

## PROGRAM STUDIÓW

### I. Ogólna charakterystyka studiów

- Nazwa kierunku studiów:**  
*inżynieria biomedyczna*
- Poziom studiów:**  
*studia pierwszego stopnia*
- Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:**  
*szósty*
- Forma studiów:**  
*studia stacjonarne*
- Profil studiów:**  
*ogólnoakademicki*
- Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:**  
*inżynier*
- Dziedzina nauki/sztuki oraz dyscyplina naukowa/artystyczna:**  
*Wpisać zgodnie z rozporządzeniem.*

Nazwa dziedziny	Nazwa dyscypliny	Procentowy udział punktów ECTS (%)	Dyscyplina wiodąca
nauki inżynieryjno-techniczne	inżynieria mechaniczna	80%	TAK
nauki inżynieryjno-techniczne	inżynieria biomedyczna	20%	NIE

*W przypadku więcej niż jednej dyscypliny wpisać TAK w kolumnie dyscyplina wiodąca, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa punktów ECTS.*

- Klasyfikacja ISCED:**  
*0788 - Interdyscyplinarne programy i kwalifikacje obejmujące technikę, przemysł i budownictwo*
- Liczba semestrów:**  
*7*
- Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji:**

*Tabela 1.1. Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji*

Punkty ECTS	Liczba punktów ECTS	Udział procentowy
Przewidziane w programie studiów do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia.	210	100%
Przyporządkowane do zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów.	106	50,5%
Przyporządkowane modułom zajęć związanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie/dziedzinach nauki właściwej / właściwych dla ocenianego kierunku studiów, służące	140	66,7%

zdobywaniu przez studenta pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych.		
Przyporządkowane zajęciom z obszarów nauk humanistycznych lub nauk społecznych (w przypadku kierunków studiów przypisanych do obszarów innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne).	5	
Przyporządkowane przedmiotom/modułom zajęć do wyboru.	65	31,0%
Przyporządkowane praktykom zawodowym (jeżeli program studiów przewiduje praktyki).	4	
Uzyskane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość	0	0%

**11. Język kształcenia:**

*polski*

**12. W przypadku studiów prowadzonych wspólnie:**

**a) Instytucja, z którą zamierzamy prowadzić studia wspólne:**

*nie dotyczy*

**b) Jednostka organizacyjna instytucji, z którą zamierzamy prowadzić studia wspólne:**

*nie dotyczy*

**c) Podmiot odpowiedzialny za wprowadzanie danych do systemu POLON i uprawniony do otrzymania środków finansowych na kształcenie studentów (instytucja i jednostka):**

*nie dotyczy*

**13. Liczba godzin zajęć w programie studiów:**

*2802 godzin (w tym 2768 godzin w planie studiów i 34 godzin w formie egzaminów) oraz 160 godzin praktyk*

**14. Efekty uczenia się:**

*Zamieścić kompletny zestaw efektów uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych oraz opis procesu prowadzącego do uzyskania tych efektów z uwzględnieniem uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia oraz charakterystyk drugiego stopnia określonych w ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji oraz rozporządzeniu w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji.*

Efekty uczenia się dla kierunku *Inżynieria biomedyczna* spełniają wymogi opisane w Rozporządzeniu 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 oraz w ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji z dnia 22 grudnia 2015 r. (Dz. U. 2016 poz. 64).

W tabeli 1.2 przedstawiono kierunkowe efekty uczenia się dla studiów I stopnia kierunku *Inżynieria biomedyczna*. Opracowany program studiów umożliwia skuteczne osiągnięcie efektów uczenia się zapisanych w *ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji oraz rozporządzeniu w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji*, także prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich (punkt 20 wniosku). W załączniku 1.1 zamieszczono dodatkowo tabelę pokrycia efektów ogólnych charakterystyk drugiego stopnia dla poziomu PRK 6 oraz efektów inżynierskich efektami kierunkowymi.

*Tabela 1.2. Tabela kierunkowych efektów uczenia się dla studiów I stopnia z odniesieniem charakterystyk drugiego stopnia PRK*

Symbol	Efekty uczenia się dla kierunku studiów <i>Inżynieria biomedyczna</i> Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku studiów <i>Inżynieria biomedyczna</i> absolwent:	Odniesienie do kwalifikacji w ramach szkol. wyż. na poz. 6
<b>WIEDZA</b>		
K_W01	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki obejmującą algebrę, analizę matematyczną, a także elementy statystyki.	P6S_WG

<b>K_W02</b>	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie fizyki oraz biofizyki pozwalającą zrozumieć zjawiska zachodzące w organizmach żywych oraz urządzeniach stosowanych w medycynie i inżynierii biomedycznej.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W03</b>	Ma wiedzę z zakresu chemii pozwalającą zrozumieć budowę pierwiastków i związków chemicznych oraz opisywać elementy chemii nieorganicznej i organicznej, termodynamiki chemicznej oraz chemii procesowej.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W04</b>	Ma podstawową wiedzę z informatyki pozwalającą opisywać architekturę systemów komputerowych, stosować podstawy algorytmiki, bazy danych, grafikę komputerową w inżynierii biomedycznej i technice.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W05</b>	Ma podstawową wiedzę z projektowania inżynierskiego i grafiki inżynierskiej, pozwalającą projektować obiekty techniczne z zakresu inżynierii biomedycznej, odczytywać rysunki i schematy maszyn i urządzeń oraz opisywać ich budowę i zasady działania, stosować podstawy komputerowego wspomaganie projektowania.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W06</b>	Ma podstawową wiedzę z elektrotechniki i elektroniki, dzięki której może opisywać obwody elektryczne prądu stałego i przemiennego, układy analogowe, cyfrowe i logiczne, odczytywać schematy blokowe i architekturę mikrokontrolerów.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W07</b>	Ma podstawową wiedzę z anatomii i fizjologii pozwalającą opisywać oraz charakteryzować anatomię i fizjologię człowieka, narządy i ich funkcje, budowę komórek i tkanek oraz podstawy ich funkcjonowania.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W08</b>	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu nauki o materiałach, w tym w szczególności o biomateriałach; zna budowę materii, klasyfikację, właściwości oraz kryteria doboru materiałów inżynierskich; zna zasady kształtowania ich właściwości oraz zastosowania, w szczególności w medycynie i inżynierii biomedycznej.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W09</b>	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą technologie wytwarzania, w tym techniki otrzymywania metali i stopów, techniki przetwórstwa metali i ich stopów, obróbkę skrawaniem i zaawansowane technologie obróbki ubytkowej, nowoczesne techniki kształtowania, w szczególności techniki przyrostowe, przetwórstwo materiałów polimerowych, kontrolę jakości produkowanych materiałów i wyrobów.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W10</b>	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z mechaniki oraz wytrzymałości materiałów.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W11</b>	Ma uporządkowaną wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu rzeczywistości wirtualnej, metod sztucznej inteligencji, a także ich zastosowań w medycynie i inżynierii biomedycznej.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W12</b>	Ma szczegółową wiedzę z zakresu języków programowania, dzięki której może opisywać i definiować zasady konstruowania programów.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W13</b>	Ma szczegółową wiedzę z zakresu automatyki i robotyki; zna elementy automatyki, schematy blokowe, podstawowe człony automatyki oraz proste i odwrotne zadania kinematyki, a także dynamiki manipulatorów i robotów, w tym biomaniipulatorów oraz robotów stosowanych w medycynie.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W14</b>	Ma wiedzę z zakresu metrologii, elektronicznych układów pomiarowych i wykonawczych, czujników oraz pomiarów wielkości nieelektrycznych; zna podstawowe przyrządy pomiarowe i czujniki, ich budowę, zasadę działania oraz charakterystykę.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W15</b>	Ma szczegółową wiedzę o cyfrowym przetwarzaniu sygnałów; zna sygnały (analogowe i dyskretne), metody akwizycji oraz analizy sygnałów, informatyczne narzędzia przetwarzania i analizy sygnałów.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W16</b>	Ma szczegółową wiedzę z zakresu zaopatrzenia ortopedycznego, instrumentarium chirurgicznego, sprzętu rehabilitacyjnego, implantatów i sztucznych narządów.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W17</b>	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych wspomaganego komputerowo projektowania inżynierskiego, w tym w szczególności o zastosowaniach metody elementów skończonych (MES) w komputerowym wspomaganie projektowania oraz modelowania i symulacji zjawisk z zakresu inżynierii biomedycznej.	<b>P6S_WG</b>
<b>K_W18</b>	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych z zakresu stosowania technik obrazowania medycznego; zna fizyczne podstawy obrazowania, w szczególności rentgenografii, tomografii, rezonansu magnetycznego oraz ultrasonografii (w tym dopplerowskiej).	<b>P6S_WG</b>

