratoria	15	1
Dynamika układów wielocłonowych I (sem. 6)	wykl., ćwicz., lab.	45	4
Podstawy konstrukcji maszyn I (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Podstawy konstrukcji maszyn II (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Podstawy konstrukcji robotów (sem. 5)	projekty	60	5
Grafika inżynierska (sem. 2)	wykłady, projekty	30	2
Zapis konstrukcji – CAD 1 (sem. 2)	projekty	30	2
Zapis konstrukcji – CAD 1 (sem. 4)	projekty	30	2
Podstawy robotyki (sem. 5)	wykłady, ćwiczenia	45	4
Metody programowania robotów (sem. 7)	wykłady, laboratoria	60	4
Laboratorium zintegrowane AiR (sem. 5, AiR-R)	laboratoria	45	4
Roboty mobilne (sem. 6) (AiR-R)	wykłady, laboratoria	45	4
Napędy robotów (sem. 6) (AiR-R)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Wprowadzenie do biomechaniki (sem. 5)	wykłady, laboratoria	45	3
Metody obliczeniowe w biomechanice (sem. 5) (AiR-BiB)	wykłady, laboratoria	45	4
Mech. płynów biologicznych (sem. 6) (AiR-BiB)	wykłady, laboratoria	30	3
Wybrane zagadnienia metod eksperym. i obliczeniowych biomechaniki (sem. 6) (AiR-BiB)	wykłady, ćwiczenia	45	4
Podstawy biorobotyki (sem. 7) (AiR-BiB)	wykłady, projekty	30	2
Razem:		1485	123

Tabela 4b. Zajęcia lub grupy zajęć związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.

Studia stacjonarne drugiego stopnia.

Nazwa zajęć	Forma/formy zajęć	Łączna liczba godzin zajęć	Liczba punktów ECTS
Teoria sterowania I (sem. 1)	wykłady, ćwiczenia	45	4
Układy sterowania automatycznego (sem. 1)	wykl., ćwicz., proj.	60	5
Teoria sterowania II (sem. 2)	wykłady, ćwiczenia	45	3
Mechanika analityczna (sem. 1)	wykłady, ćwiczenia	60	4
Miernictwo dynamiczne (sem. 1)	wykłady, laboratoria	30	2
Zaawansowana mech. materiałów i konstrukcji (s. 1)	wykłady, ćwiczenia	45	3
Fizyka inżynierska 2 (sem. 1) (AiR–R)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Dynamika układów wieloczłonowych II (sem. 2)	wykl., ćwicz., lab.	60	5
Metody modelowania i identyfikacji (sem. 2)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Metody obliczeniowe optymalizacji (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	30	2
Wybrane zagadnienia robotyki (sem. 1)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Manipulatory równoległe (sem. 2) (AiR–R)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Konstruowanie robotów (sem. 2)	wykl., ćwicz., proj.	60	5
Projekt obliczeniowy (sem. 3)	projekty	60	4
Robotyka medyczna (sem. 1) (AiR–BiB)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Zderzenia w biomechanice (sem. 2) (AiR–BiB)	wykl., ćwicz., lab	45	3
Wybrane zagadn. biomechaniki (sem.2) (AiR–BiB)	wykłady	30	3
Razem:		720	58

Tabela 5a. Zajęcia lub grupy zajęć służące zdobywaniu przez studentów kompetencji inżynierskich. Studia stacjonarne pierwszego stopnia.