K_W19	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych z zakresu stosowania aparatury medycznej, w szczególności podstawy działania spirometrów, elektrokardiografów, laserów stosowanych w medycynie.	P6S_WG
K_W20	Ma podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych obejmującą cykl życia implantów i sztucznych narządów, istotę oddziaływań biomateriał/tkanka.	P6S_WG
K_W21	Ma podstawową wiedzę o technikach i narzędziach z obszaru biomechaniki; zna budowę oraz mechaniczne i fizyczne właściwości struktur kostno-stawowych człowieka, a także metody doświadczalne biomechaniki.	P6S_WG
K_W22	Rozumie rolę obrazowania medycznego, sztucznych narządów, protez narządu ruchu i innych urządzeń medycznych w ratowaniu i poprawie komfortu ludzkiego życia, a także jest świadomy znaczenia współpracy lekarzy i inżynierów dla rozwoju współczesnej medycyny.	P6S_WK
K_W23	Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, etycznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	P6S_WK
K_W24	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, w szczególności dotyczące patentów oraz ustawy prawo autorskie i prawa pokrewne.	P6S_WK
K_W25	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości. Może stosować w tym celu wiedzę z inżynierii biomedycznej, ekonomii i zarządzania.	P6S_WK
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł (także w języku angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej) z inżynierii biomedycznej; w szczególności potrafi opisywać zagadnienia anatomii, medycyny, biofizyki i biomechaniki oraz łączyć je z zagadnieniami technicznymi i projektowaniem inżynierskim, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	P6S_UW
K_U02	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz innych środowiskach. W tym celu potrafi dobrać i zastosować systemy informatyczne oraz zarządzania jakością.	P6S_UK
K_U03	Potrafi przygotować opracowanie pisemne w języku polskim, angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej, dotyczące zagadnień z inżynierii biomedycznej, w szczególności projektowania, wytwarzania, eksploatacji i konserwacji urządzeń medycznych.	P6S_UK
K_U04	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną w języku polskim, angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej, dotyczącą szczegółowych zagadnień z inżynierii biomedycznej, w szczególności projektowania, wytwarzania, eksploatacji i konserwacji urządzeń medycznych, stosowania wiedzy medycznej oraz podstaw anatomii, fizjologii i kinezyjologii człowieka w inżynierii biomedycznej.	P6S_UK
K_U05	Ma umiejętność samokształcenia się.	P6S_UU
K_U06	Ma umiejętności językowe w zakresie inżynierii biomedycznej zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P6S_UK
K_U07	Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej.	P6S_UW
K_U08	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi korzystać z komputerowego wspomaganie do rozwiązywania zadań technicznych oraz interpretować wyniki badań i oceniać błędy pomiarowe.	P6S_UW
K_U09	Potrafi przeprowadzać pomiary wielkości fizycznych i nieelektrycznych, a także zastosować sensory mające znaczenie w inżynierii biomedycznej, przeanalizować dane uzyskane w wyniku cyfrowego przetwarzania sygnałów i obsługiwać specjalistyczną aparaturę pomiarową.	P6S_UW
K_U10	Potrafi do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich stosować metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne. Potrafi formułować problemy oraz posługiwać się metodami matematycznymi i prawami fizyki oraz chemii w analizie problematyki technicznej.	P6S_UW

K_U11	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym korzystać z przepisów prawa oraz zasad etycznych w medycynie i inżynierii biomedycznej.	P6S_UW
K_U12	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa z nią związane; potrafi dobierać materiały do konstrukcji urządzeń medycznych i implantów, kształtować strukturę i właściwości materiałów biomedycznych. Ma umiejętność zarządzania personelem oraz procesem produkcyjnym.	P6S_UO
K_U13	Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich; potrafi ocenić uwarunkowania ekonomiczne budowania i stosowania aparatury medycznej.	P6S_UW
K_U14	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania oraz ocenić istniejące rozwiązania techniczne z obszaru inżynierii biomedycznej, dotyczące w szczególności materiałów, układów biomechanicznych, implantów i sztucznych narządów, aparatury medycznej.	P6S_UW
K_U15	Potrafi rozwiązywać problemy techniczne w oparciu o prawa mechaniki; stosować wiedzę z elektrotechniki i elektroniki do projektowania i analizy układów elektrycznych i elektronicznych; wykonywać analizy wytrzymałościowe elementów maszyn i układów mechanicznych.	P6S_UW
K_U16	Potrafi identyfikować i formułować specyfikę prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym, charakterystycznych dla inżynierii biomedycznej, dotyczących w szczególności doboru materiałów i technik wytwarzania do zastosowań biomedycznych, projektowania układów automatyki i automatycznej regulacji oraz warunków ich stosowania.	P6S_UW
K_U17	Potrafi projektować inżynierskie obiekty i procesy techniczne z uwzględnieniem grafiki inżynierskiej oraz z zastosowaniem komputerowego wspomaganie CAD do projektowania elementów biomechanicznych.	P6S_UW
K_U18	Potrafi oceniać przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym, charakterystycznego dla inżynierii biomedycznej oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia.	P6S_UW
K_U19	Potrafi korzystać z narzędzi komputerowych adekwatnych do rozwiązywanego zadania inżynierskiego, tworzyć własne oprogramowanie, a także stosować techniki rzeczywistości wirtualnej oraz metody sztucznej inteligencji w medycynie i inżynierii biomedycznej.	P6S_UW
K_U20	Potrafi zgodnie z podaną specyfikacją zaprojektować oraz wykonać proste urządzenie (np. rehabilitacyjne), obiekt (np. implant), system (np. sterujący) lub proces (np. technologiczny), typowe dla inżynierii biomedycznej, używając właściwych metod, technik i narzędzi.	P6S_UW
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>		
K_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	P6S_KK
K_K02	Ma świadomość ważności i rozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	P6S_KR
K_K03	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	P6S_KO
K_K04	Potrafi ustalać priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	P6S_KK
K_K05	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	P6S_KR
K_K06	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	P6S_KO
K_K07	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej oraz rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazywać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały.	P6S_KO

Jako kluczowe efekty uczenia się uznano:

- **w zakresie wiedzy:**
  - Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą technologie wytwarzania, w tym techniki otrzymywania metali i stopów, techniki przetwórstwa metali i ich

- stopów, obróbkę skrawaniem i zaawansowane technologie obróbki ubytkowej, nowoczesne techniki kształtowania, w szczególności techniki przyrostowe, przetwórstwo materiałów polimerowych, kontrolę jakości produkowanych materiałów i wyrobów (K\_W09),
- Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych z zakresu stosowania aparatury medycznej, w szczególności podstawy działania spirometrów, elektrokardiografów, laserów stosowanych w medycynie (K\_W19),
  - Ma podstawową wiedzę o technikach i narzędziach z obszaru biomechaniki; zna budowę oraz mechaniczne i fizyczne właściwości struktur kostno-stawowych człowieka, a także metody doświadczalne biomechaniki (K\_W21),
  - Rozumie rolę obrazowania medycznego, sztucznych narządów, protez narządu ruchu i innych urządzeń medycznych w ratowaniu i poprawie komfortu ludzkiego życia, a także jest świadomy znaczenia współpracy lekarzy i inżynierów dla rozwoju współczesnej medycyny (K\_W22).
- **w zakresie umiejętności:**
    - Potrafi rozwiązywać problemy techniczne w oparciu o prawa mechaniki; stosować wiedzę z elektrotechniki i elektroniki do projektowania i analizy układów elektrycznych i elektronicznych; wykonywać analizy wytrzymałościowe elementów maszyn i układów mechanicznych (K\_U15),
    - Potrafi identyfikować i formułować specyfikę prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym, charakterystycznych dla inżynierii biomedycznej, dotyczących w szczególności doboru materiałów i technik wytwarzania do zastosowań biomedycznych, projektowania układów automatyki i automatycznej regulacji oraz warunków ich stosowania (K\_U16),
    - Potrafi korzystać z narzędzi komputerowych adekwatnych do rozwiązywanego zadania inżynierskiego, tworzyć własne oprogramowanie, a także stosować techniki rzeczywistości wirtualnej oraz metody sztucznej inteligencji w medycynie i inżynierii biomedycznej (K\_U19),
    - Potrafi zgodnie z podaną specyfikacją zaprojektować oraz wykonać proste urządzenie (np. rehabilitacyjne), obiekt (np. implant), system (np. sterujący) lub proces (np. technologiczny), typowe dla inżynierii biomedycznej, używając właściwych metod, technik i narzędzi (K\_U20),
  - **w zakresie kompetencji społecznych:**
    - Ma świadomość ważności i rozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje (K\_K02),
    - Potrafi ustalać priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania (K\_K04).

#### 15. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

*Opisać sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się z uwzględnieniem pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego.*

Zasady sprawdzania i oceniania stopnia osiągnięcia efektów uczenia się opisano w Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia (Uchwała Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej Nr 42/2020-2024 z dnia 31 maja 2021). Zgodnie z jego zapisami poszczególnym zajęciom lub grupie zajęć przyporządkowana jest odpowiednia liczba punktów ECTS, która podana jest w karcie ECTS zajęć (karta opisu przedmiotu / karta ECTS). Suma punktów przyporządkowana zajęciom w każdym semestrze wynosi 30. Rejestracja studenta na kolejny semestr studiów jest dokonywana jeżeli liczba punktów ECTS przypisanych do niezaliczonych zajęć nie przekracza 14 punktów ECTS, a opóźnienie zaliczenia nie jest większe niż dwa semestry. W szczególnie uzasadnionych przypadkach, warunkowego zezwolenia na kontynuowanie studiów w następnym roku lub semestrze może udzielić: dziekan (jeżeli łączna liczba punktów ECTS przypisanych do niezaliczonych zajęć nie przekracza 14 punktów ECTS, a opóźnienie zaliczenia jest większe niż dwa semestry) lub rektor. Warunkiem zaliczenia semestru jest uzyskanie oceny co najmniej dostatecznej ze wszystkich form zajęć oraz zaliczenie bez ocen: zajęć z wychowania fizycznego i wymaganych zajęć o charakterze informacyjnym (szkoleniowym). Dla uzyskania dyplomu ukończenia studiów konieczne jest m.in. zdobycie 210 punktów ECTS.

Do weryfikacji efektów uczenia się stosowane jest szerokie spektrum metod, które umożliwiają ich skuteczne sprawdzenie i ocenę w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych. Opracowany system sprawdzania i oceniania zapewnia przejrzystość, wiarygodność oceniania oraz daje możliwość porównywania wyników. Sprawdzenie i ocenianie stopnia osiągniętych efektów uczenia się przez studentów odbywa się zarówno na etapie procesu kształcenia, np. podczas: różnych form prac etapowych (egzamin, kolokwium, projekty, referaty czy sprawdziany, oceny prac dyplomowych), jak również po zakończeniu procesu kształcenia poprzez monitorowanie losów absolwentów. Metody sprawdzania efektów uczenia się są dostosowane do rodzaju oraz formy prowadzonych zajęć dydaktycznych, lecz zazwyczaj realizowane są następująco: wykłady – egzamin lub zaliczenia, ćwiczenia – kolokwium lub sprawdziany, laboratoria – sprawdziany oraz sprawozdania, zajęcia projektowe – obrona projektu (etapowa i/lub końcowa). Decyzję o formie zaliczenia podejmuje osoba odpowiedzialna za zajęcia. Wybrane formy zaliczenia są opisane w kartach ECTS zajęć, a informacje o konkretnych kryteriach i zasadach oceniania przekazuje prowadzący na pierwszych zajęciach (podając jednocześnie zakres przerabianego materiału, literaturę i terminy konsultacji). Stosowana skala ocen jest zgodna z §19 regulaminu studiów i zawiera: niedostateczny (2,0), dostateczny (3,0), dostateczny plus (3,5), dobry (4,0), dobry plus (4,5), bardzo dobry (5,0). Metody sprawdzania efektów uczenia się mogą przyjąć formę pisemną, a pytania w nich zawarte związane są z przedmiotowymi treściami programowymi przedstawionymi w kartach ECTS zajęć, co zapewnia obiektywną weryfikację efektów uczenia się. W ramach stosowanych metod weryfikacji efektów uczenia się istnieje możliwość zastosowania specjalistycznych platform elektronicznych (powszechnie stosowanym na Politechnice Poznańskiej jest system eKursy). Rozszerza to możliwości weryfikacji efektów uczenia się studentów. Ważnym elementem weryfikacji efektów uczenia się jest sprawdzenie umiejętności i kompetencji społecznych nabytych podczas zajęć laboratoryjnych, projektowych, a także w trakcie realizacji pracy dyplomowej. Podczas zajęć laboratoryjnych nauczyciele akademicy dają studentom możliwość indywidualnej lub zespołowej pracy, promując ich aktywność na zajęciach oraz oceniając ich wypowiedzi i merytoryczny udział. Część zajęć laboratoryjnych pozwala odtworzyć warunki przeprowadzania eksperymentów naukowych. Podczas realizacji pracy dyplomowej studenci mają możliwość uczestnictwa w badaniach naukowych. W ramach zajęć projektowych sprawdzeniu podlegają: poprawność przyjętych założeń, sposób realizacji projektu, a także forma prezentacji i omówienia rezultatów. Na zajęciach seminaryjnych studenci mają również możliwość przedstawiania prezentacji (m.in. swoich badań i uzyskanych wyników) i prowadzenia dyskusji, które oceniane są przez prowadzących. Takie formy zajęć umożliwiają ocenę nie tylko efektów związanych z wiedzą i umiejętnościami, lecz również stopień nabycia kompetencji społecznych. Poprawiają także atrakcyjność przekazu wiedzy studentom, pozwalają im zapoznać się z narzędziami multimedialnymi i rozwijać zdolności interpersonalne dotyczące m.in. autoprezentacji. Studentowi, który w wyniku bieżącej kontroli stopnia uzyskania efektów uczenia się otrzymał zaliczenia ocenę niedostateczną, przysługuje prawo do jednego zaliczenia poprawkowego. Analogicznie w przypadku egzaminów – studentowi przysługuje prawo do dwukrotnego przystąpienia do egzaminu, w tym poprawkowego, z danych zajęć w danym semestrze. Ostateczną metodą sprawdzenia nabytych w ramach pełnego cyklu kształcenia efektów uczenia się jest przygotowanie pracy dyplomowej. Proces dyplomowania określony został szczegółowo w regulaminie studiów. Wybór tematów prac dyplomowych, wybór opiekunów i recenzentów oraz przeprowadzenie egzaminów dyplomowych przebiegają pod nadzorem Dziekana i Dyrektorów Instytutów w oparciu o zasady przyjęte w ramach Wydziału. Procedura zgłaszania i wydawania tematów prac dyplomowych przez nauczycieli akademickich dla studentów poszczególnych kierunków rozpoczyna się w semestrze poprzedzającym semestr dyplomowy, według zasad:

- a) osoby prowadzące seminaria przedstawiają studentom nazwiska nauczycieli, którzy mogą pełnić rolę opiekuna pracy dyplomowej (promotora), podając również ogólną charakterystykę ich profilu naukowego;
- b) studenci dokonują wstępnego wyboru opiekuna (promotora) i tematyki pracy;
- c) studenci mogą zaproponować własny temat pracy dyplomowej;

d) w porozumieniu ze studentem, promotor uzgadnia ostateczne brzmienie tematu pracy dyplomowej i przygotowuje kartę pracy dyplomowej;

e) karta pracy dyplomowej jest podpisana przez Dyrektora Instytutu dyplomującego i przez odpowiedniego Prodziekana. Student wgrywa do systemu pracę dyplomową w wersji elektronicznej (pdf oraz doc/docx), której przyjęcie promotor potwierdza po akceptacji raportu z systemu antyplagiatowego (JSA). Towarzyszy temu przygotowanie stosownej dokumentacji. Praca dyplomowa podlega opiniowaniu przez promotora i przynajmniej jednego recenzenta. W przypadku prac magisterskich, gdy promotorem jest doktor, recenzentem musi być osoba posiadająca tytuł profesora lub stopień doktora habilitowanego. W trakcie egzaminu dyplomowego kompetencje studenta weryfikowane są w oparciu o przedstawioną prezentację, dyskusję dotyczącą pracy dyplomowej oraz na podstawie odpowiedzi na minimum trzy pytania zadane przez członków komisji przygotowanych na podstawie zbioru zagadnień egzaminacyjnych, który przedstawiony jest na stronie internetowej Wydziału. Każde z zadanych pytań jest oceniane osobno, zgodnie z przyjętą w regulaminie studiów skalą ocen. Komisja egzaminu dyplomowego ocenia nie tylko merytoryczną poprawność odpowiedzi, ale także umiejętność reagowania dyplomanta na dodatkowe pytania i uwagi, a także płynność odpowiedzi oraz poprawność i zakres wykorzystywanego słownictwa specjalistycznego.

#### **16. Praktyki zawodowe:**

*Podać wymiar, zasady, formę odbywania i sposób zaliczenia praktyk zawodowych oraz liczbę punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach tych praktyk. W przypadku studiów o profilu praktycznym co najmniej 6 miesięcy (studia pierwszego stopnia i jednolite studia magisterskie) oraz 3 miesiące (studia drugiego stopnia).*

Praktyki zawodowe stanowią integralną część programu studiów pierwszego stopnia kierunku inżynieria biomedyczna i podlegają zaliczeniu. Liczba punktów ECTS przypisanych praktykom zawodowym wynosi 5. Zasady przebiegu oraz formy zaliczenia zostały określone w Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia oraz regulaminie praktyk obowiązującym na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej. Zaliczenie praktyki jest warunkiem koniecznym zaliczenia semestru studiów, w programie którego ona występuje. Praktyka jest zaliczana bez oceny.

Celem praktyk studenckich jest umożliwienie studentowi poszerzenia wiedzy oraz zdobycie praktycznej znajomości zagadnień związanych z kierunkiem studiów. Praktyka może mieć na celu zapoznanie się studenta z zagadnieniami związanymi z tematem pracy dyplomowej, w tym zebranie danych do pracy inżynierskiej. Program praktyk powinien odpowiadać kierunkowi studiów inżynieria biomedyczna i spełniać wymagania zapisane w karcie ECTS przedmiotu Praktyka.

Proces organizacji praktyk studenckich nadzoruje pełnomocnik Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna. W procesie tym uczestniczy również promotor, który opiniuje wybór organizacji, w której mają odbyć się praktyki; konsultuje ze studentem indywidualny program praktyki; akceptuje sprawozdanie przedstawione przez studenta po odbytej praktyce oraz wypełnia ankietę promotora na temat uzyskanych przez studenta efektów uczenia się.

Obowiązkowy okres praktyki wynosi minimum 4 tygodnie, to jest 160 godzin dydaktycznych (45-minutowych), czyli 120 godzin zegarowych. Praktyki odbywają się w terminie przewidzianym harmonogramem roku akademickiego i w okresie wolnym od zajęć dydaktycznych. W uzasadnionych przypadkach Dziekan może udzielić zgody studentowi na odbycie praktyki w innym terminie (nie kolidującym z planem zajęć dydaktycznych) i według indywidualnych zasad, określanych każdorazowo dla poszczególnych przypadków. Na wniosek studenta pełnomocnik Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna może zaliczyć praktykę na podstawie udokumentowanego doświadczenia zawodowego studenta, w tym również zdobytego za granicą (za zgodą promotora). Zaliczenie następuje na zasadach obowiązujących przy praktykach obowiązkowych. Student ubiegający się o takie zaliczenie praktyki występuje ze stosownym



podaniem do pełnomocnika Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna w terminie najpóźniej na 14 dni przed końcem zajęć dydaktycznych semestru, w programie którego jest przewidziana praktyka. Jeżeli promotor uzna, że praktyka zaliczona na tej podstawie nie jest wystarczająca do realizacji pracy dyplomowej, to wówczas student zobowiązany jest do odbycia drugiej (kolejnej) praktyki w wymiarze i zakresie niezbędnym do realizacji pracy dyplomowej inżynierskiej. Program tej praktyki student uzgadnia z promotorem. Terminowe zaliczenie praktyki warunkuje uzyskanie określonej pomocy materialnej (np. stypendium rektora). W przypadku niezaliczenia praktyki stosuje się postanowienia Regulaminu studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej.

Praktyka może być realizowana w wybranej przez studenta (a w uzasadnionych przypadkach we wskazanej przez promotora) organizacji, w tym także na uczelni. Wybór organizacji powinien zostać uzgodniony z promotorem. Wybrana przez studenta organizacja może stanowić miejsce odbywania praktyki, jeżeli charakter i program wykonywanej przez studenta praktyki będzie zgodny z zagadnieniami związanymi z kierunkiem studiów inżynieria biomedyczna. Student opracowuje swój indywidualny program praktyki i konsultuje go z promotorem. Student ma obowiązek zgłosić pełnomocnikowi Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna miejsce i okres odbywania praktyki (nazwa organizacji, dane adresowe i dane do korespondencji, opiekun studenta po stronie organizacji) oraz dostarczyć podpisany przez promotora formularz indywidualnego programu praktyki najpóźniej na 14 dni przed końcem zajęć dydaktycznych semestru, w programie którego jest przewidziana praktyka. Centrum Praktyk i Karier Politechniki Poznańskiej kieruje studenta na praktykę na podstawie skierowania do porozumienia lub umowy trójstronnej lub zobowiązania wewnętrznego. Dokumenty te regulują kwestie formalno-prawne związane ze skierowaniem studenta na praktykę. Praktykę można również odbywać na podstawie skierowania:

- a) uzyskanego w ramach programów prowadzonych przez Uczelnię oraz organizacje, w których oferowane są staże i praktyki;
- b) uzyskanego w innych organizacjach, instytucjach (w tym również organizacjach studenckich) oferujących praktyki.