Nazwa zajęć	Forma/formy zajęć	Łączna liczba godzin zajęć	Liczba punktów ECTS
Grafika inżynierska (sem. 1)	wykłady, ćwiczenia	30	2
Zapis konstrukcji – CAD I (sem. 2)	ćwiczenia	30	2
Zapis konstrukcji – CAD II (sem. 4)	ćwiczenia	30	2
Materiały I (sem. 1)	wykłady	30	2
Techniki wytwarzania I (sem. 3)	wykłady	30	2
Podstawy konstrukcji maszyn I (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Podstawy konstrukcji maszyn II (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Podstawy konstrukcji robotów (sem. 5)	projekty	60	5
Informatyka I (sem. 1)	wykłady, laboratoria	60	5
Informatyka II (sem. 2)	wykłady, laboratoria	30	3
Podstawy metod komputerowych w obliczeniach inżynierskich (sem. 3)	wykłady, laboratoria	30	2
Informatyka III (sem. 6) (AiR–R)	wykłady, laboratoria	30	2
Sieci komputerowe (sem. 7) (AiR–R)	wykłady, laboratoria	30	2
Elektronika I (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	30	2
Elektronika II (sem. 4)	laboratoria	15	1
Technika Mikroprocesorowa I (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Technika Mikroprocesorowa II (sem. 5)	laboratoria	15	1
Drgania (sem. 3)	wykłady, laboratoria	30	2
Miernictwo i techniki eksperymentu (sem. 4)	wykłady, ćwiczenia	30	2
Metoda elementów skończonych I (sem. 4)	wykłady, laboratoria	45	4
Teoria maszyn i mechanizmów II (sem. 5)	laboratoria	15	1
Podstawy automatyki i sterowania IV (sem. 6)	laboratoria	30	2
Metody programowania robotów (sem. 7)	wykłady, laboratoria	60	4
Napędy robotów (sem. 6) (AiR–R)	wykłady, ćwiczenia	30	3
Roboty mobilne (sem. 6) (AiR–R)	wykłady, laboratoria	45	4
Projekt zespołowy (sem. 6) (AiR–BiB)	projekty	45	4
Praca przejściowa inżynierska (sem. 6)	projekty	60	6
Kreatywny semestr projektowania (sem. 5-7)	projekty	60	4
Seminarium dyplomowe inżynierskie (sem. 7)	projekty	30	2
Przygotowanie pracy dypl. inżynierskiej (sem. 7)	projekty	150	10
Podstawy gospodarki rynkowej / Przedsiębiorczość w praktyce (sem. 2)	wykłady	30	2
Podstawy prawne działalności przedsiębiorstwa / Prawo gospodarcze (sem. 7)	wykłady	30	2
Razem:		1230	94

**Tabela 5b. Zajęcia lub grupy zajęć służące zdobywaniu przez studentów kompetencji inżynierskich.
Studia stacjonarne drugiego stopnia.**

Nazwa zajęć	Forma/formy zajęć	Łączna liczba godzin zajęć	Liczba punktów ECTS
Miernictwo dynamiczne (sem. 1)	wykłady, laboratoria	30	2
Układy sterowania automatycznego (sem. 1)	wykl., ćwicz., proj.	60	5
Dynamika układów wielozłonowych II (sem. 2)	wykl., ćwicz., lab.	60	5
Konstruowanie robotów (sem. 2)	wykl., ćwicz., proj.	60	5
Progr. obiektowe w języku C++ (sem. 2) (AiR-R)	wykłady, laboratoria	30	3
Metody obliczeniowe optymalizacji (sem. 3)	wykłady, ćwiczenia	30	2
Praca przejściowa magisterska (sem. 2)	projekty	90	6
Projekt obliczeniowy (sem. 3)	projekty	60	4
Seminarium dyplomowe magisterskie (sem. 3)	projekty	45	2
Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej	projekty	225	20
Razem:		690	54

Tabela 6. Informacja o programach studiów/zajęciach lub grupach zajęć prowadzonych w językach obcych⁴

Nazwa programu/zajęć/grupy zajęć	Forma realizacji	Semestr	Forma studiów	Język wykładowy	Liczba studentów (w tym niebędących obywatelami polskimi)
Studia II stopnia, program <i>Robotics</i>			stacjonarne	angielski	32 (30)

⁴ 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

Wymienione niżej załączniki sporządzono wyłącznie w formie elektronicznej.

- Załącznik 2.1 — Program studiów dla kierunku automatyka i robotyka.
- Załącznik 2.2 — Obsada zajęć na kierunku automatyka i robotyka.
- Załącznik 2.3 — Harmonogram zajęć na studiach stacjonarnych.
- 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.