Politechnika Poznańska pokrywa koszty ubezpieczenia uczestników praktyk od następstw nieszczęśliwych wypadków w przypadku, gdy praktyki odbywają się w okresie określonym w harmonogramie danego roku akademickiego. W przypadku odbywania praktyk poza okresem ustalonym w harmonogramie danego roku akademickiego student, który uzyskał na to zgodę, zostanie objęty ubezpieczeniem od następstw nieszczęśliwych wypadków pod warunkiem, że zgłosi ten fakt do Centrum Praktyk i Karier Politechniki Poznańskiej. Ubezpieczenie od następstw nieszczęśliwych wypadków obowiązuje na terytorium Polski i za granicą (polisa znajduje się w Centrum Praktyk i Karier Politechniki Poznańskiej).

Student odbywający praktykę zobowiązany jest do:

- a) sumiennego i starannego wykonywania zadań objętych indywidualnym programem praktyki oraz dostosowania się do poleceń organizacji, pełnomocnika Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna i promotora, o ile nie będą one sprzeczne z prawem;
- b) przestrzegania przepisów i zasad obowiązujących w organizacji, w szczególności regulaminu pracy, tajemnicy służbowej, zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przepisów przeciwpożarowych;
- c) przestrzegania ogólnie przyjętych norm kulturalnego zachowania;
- d) sporządzenia sprawozdania z przebiegu praktyk;
- e) wypełnienia ankiety opisującej efekty uczenia się uzyskane w czasie praktyk.

Ponadto, student prowadzi dokumentację praktyki (w tym jest zobowiązany do przygotowania sprawozdania z przebiegu praktyki), którą po jej zakończeniu przedstawia do akceptacji opiekunowi w organizacji oraz promotorowi, a następnie przekazuje pełnomocnikowi Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna.

Zaliczenia praktyki dokonuje pełnomocnik Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna na podstawie dokumentacji z praktyki. Aby zaliczyć praktykę student powinien spełnić następujące warunki:

- a) odbyć praktykę zgodnie z indywidualnym programem praktyki;
- b) opracować sprawozdanie z praktyki zgodnie ze wzorem sprawozdania, który obowiązuje na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej;
- c) uzyskać pozytywną ocenę od opiekuna praktyki w organizacji (opinia opiekuna i jego podpis w sprawozdaniu z praktyki);
- d) uzyskać akceptację promotora pracy dyplomowej inżynierskiej (opinia promotora i jego podpis w sprawozdaniu z praktyki);
- e) wypełnić ankietę na temat przebiegu praktyki;
- f) dostarczyć pełnomocnikowi Dziekana ds. praktyk na kierunku inżynieria biomedyczna dokumentację praktyki (tj. indywidualny program praktyki, sprawozdanie, wypełnione ankiety).

Studenci inżynierii biomedycznej swoje praktyki mogą odbywać m.in. w Aeskulap Chifa Sp. z o.o., ArjoHuntleigh Polska Sp. z o.o., Centrum Symulacji Medycznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Enforce Medical Technologies Sp. z o.o., Szpitalu Klinicznym Przemienienia Pańskiego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

### 17. Język obcy:

*Wykazać przedmioty uwzględniające efekty uczenia się w zakresie znajomości języka obcego. Należy wskazać poziom języka zgodnie z Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego (studia pierwszego stopnia – co najmniej poziom B2, studia drugiego stopnia – co najmniej poziom B2+).*

Na kierunku *Inżynieria biomedyczna* język obcy realizowany jest na semestrze 2 oraz 3 w łącznym wymiarze 120 godzin (10 pkt ECTS). Zajęcia w ramach nauki *języka obcego* prowadzone są przez kadrę wyspecjalizowanej jednostki międzywydziałowej – Centrum Języków i Komunikacji.

*Tabela 1.3. Przedmioty uwzględniające efekty uczenia się w zakresie znajomości języka obcego (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS)*

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS
		O	W	Ć	L	P	
2	Język obcy Język angielski Język niemiecki	60	0	60	0	0	5
3	Język obcy Język angielski Język niemiecki	60	0	60	0	0	5
Razem		120					10

### 18. Zajęcia z wychowania fizycznego:

*Podać liczbę godzin zajęć z wychowania fizycznego bez przypisywania punktów ECTS. Dotyczy wyłącznie programów studiów pierwszego stopnia oraz jednolitych studiów magisterskich prowadzonych w formie stacjonarnej (wymóg minimum 60 godzin).*

Na kierunku *Inżynieria biomedyczna* zajęcia z wychowania fizycznego realizowane są w semestrze 1. oraz 2. w łącznym wymiarze 60 godzin (0 pkt. ECTS) – zgodnie z rozporządzeniem MNiSW w sprawie studiów.

Tabela 1.4. Zajęcia z wychowania fizycznego (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS)

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS
		O	W	Ć	L	P	
1	<u>Wychowanie fizyczne</u>	30	0	30	0	0	0
2	<u>Wychowanie fizyczne</u>	30	0	30	0	0	0
Razem		60					0

### 19. Przedmioty obieralne:

Wykazać możliwość wyboru przez studenta zajęć, w wymiarze nie mniejszym niż 30% ogólnej liczby punktów ECTS.

Na kierunku *Inżynieria biomedyczna* oferowanych jest 20 grup zajęć (przedmiotów) obieralnych, które wraz z liczbą punktów ECTS przedstawiono w tabeli 1.5.

Tabela 1.5. Wykaz przedmiotów obieralnych (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS)

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS
		O	W	C	L	P	
<b>W bloku A – Przedmioty ogólne</b>							
1-2	<u>Wychowanie fizyczne</u>	60	-	60	-	-	0
2-3	Język obcy Język angielski Język niemiecki	120	-	120	-	-	10
7	<u>Przedmiot obieralny 12 (humanistyczny / społeczny)</u> Etyka zawodowa Komunikacja interpersonalna	30	30	-	-	-	2
7	<u>Przedmiot obieralny 13 (humanistyczny / społeczny)</u> Ekonomia z elementami rachunkowości Zasady gospodarki rynkowej i organizacji	30	30	-	-	-	2
Razem (w bloku A)		240					14
<b>W bloku C – Przedmioty kierunkowe</b>							
4	<u>Przedmiot obieralny 1</u> Kliniczne zastosowania materiałów i ergonomia w stomatologii Materiały i implanty stomatologiczne	30	15	-	15	-	2
5	<u>Przedmiot obieralny 2</u> Wirtualne modelowanie i symulacje z podstawami CFD Zaawansowane modelowanie 3D i podstawy inżynierii odwrotnej	45	15	-	30	-	4
5	<u>Przedmiot obieralny 3</u> Modelowanie i symulacja zagadnień biomedycznych Wpływ drgań i hałasu na organizm ludzki	30	15	-	15	-	2
6	<u>Przedmiot obieralny 4</u> Elektronika w urządzeniach medycznych Optronika w medycynie	30	15	-	15	-	2
6	<u>Przedmiot obieralny 5</u> Analiza modalna i uczenie maszynowe Automatyzacja zadań w środowisku wirtualnym Modelowanie wzrostu i ewolucji tkanek	30	15	-	15	-	2
6	<u>Przedmiot obieralny 6</u> Biomimetyka w projektowaniu Projektowanie i symulacja współczesnych materiałów Wizualizacja i przetwarzanie danych medycznych	30	15	-	15	-	2

6	Przedmiot obieralny 7 Materiały medyczne i ich utylizacja Materiały polimerowe w zastosowaniach medycznych	30	15	-	-	15	2
6	Przedmiot obieralny 8 Konstrukcja sprzętu rekreacyjnego i do treningu siłowego Projektowanie podzespołów urządzeń medycznych Zużywanie protez	30	15	-	-	15	2
6	Przedmiot obieralny 9 Projektowanie zorientowane na człowieka Projektowanie zorientowane na osoby niepełnosprawne ruchowo	30	15	-	-	15	2
6	Praktyka	0	-	-	-	-	5
6	Praca przejściowa	45	-	-	-	45	4
6	Seminarium przeddyplomowe	15	-	-	-	15	1
7	Przedmiot obieralny 10 Zagadnienia termiczne w inżynierii biomedycznej Podstawy biometrii	30	15	-	15	-	2
7	Przedmiot obieralny 11 Projektowanie urządzeń sterowanych cyfrowo Optymalizacja strukturalna	30	15	-	15	-	2
7	Seminarium dyplomowe	45	-	-	-	45	4
7	Przygotowanie pracy dyplomowej	60	-	-	-	60	13
Razem (w bloku A oraz C)		750					65

Łączna liczba punktów ECTS związanych z przedmiotami obieralnymi wynosi 65, co stanowi 31,0% wszystkich punktów ECTS wymaganych do uzyskania kwalifikacji na poziomie 6 PRK.

## 20. Kompetencje inżynierskie:

*Wykazać pełny zakres efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich zawartych w rozporządzeniu w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji. **Dotyczy studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera lub magistra inżyniera.***

W tabeli zamieszczono wykaz kierunkowych efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich zawartych w rozporządzeniu w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

Tabela 1.5. Wykaz kierunkowych efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich

Kategoria PRK	Obszar kształ. w zakresie nauk tech. oraz kwalifikacje obejmujące kompetencje inż. - profil ogólnok.	Kierunkowe efekty uczenia się	Symbol efektu
Wiedza: absolwent zna i rozumie	podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych (P6S_WG)	Ma podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych obejmującą cykl życia implantów i sztucznych narządów, istotę oddziaływań biomateriał/tkanka.	K_W20
	podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości. Może stosować w tym celu wiedzę z inżynierii biomedycznej, ekonomii i zarządzania.	K_W25

	przedsiębiorczości (P6S_WK)		
Umiejętności: absolwent potrafi	planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski (P6S_UW)	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi korzystać z komputerowego wspomaganie do rozwiązywania zadań technicznych oraz interpretować wyniki badań i oceniać błędy pomiarowe.	K_U08
		Potrafi przeprowadzać pomiary wielkości fizycznych i nieelektrycznych, a także zastosować sensory mające znaczenie w inżynierii biomedycznej, przeanalizować dane uzyskane w wyniku cyfrowego przetwarzania sygnałów i obsługiwać specjalistyczną aparaturę pomiarową.	K_U09
	przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu:	Potrafi do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich stosować metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne. Potrafi formułować problemy oraz posługiwać się metodami matematycznymi i prawami fizyki oraz chemii w analizie problematyki technicznej.	K_U10
	– wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym korzystać z przepisów prawa oraz zasad etycznych w medycynie i inżynierii biomedycznej.	K_U11
	– dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne	Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich; potrafi ocenić uwarunkowania ekonomiczne budowania i stosowania aparatury medycznej.	K_U13
	– dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich (P6S_UW)		
	dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i ocenić te rozwiązania (P6S_UW)	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania oraz ocenić istniejące rozwiązania techniczne z obszaru inżynierii biomedycznej, dotyczące w szczególności materiałów, układów biomechanicznych, implantów i sztucznych narządów, aparatury medycznej.	K_U14
	projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla kierunku studiów proste urządzenia, obiekty, systemy lub zrealizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów (P6S_UW)	Potrafi rozwiązywać problemy techniczne w oparciu o prawa mechaniki; stosować wiedzę z elektrotechniki i elektroniki do projektowania i analizy układów elektrycznych i elektronicznych; wykonywać analizy wytrzymałościowe elementów maszyn i układów mechanicznych.	K_U15
		Potrafi identyfikować i formułować specyfikę prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym, charakterystycznych dla inżynierii biomedycznej, dotyczących w szczególności doboru materiałów i technik wytwarzania do zastosowań biomedycznych, projektowania układów automatyki i automatycznej regulacji oraz warunków ich stosowania.	K_U16
		Potrafi projektować inżynierskie obiekty i procesy techniczne z uwzględnieniem grafiki inżynierskiej oraz z zastosowaniem	K_U17

		komputerowego wspomaganie CAD do projektowania elementów biomechanicznych.	
		Potrafi oceniać przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym, charakterystycznego dla inżynierii biomedycznej oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia.	<b>K_U18</b>
		Potrafi korzystać z narzędzi komputerowych adekwatnych do rozwiązywanego zadania inżynierskiego, tworzyć własne oprogramowanie, a także stosować techniki rzeczywistości wirtualnej oraz metody sztucznej inteligencji w medycynie i inżynierii biomedycznej.	<b>K_U19</b>
		Potrafi zgodnie z podaną specyfikacją zaprojektować oraz wykonać proste urządzenie (np. rehabilitacyjne), obiekt (np. implant), system (np. sterujący) lub proces (np. technologiczny), typowe dla inżynierii biomedycznej, używając właściwych metod, technik i narzędzi.	<b>K_U20</b>

## 21. Zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:

Wykazać zajęcia z liczbą punktów ECTS nie mniejszą niż 5, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych. **Dotyczy kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.**

Na kierunku *Inżynieria biomedyczna* realizowanych jest 75 godzin zajęć z przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych i społecznych (tabela 1.6).

Tabela 1.6. Wykaz przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt)

Sem.	Nazwa przedmiotu	O	W	C	L	P	ECTS
7	Przedmiot obieralny 12 (humanistyczny / społeczny) Etyka zawodowa Komunikacja interpersonalna	30	30	-	-	-	2
7	Przedmiot obieralny 13 (humanistyczny / społeczny) Ekonomia z elementami rachunkowości Zasady gospodarki rynkowej i organizacji	30	30	-	-	-	2
7	Ochrona własności intelektualnej	15	15	-	-	-	1
Razem		75					5

Łącznie w ramach zajęć z przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych lub/i społecznych uzyskiwanych jest 5 punktów ECTS.

## 22. Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową:

Wykazać zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS. Wskazać zajęcia przygotowujące studentów do prowadzenia działalności naukowej (studia pierwszego stopnia) lub udział w tej działalności (studia drugiego stopnia). **Dotyczy wyłącznie studiów o profilu ogólnoakademickim.**

Tabela 1.7. Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową (\* – dotyczy studiów pierwszego stopnia, \*\* – dotyczy studiów drugiego stopnia)

Nazwa przedmiotu	ECTS	Przygot. / Udział** w badaniach nauk.	Opis działalności naukowej
<b>Przedmioty podstawowe i kierunkowe:</b>			
Grafika inżynierska	3	Tak / -	Zapis układu wymiarów: forma graficzna, zasady rozmieszczania, wymiarowanie elementów geometrycznych przedmiotu, ogólne zasady wymiarowania, zasady wymiarowania wynikające z potrzeb konstrukcyjnych, pomiarowych i technologicznych.
Podstawy nauki o materiałach	5	Tak / -	Interpretowanie typowych 2- składnikowych układów równowagi fazowej: układy o nieograniczonej rozpuszczalności składników w stanie stałym, układy dla składników nierozpuszczających się wzajemnie w stanie stałym, układy z przemianą eutektyczną gdy składniki rozpuszczają się w stanie stałym.
Podstawy inżynierii biomedycznej	1	Tak / -	Znajomość podstawowych obszarów działalności i zastosowań inżynierii biomedycznej.
Mechanika	4	Tak / -	Opis ruchu ciała (punktu materialnego lub bryły sztywnej) w wybranym układzie współrzędnych.
Systemy CAD	4	Tak / -	Modelowanie w programie typu CAD, wydawanie i wykonywanie poleceń precyzyjnego kreślenia rysunków, modyfikacji, wymiarowania.
Elektrotechnika	2	Tak / -	Podstawowe pomiary oraz symulacje w obwodach prądu stałego i przemiennego.
Podstawy obróbki cieplnej	2	Tak / -	Wpływ procesów obróbki cieplnej na właściwości materiałów.
Elektronika i podstawy automatyki	4	Tak / -	Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych obiektów automatyki.
Odlewnictwo i obróbka plastyczna	4	Tak / -	Dobór metod wytwarzania wyrobów z metalu.
Podstawy bioinżynierii medycznej	4	Tak / -	Projektowanie metalicznych, ceramicznych i szkloceramicznych, polimerowych, węglowych i kompozytowych materiałów biozastępczych oraz porowatych pokryw implantów i porowatych skafoldów tkankowych układu kostno-stawowego.
Biomateriały i ochrona przed korozją	4	Tak / -	Określanie odporności korozyjnej na podstawie krzywych polaryzacji.
Wytrzymałość materiałów	6	Tak / -	Wskazywanie ograniczeń niezbędnych w konstruowaniu urządzeń medycznych z uwagi na bezpieczeństwo i niezawodność, przepisy, normy.
Podstawy metod sztucznej inteligencji	3	Tak / -	Projektowanie struktury, trening i testowanie perceptronu wielowarstwowego dla prostych problemów klasyfikacji w inżynierii biomedycznej.
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	2	Tak / -	Dobór technologii wytwarzania dla określonego wyrobu medycznego.
Metalurgia	1	Tak / -	Określenie etapów wytwarzania wybranych metali i stopów technicznych stosowanych w inżynierii biomedycznej.

Biofizyka	4	Tak / -	Pomiary i obliczenia wielkości biofizycznych. Opisywanie zjawisk biofizycznych i powiązanie ich z zagadnieniami technicznymi.
Techniki przyrostowe i wirtualna rzeczywistość w medycynie	4	Tak / -	Przygotowanie danych do wytwarzania przyrostowego i realizacja procesu wytwarzania przyrostowego na wybranych maszynach w technologii FDM / SLA / DLP oraz obróbki wykończeniowej.
Analiza MES w zagadnieniach biomedycznych	3	Tak / -	Rozwiązywanie problemów inżynierskich z zakresu inżynierii biomedycznej z zastosowaniem metody elementów skończonych (MES) w zakresie w oprogramowaniu do obliczeń inżynierskich.
Podstawy metrologii	2	Tak / -	Wyznaczanie parametrów charakterystyk statycznych przetworników pomiarowych.
Biomechanika inżynierska	2	Tak / -	Wyznaczanie środków ciężkości ciała i jego segmentów oraz momentów sił działających w stawach z zastosowaniem systemu analizy ruchu oraz platform dynamometrycznych.
Obróbka skrawaniem	2	Tak / -	Ocena cech geometrycznych warstwy wierzchniej po różnych sposobach obróbki skrawaniem elementów urządzeń medycznych.
Rentgenografia	2	Tak / -	Badanie różnych materiałów stosowanych w inżynierii biomedycznej (metale, stopy, ceramika, kompozyty, polimery, tworzywa sztuczne, materiały amorficzne) metodami dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego.
Ergonomia w medycynie	2	Tak / -	Analiza ergonomiczna wybranego stanowiska pracy związanego z działalnością leczniczą (analiza zagrożeń, analiza i ocena obciążenia fizycznego, obciążenia psychicznego, analiza i projektowanie przestrzeni pracy, analiza i kształtowanie środowiska pracy, analiza i ocena ryzyka zawodowego).
Podstawy konstrukcji maszyn	4	Tak / -	Obliczenia połączeń spawanych, śrubowych, przekładni zębatych i pasowych.
Aparatura medyczna	4	Tak / -	Pomiary właściwości układu krążenia i serca, pomiar ciśnienia tętniczego krwi, ultrasonografia naczyń krwionośnych oraz narządów wewnętrznych, pomiar właściwości mechanicznych układu oddechowego, laseroterapia.
Sterowniki mikroprocesorowe	4	Tak / -	Programowania mikrokontrolera uwzględniającego obsługę portów we/wy, komunikację za pomocą transmisji szeregowej, liczniki i układy odmierzania czasu, obsługę przerwań.
Implanty i sztuczne narządy	2	Tak / -	Realizacja przez studentów własnego projektu sztucznego narządu na drodze przetworzenie obrazowania medycznego oraz zastosowania wybranych technik wytwarzania przyrostowego (druku 3D).
Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	2	Tak / -	Programowanie i tworzenie fragmentów systemu cyfrowego przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem środowiska programowania graficznego (język "G").



Napędy urządzeń medycznych i rehabilitacyjnych	2	Tak / -	Projektowanie napędu urządzenia medycznego, np. do urządzenia rehabilitacyjnego, manipulatora medycznego, urządzenia dozującego.
Elektroniczne układy pomiarowe i wykonawcze	3	Tak / -	Budowa systemów pomiarowych z wykorzystaniem sterowników PLC i ich programowanie.
Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych	2	Tak / -	Wzorcowanie przetworników pomiarowych.
Techniki obrazowania medycznego	2	Tak / -	Pozyskiwanie obrazów ultrasonograficznych oraz pomiary dopplerowskie.
Trendy rozwojowe w inżynierii biomedycznej	1	Tak / -	Określenie współczesnych trendów rozwojowych w wybranych dziedzinach inżynierii biomedycznych na podstawie informacji zaczerpniętych z różnych źródeł, w tym z czasopism branżowych, czasopism naukowych oraz internetu.
Przedmiot obieralny 2	4		
Przedmiot obieralny 2: Wirtualne modelowanie i symulacje z podstawami CFD		Tak / -	Modelowanie 3D, analiza statyczna oraz ocena parametrów przepływowych konstrukcji z obszaru inżynierii biomedycznej.
Przedmiot obieralny 2: Zaawansowane modelowanie 3D i podstawy inżynierii odwrotnej		Tak / -	Modelowanie obiektów o złożonej geometrii z zastosowaniem takich narzędzi jak sieci krzywych, odkształcalność płaszczyzny, wyciągnięcie po ścieżce wzdłuż dwóch krzywych "szyn" z zachowaniem ciągłości krawędzi; narzędziami transformacji takimi jak skręcanie, zginanie modelu 3D, przepływ wzdłuż krzywej, rozwijanie rozwijalnych powierzchni.
Przedmiot obieralny 3	2		
Przedmioty obieralne 3: Modelowanie i symulacja zagadnień biomedycznych		Tak / -	Modelowanie i symulacja zagadnień z zakresu biomechaniki płynów, przepływu ciepła w organizmach żywych oraz wytrzymałości urządzeń medycznych, protez, ortez itp.
Przedmioty obieralne 3: Wpływ drgań i hałasu na organizm ludzki		Tak / -	Dokonywanie pomiaru i oceny drgań oraz hałasu oddziałujących na ludzi zgodnie z metodologią określoną w normach i przepisach.
Przedmiot obieralny 4	2		
Przedmioty obieralne 4: Elektronika w urządzeniach medycznych		Tak / -	Dobór elementów elektronicznych oraz projektowanie układu ze wzmacniaczem pomiarowym do zastosowań medycznych.
Przedmioty obieralne 4: Optronika w medycynie		Tak / -	Dobór technik i elementów optoelektronicznych przydatnych w medycynie i służące jej rozwojowi.
Przedmiot obieralny 5	2		
Przedmioty obieralne 5: Analiza modalna i uczenie maszynowe		Tak / -	Zastosowania analizy głównych składowych PCA oraz metod uczenia maszynowego w analizie danych medycznych.
Przedmioty obieralne 5: Automatyzacja zadań w środowisku wirtualnym		Tak / -	Automatyzacja użycia podstawowych narzędzi inżynierskich w systemie Linux.
Przedmioty obieralne 5: Modelowanie wzrostu i ewolucji tkanek		Tak / -	Implementacja procedur modelowania wzrostu i ewolucji tkanek.
Przedmiot obieralny 6	2		

Przedmioty obieralne 6: Biomimetyka w projektowaniu		Tak / -	Zastosowanie optymalizacji strukturalnej zainspirowanej procesem adaptacyjnej przebudowy kości beleczkowej do jednoczesnej optymalizacji kształtu i topologii.
Przedmioty obieralne 6: Projektowanie i symulacja współczesnych materiałów		Tak / -	Wyznaczanie parametrów materiałowych do obliczeń i walidacja obliczeń numerycznych z wynikami eksperymentu.
Przedmioty obieralne 6: Wizualizacja i przetwarzanie danych medycznych		Tak / -	Tworzenie modeli 3D na podstawie danych medycznych zapisanych w formacie DICOM.
Przedmiot obieralny 7	2		
Przedmioty obieralne 7: Materiały medyczne i ich utylizacja		Tak / -	Projektowanie wyrobu medycznego obejmujące dobór odpowiedniego materiału z uwzględnienie warunków pracy, technologii wytwarzania (narzędzie formujące, maszyna przetwórcza) w zależności od serii produkcji oraz propozycję utylizacji.
Przedmioty obieralne 7: Materiały polimerowe w zastosowaniach medycznych		Tak / -	Opracowanie wybranego wyrobu medycznego z materiału polimerowego.
Przedmiot obieralny 8	2		
Przedmioty obieralne 8: Konstrukcja sprzętu rekreacyjnego i do treningu siłowego		Tak / -	Projektowanie sprzętu do ćwiczeń ogólnorozwojowych oraz do ćwiczeń siłowych.
Przedmioty obieralne 8: Projektowanie podzespołów urządzeń medycznych		Tak / -	Projektowanie podzespołu urządzenia medycznego z uwzględnieniem niezbędnych obliczeń wytrzymałościowych, doboru materiałów, modelu 3D urządzenia, wykonaniem rysunków złożeniowych oraz wykonawczych.
Przedmioty obieralne 8: Zużywanie protez		Tak / -	Zaplanowanie eksperymentu umożliwiającego ocenę zużywania się wyrobu medycznego w skutek danego mechanizmu zużycia.
Przedmiot obieralny 9	2		
Przedmioty obieralne 9: Projektowanie zorientowane na człowieka		Tak / -	Wykorzystanie wymiarów antropometrycznych w doborze cech konstrukcyjnych projektowanego urządzenia.
Przedmioty obieralne 9: Projektowanie zorientowane na osoby niepełnosprawne ruchowo		Tak / -	Opracowanie struktury funkcjonalnej projektowanego urządzenia dla osób niepełnosprawnych.
Przedmiot obieralny 10	2		
Przedmioty obieralne 10: Zagadnienia termiczne w inżynierii biomedycznej		Tak / -	Wyznaczanie zastępczych charakterystyk termicznych w materiałach kompozytowych stosowanych w inżynierii biomedycznej.
Przedmioty obieralne 10: Podstawy biometrii		Tak / -	Opracowanie i implementacja algorytmów przetwarzania wybranych danych biometrycznych, np. w postaci zdjęcia odcisku palca.
Przedmiot obieralny 11	2		
Przedmioty obieralne 11: Projektowanie urządzeń sterowanych cyfrowo		Tak / -	Dobór właściwych elementów elektroniki cyfrowej, tj. czujniki, moduły komunikacyjne oraz elementów mechanicznych do urządzeń stosowanych w inżynierii biomedycznej.

Przedmioty obieralne 11: Optymalizacja strukturalna		Tak / -	Stosowanie metod optymalizacji rozmiarów przekroju i parametrycznej optymalizacji kształtu w projektowaniu urządzeń w inżynierii biomedycznej.
Robotyka	2	Tak / -	Opracowywanie programów sterujących dla robotów współpracujących z urządzeniami zewnętrznymi (czujnikami, urządzeniami kontrolno-pomiarowymi i technologicznymi itp.) i przeprowadzić testy programu sterującego uwzględniającego warunki początkowe i końcowe.
Komputerowa analiza danych medycznych	2	Tak / -	Zastosowanie języka R oraz środowiska Statistica w analizie danych medycznych z zastosowaniem wybranych technik, np. drzew klasyfikacyjnych i analizy skupień.
Seminarium przeddyplomowe	1	Tak / -	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Przygotowanie pracy dyplomowej	13	Tak / -	Prowadzenie działalności inżynierskiej związanej z tematyką pracy dyplomowej.
Seminarium dyplomowe	4	Tak / -	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Razem	<b>140</b>		

Łącznie w ramach zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w obszarze dyscypliny inżynieria mechaniczna oraz inżynieria biomedyczna uzyskiwane są 140 punkty ECTS, co stanowi 66,7% wszystkich punktów wymaganych do uzyskania kwalifikacji na poziomie 6 PRK.

### 23. Zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne:

*Wykazać zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS. **Dotyczy wyłącznie studiów o profilu praktycznym.***

*Nie dotyczy*

### 24. Standardy kształcenia:

*Wykazać przedmioty spełniające ich wymogi. **Dotyczy wyłącznie programów studiów przygotowujących do wykonywania zawodów architekta oraz nauczyciela.***

*Nie dotyczy*

## II. **Koncepcja kształcenia oraz zgodność efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy**

*Zamieścić opis potwierdzający związek studiów ze strategią uczelni oraz wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia studiów i zgodności efektów uczenia się z tymi potrzebami. Uwzględnić wnioski z analizy zgodności efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy oraz wnioski z analizy wyników monitoringu.*

Misją Wydziału jest kształcenie wysokokwalifikowanych kadr w obszarze inżynierii mechanicznej, w ścisłym związku z prowadzonymi na Wydziale pracami naukowymi i badawczo-rozwojowymi, we współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym, kształtowanie postaw przedsiębiorczych i twórczych niezbędnych do aktywnego udziału w społeczeństwie informacyjnym, co jest spójne z Misją Uczelni. Wpisuje się w nią prowadzenie studiów na interdyscyplinarnym kierunku, jakim jest Inżynieria biomedyczna.

Strategia Wydziału i Uczelni oparta jest na sześciu obszarach, w tym na „Wysokiej jakości kształceniu przygotowującym do pracy i funkcjonowaniu w społeczeństwie opartym na wiedzy”. Kształcenie na kierunku inżynieria biomedyczna bardzo dobrze wpisuje się w ten obszar.

Kierunek studiów Inżynieria biomedyczna wychodzi naprzeciw wymaganiom stawianym nowoczesnej aparaturze medycznej, rehabilitacyjnej i implantom, a wiedza kadry przekazywana podczas zajęć na tym kierunku oparta jest w dużej mierze na jej doświadczeniach z zakresu inżynierii mechanicznej. Rozwój społeczeństwa, wydłużanie średniej życia i zwiększanie jego komfortu są możliwe dzięki postępowi m.in. w konstruowaniu nowoczesnej aparatury medycznej, diagnostycznej i rehabilitacyjnej, a także rozwojowi sztucznych narządów i implantów, dzięki zastosowaniu w tych urządzeniach sztucznej inteligencji oraz nowoczesnych metod ich projektowania i wytwarzania. Dzięki zwiększonej świadomości społeczeństwa w zakresie możliwości współczesnej medycyny i rehabilitacji, zwiększa się zapotrzebowanie na operacje wszczepiania implantów, sztucznych narządów i stosowania protez. W naszym regionie działają przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją sprzętu medycznego, w tym sprzętu rehabilitacyjnego i szpitalnego, technologii informatycznych dla medycyny i rehabilitacji, drobnego sprzętu medycznego wykonanego z tworzyw sztucznych i wielu innych produktów. Są to zarówno duże międzynarodowe koncerny, średnie przedsiębiorstwa, jak i tzw. startupy. Zwiększa się także zainteresowanie szpitali i innych jednostek medycznych gotowych do stosowania nowoczesnego sprzętu medycznego.

Od konstruktorów i serwisantów takiej aparatury wymaga się wiedzy obejmującej podstawy inżynierii mechanicznej, biomedycznej, materiałowej i innych pokrewnych dyscyplin naukowych. Stopień złożoności stosowanej aparatury sprawia, że potrzebna jest wysokokwalifikowana kadra o umiejętnościach wykraczających poza obszary konstruktora mechanika czy mechatronika.

Studia na kierunku Inżynieria biomedyczna mają na celu przygotowanie absolwentów mogących sprostać temu wyzwaniu. W trakcie realizacji programu kształcenia student pozyska wiedzę niezbędną do konstruowania, wytwarzania, eksploataowania i serwisowania urządzeń medycznych, czyli takich, które stosowane są przede wszystkim w środowisku szpitalnym i ambulatoryjnym do diagnozowania pacjentów, przeprowadzania zabiegów i operacji oraz rehabilitacji. Student zapozna się też – przede wszystkim od strony inżynierskiej – z podstawami biomechaniki, projektowania protez i implantów oraz stosowaniem nowoczesnych metod optycznych, elektronicznych i informatycznych w medycynie.

Poprzez wszechstronność i interdyscyplinarność studiów absolwent inżynierii biomedycznej będzie mógł aktywnie współpracować z kadrami medycznymi oraz będzie miał umiejętności wdrażania najnowszych rozwiązań technicznych oraz przygotowany będzie do pracy w jednostkach naukowo-badawczych nad zaawansowanymi technologiami stosowanymi w branży medycznej.

Pracownicy Wydziału Inżynierii Mechanicznej współpracują z przedstawicielami wielu firm z branży inżynierii biomedycznej w ramach realizacji projektów badawczych oraz innych zadań badawczych. W ostatnich latach były to m.in. Aesculap Chifa, Aether Biomedical Sp. z o.o., Alvo Sp. z o.o., ArjoHuntleigh Polska Sp. z o.o., B3D, Centrum Symulacji Medycznej Uniwersytetu im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Enforce Medical Technologies Sp. z o.o., Kimball Electronics, LiNA Medical, Rehasport, Syntplant Sp. z o.o., RSQ Technologies, Vigo-Ortho, vBionic. W wielu z tych przedsiębiorstw studenci kierunku inżynieria biomedyczna odbywają swoje praktyki na studiach I stopnia. W trakcie realizacji zadań badawczych pracownicy współpracują również z lekarzami oraz rehabilitantami m.in. ze Szpitala Ortopedycznego im. Wiktora Degi w Poznaniu, Szpitala im. Heliodora Świącickiego w Poznaniu i wielu innych. Po studiach studenci znajdują zatrudnienie w tych i innych firmach z branży medycznej, zlokalizowanych w Poznaniu i Wielkopolsce, a także placówkach medycznych (np. Szpital Kliniczny Przemienienia Pańskiego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu).

W ostatnich latach Wydział Inżynierii Mechanicznej w ramach współpracy pomiędzy wydziałami polskich uczelni prowadzącymi kierunek inżynieria biomedyczna uczestniczy w tworzeniu bazy wykładów z obszaru inżynierii biomedycznej. Jest ona dostępna pod adresem

<https://www.polsl.pl/rib/baza-wykladow>. Celem tej inicjatywy jest propagowanie wśród studentów (w ramach wykładów on-line) różnorodnej tematyki z obszaru inżynierii biomedycznej, którą zajmują się w swojej działalności badawczo-dydaktycznej pracownicy współpracujących uczelni. W ten sposób studenci mogą umówić się na zajęcia on-line z wybranego zakresu z dowolnym prowadzącym z obszaru całej Polski.

Wydział Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej od wielu lat aktywnie uczestniczy w programie Erasmus Plus. W ramach licznych umów podpisanych z uczelniami na terenie niemalże całej Europy oraz uczelniami partnerskimi, istnieje możliwość wymiany studentów oraz nauczycieli akademickich. Studenci mają możliwość wzięcia udziału zarówno w zajęciach dydaktycznych, jak i praktykach w dużych zagranicznych firmach i korporacjach. W przypadku nauczycieli akademickich istnieje możliwość wzbogacenia dorobku dydaktycznego (STA – *Staff Mobility Agreement for Teaching*) oraz naukowego (STT – *Staff Mobility for Training*). Program ten ułatwia międzynarodową współpracę szkół wyższych promując jednocześnie mobilność studentów i pracowników uczelni. Podczas wyjazdów w ramach programu Erasmus Plus inicjowane i rozwijane są kontakty dydaktyczne oraz naukowo-badawcze. Wydział Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej miał podpisane 69 umów na wymianę w roku akademickim 2020/2021 w ramach programu Erasmus Plus z uczelniami z Bułgarii, Chorwacji, Czech, Danii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Niemiec, Portugalii, Rumunii, Serbii, Słowacji, Słowenii, Węgier, Włoch, Turcji oraz Macedonii. Studenci kierunku inżynieria biomedyczna najczęściej wyjeżdżają do:

- Universidad de Jaen (Hiszpania),
- Universidad Politecnica de Madrid (Hiszpania),
- Universidad Carlos III de Madrid (Hiszpania).

Analizując dane zawarte w systemie ELA (Ogólnopolski system monitorowania Ekonomicznych Losów Absolwentów szkół wyższych), dostępnym pod adresem [www.ela.nauka.gov.pl](http://www.ela.nauka.gov.pl), dotyczące absolwentów kierunku inżynieria biomedyczna, można stwierdzić, że dotychczasowi absolwenci tego kierunku na Politechnice Poznańskiej na tle absolwentów kierunku inżynieria biomedyczna innych uczelni otrzymują stosunkowo wysokie zarobki (dla absolwentów 2019 mediana wynagrodzenia wyniosła 3 943,59 zł). Ponadto porównując mediany zarobków absolwentów tego kierunku na Politechnice Poznańskiej w kolejnych latach można dostrzec tendencję wzrostową, a mediana wynagrodzenia w latach 2016-2019 wzrosła aż o 23%. Natomiast średni czas poszukiwania pracy etatowej w tych latach wynosił zaledwie 3 miesiące.

### **III. Opis działań na rzecz doskonalenia programu studiów oraz zapewniania jakości kształcenia**

*Opisać podjęte działania.*

Zasady dotyczące zapewnienia jakości kształcenia na Politechnice Poznańskiej regulują Uchwała nr 93 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 31 maja 2021 roku w sprawie Uczelnianego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia. Ponadto, regulacje związane z zapewnieniem jakości kształcenia zawarte są również w Statucie Politechniki Poznańskiej oraz Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia (Uchwała Nr 42/2020-2024 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 31 maja 2021 r.). Rada Wydziału Inżynierii Mechanicznej powołała Wydziałową Komisję ds. Jakości Kształcenia oraz zatwierdziła Politykę Jakości Wydziału Inżynierii Mechanicznej (Uchwała Nr 13/III/9/2021 z dnia 27 września 2021 r. w sprawie Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia).

W skład powołanej Komisji ds. Jakości Kształcenia wchodzi co najmniej:

- pełnomocnik dziekana ds. jakości kształcenia (jako przewodniczący Komisji),
- prodziekan ds. studiów stacjonarnych,
- prodziekan ds. studiów niestacjonarnych,
- zastępcy dyrektorów Instytutów ds. dydaktyki,

- przedstawiciel studentów.

Zakres działalności Komisji obejmuje przede wszystkim:

- nadzór nad Polityką Jakości Wydziału,
- opracowywanie, doskonalenie i bieżąca aktualizacja dokumentacji systemowej, w tym zasad, procesów i procedur jakości kształcenia,
- zbieranie i analizowanie informacji niezbędnych do oceny jakości kształcenia na Wydziale,
- analizowanie wyników badań ankietowych prowadzonych na Wydziale / na rzecz Wydziału, w tym w szczególności wyników ankiety studenckiej oceny zajęć dydaktycznych,
- współpraca – w sprawach dotyczących jakości kształcenia z władzami dziekańskimi, z kierownikami jednostek Wydziału (dyrektorami instytutów i kierownikami zakładów), kierownikami jednostek międzywydziałowych i ogólnouczelnianych oraz wydziałowymi i dziekańskimi komisjami oraz zespołami,
- wdrażanie decyzji podjętych przez Uczelnianą Radę ds. Jakości Kształcenia,
- inne działania w zakresie jakości kształcenia zlecane przez Pełnomocnika Dziekana ds. Jakości Kształcenia lub Dziekana.

Wydział Inżynierii Mechanicznej za jeden z najważniejszych elementów kształtowania programu kształcenia uznaje współpracę z pracodawcami. Ma ona charakter sformalizowany i niesformalizowany, np. dyskusje z przedstawicielami przemysłu podczas różnego typu spotkań, konferencji i uroczystości Wydziałowych z bardzo licznym udziałem przedstawicieli przemysłu. Do interesariuszy zewnętrznych mających wpływ na doskonalenie i realizację programu studiów zalicza się przedstawicieli firm z otoczenia gospodarczo-społecznego współpracujących z Jednostką, na której prowadzony jest kierunek studiów, w ramach Rady Przemysłu. Organizowane są cykliczne spotkania, na których odbywa się dyskusja dotycząca oceny aktualnych programów studiów i ich doskonalenia w odniesieniu do potrzeb rynku pracy. Większość z tych firm jest również pracodawcami dla absolwentów kierunku i ich uwagi dotyczące programu studiów są brane pod uwagę podczas doskonalenia. Przykładem modyfikacji planu wynikającego z dyskusji z przedstawicielami firm było wprowadzenie przedmiotu obowiązkowego dla wszystkich studentów pierwszego stopnia Zarządzanie projektem. Potencjalni pracodawcy wskazywali na niewystarczające przygotowanie absolwentów z obszaru kompetencji dotyczących współpracy w zespołach projektowych.

Od wielu lat cyklicznie odbywają się również spotkania dziekanów wydziałów, na których prowadzony jest kierunek inżynieria biomedyczna. Ich organizatorem jest Dziekan Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej. W spotkaniach regularnie uczestniczy Dziekan Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej. W ramach spotkań podejmowana jest dyskusja nad możliwościami wspólnych działań na rzecz udoskonalania programów studiów oraz poprawą jakości kształcenia. Jedną z inicjatyw było utworzenie wspólnej bazy wykładów (w formie on-line) w celu propagowania wśród studentów różnorodnej tematyki z obszaru inżynierii biomedycznej. Inną inicjatywą było podjęcie rozmów z rządem mających na celu nadanie uprawnień absolwentom kierunku inżynieria biomedyczna, aby po ukończonych studiach mogli mieć bezpośredni kontakt z pacjentem, np. podejmując pracę w szpitalu.

W realizacji i doskonaleniu programu studiów czynnie uczestniczą również interesariusze wewnętrzni. Na podstawie wyników ankiet oceny nauczycieli akademickich, doskonalą oni programy nauczania w zakresie przedmiotów; podczas spotkań Rady Wydziału prowadzona jest dyskusja dotycząca realizacji i doskonalenia programu; na doskonalenie programów mają również wpływ liczne wyjazdy pracowników dydaktycznych do uczelni zagranicznych, efektem których jest wdrażanie dobrych praktyk; indywidualna współpraca pracowników z przedsiębiorcami wpływa na doskonalenie programów przez prowadzących zajęcia w ramach przedmiotów. Studenci natomiast biorą czynny udział w dyskusjach dotyczących realizacji i doskonalenia programu podczas spotkań Rady Wydziału, wypełniają ankiety oceniające program poszczególnych przedmiotów wynikające

z działań uczelnianego systemu zapewnienia jakości kształcenia. Wnioski z ankiet służą do doskonalenia programu. Program studiów jest systematycznie monitorowany i porównywany z programami kształcenia w innych uczelniach technicznych i modyfikowany o nowe trendy rozwojowe w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oraz inżynieria biomedyczna.

Na Wydziale Inżynierii Mechanicznej prowadzone są dobre praktyki dotyczące cyklicznej oceny programów studiów. Programy studiów mogą być modyfikowane na skutek:

- ogólnych zasad sprawdzania i oceniania stopnia osiągania efektów uczenia się w trakcie przebiegu studiów, w tym sprawozdania z praktyk studenckich,
- analizy wyników nauczania poszczególnych przedmiotów – dla wszystkich modułów nauczania wskazanych w programie studiów przewidziano analizę statystyk ocen w rozkładzie danego rocznika. Dzięki modułowi [estatystyki.put.poznan.pl](http://estatystyki.put.poznan.pl) wskazuje się na trendy poziomu osiągania efektów uczenia się. Wszyscy pracownicy dydaktyczni mają dostęp do informacji z ankiet przeprowadzanych przez studentów dotyczących oceny prowadzącego oraz przedmiotu ([eankieta.put.poznan.pl/ankieta/](http://eankieta.put.poznan.pl/ankieta/)). Na podstawie tej ankiety prowadzący mogą modyfikować i zgłaszać propozycje związane z planem studiów; na zmianę programu studiów może mieć wpływ również ocena dokonana podczas hospitacji zajęć (hospitacje merytoryczne),
- przeglądów matrycy efektów uczenia się – wykrywanie powtarzających się efektów uczenia się lub konieczność wprowadzenia dodatkowych zajęć lub treści w przedmiotach,
- monitorowanie losów absolwentów poprzez analizę danych ZUS „Ekonomiczne losy absolwentów”. Wyniki badania losów absolwentów są okresowo analizowane w celu potwierdzenia przydatności kierunku na rynku pracy. Poza tym zidentyfikowane luki kompetencyjne są uwzględniane podczas modyfikacji programów i treści kształcenia;
- analizy wymagań rynku pracy (cykliczne spotkania z otoczeniem biznesowym: Rada Przemysłu Wydziału Inżynierii Mechanicznej),
- kontaktu studentów z samorządem studenckim oraz przedstawicielami studentów w Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia lub Dziekańskiej Komisji ds. Kształcenia, którym przekazują swoje uwagi zgłaszane później podczas doskonalenia programów kształcenia.

Proces tworzenia nowego kierunku studiów lub zmian w programie studiów składa się z następujących etapów:

1. Inicjacja procesu przez Opiekuna kierunku, Dziekana, Dziekańską Komisję ds. Kształcenia lub Wydziałową Komisję ds. Jakości Kształcenia.
2. Utworzenie nowego kierunku studiów poprzedza uzyskanie zgody Rektora. Uzyskanie zgody Rektora na utworzenie nowego kierunku studiów wymaga złożenia dokumentu Koncepcja utworzenia nowego kierunku (Załącznik Nr 1 do Zarządzenia Nr 63 Rektora Politechniki Poznańskiej z dnia 2 listopada 2020 r.).
3. Po uzyskaniu zgody Rektora należy opracować dokument Program studiów (Załącznik Nr 2 do Zarządzenia Nr 63 Rektora Politechniki Poznańskiej z dnia 2 listopada 2020 r.).
4. Zmiany w programie studiów należy określić w dokumencie informacja o zmianach w programie studiów (Załącznik Nr 3 do Zarządzenia Nr 63 Rektora Politechniki Poznańskiej z dnia 2 listopada 2020 r.) oraz załączyć dokument Program studiów, uwzględniający wprowadzone zmiany.
5. Przygotowana wstępna dokumentacja programu studiów (odpowiednio – Koncepcja utworzenia nowego kierunku i/lub Program studiów i/lub Informacja o zmianach w programie studiów, w skrócie dalej dokumentacja programu studiów) jest dyskutowana i uzupełniana przez Dziekańską Komisję ds. Kształcenia.
6. Przyjęta przez Dziekańską Komisję ds. Kształcenia dokumentacja programu studiów jest prezentowana podczas posiedzeń Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej i opiniowana przez Radę Wydziału. Rada Wydziału w szczególności opiniuje plan studiów.
7. Zatwierdzoną przez Radę Wydziału dokumentację składa się do prorektora

ds. studenckich i kształcenia za pośrednictwem Działu Kształcenia i Spraw Studenckich. Terminy dotyczące składania dokumentacji określa Zarządzenie Nr 63 Rektora Politechniki Poznańskiej z dnia 2 listopada 2020 r.

8. Dokumentacja programu studiów jest opiniowana przez Senacką Komisję ds. Kształcenia.
9. Ostatecznie program studiów zostaje zatwierdzony na posiedzeniu Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej, który przyjmuje program odpowiednią uchwałą.

Monitorowanie oraz zapewnienie odpowiednich standardów jakości kształcenia na kierunku *inżynieria biomedyczna* bazuje na nadzorze realizacji programu studiów, opracowywaniu propozycji zmian mających na celu doskonalenie procesu kształcenia oraz programu studiów, gwarantowaniu wysokiej jakości kształcenia, odpowiednim i spójnym skorelowaniu treści programowych między prowadzonymi przedmiotami, a także zapewnieniu zgodności programu studiów i treści przedmiotów w ramach oferowanego kierunku z Polską Ramą Kwalifikacji.

Stopień osiągniętych w ramach kierunku *inżynieria biomedyczna* efektów uczenia się jest monitorowany przez nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia na kierunku. Nauczyciele akademicy we własnym zakresie prowadzą okresową analizę wskaźników ilościowych i jakościowych, co pozwala im zapewnić odpowiedni poziom jakości kształcenia. W celu doskonalenia swoich metod dydaktycznych nauczyciele akademicy uwzględniają również wnioski z ankiet i hospitacji zajęć. Pozwala to na doskonalenie programu studiów oraz zapewnienie właściwego poziomu kształcenia.

Jednym z istotnych działań na rzecz zapewnienia jakości kształcenia na kierunku *inżynieria biomedyczna* jest ocena nauczycieli akademickich. Ocena nauczycieli akademickich dokonywana jest zarówno przez ich przełożonych, jak i przez studentów i absolwentów (Zarządzenie nr 21 Rektora Politechniki Poznańskiej z dnia 2 czerwca 2021 roku w sprawie w sprawie zasięgnięcia opinii studentów, doktorantów i absolwentów na temat procesu kształcenia oraz hospitacji zajęć dydaktycznych).

Ocena nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia na kierunku *inżynieria biomedyczna* przez ich przełożonych realizowana jest poprzez hospitację zajęć. Hospitacja zajęć dotyczy wszystkich nauczycieli akademickich, a w szczególności nauczycieli, którzy zostali nisko ocenieni w ankietach wypełnianych przez studentów. Z hospitacji przygotowany jest protokół, a osoba przeprowadzająca hospitację odbywa rozmowę z osobą hospitowaną i zapoznaje ją z treścią protokołu. Protokoły z hospitacji przekazywane będą odpowiednim prodziekanom. Wyniki hospitacji brane są również pod uwagę przez Dyrektora instytutu przy okresowej ocenie pracowników.

Ocena nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia na kierunku *inżynieria biomedyczna* przez studentów realizowana jest w formie ankiet (uczelniany system eAnkieta). Uczelniana akcja ankietyzacji realizowana jest co semestr. W ankietach ocenie podlegają zarówno przedmiot, jak i jego prowadzący. Wyniki ankiet dostępne są dla prowadzących zajęcia oraz ich przełożonych – zastępcy dyrektora ds. dydaktyki oraz prodziekanów. Wyniki ankiet uwzględniane są przy okresowej ocenie pracowników oraz planowaniu hospitacji.

Ankietyzacja absolwentów przeprowadzana będzie zgodnie z Procedurą monitorowania karier zawodowych absolwentów przez Centrum Karier i Praktyk Studentów i Absolwentów Politechniki Poznańskiej.

W ramach monitorowania efektów uczenia się na kierunku *inżynieria biomedyczna* prodziekan ds. studiów stacjonarnych przeprowadza analizę zmian stanu osobowego grup dziekańskich po zakończeniu obu semestrów. Analizowana jest również sprawność dyplomowania oraz odsetek



studentów kończących studia w ustalonym terminie.

Działając na rzecz doskonalenia programu studiów oraz zapewnienia jakości kształcenia na kierunku *inżynieria biomedyczna* studenci mają również możliwość kontaktu z władzami Wydziału Inżynierii Mechanicznej. Kontakt z władzami Wydziału możliwy jest poprzez: Samorząd Studentów Wydziału Inżynierii Mechanicznej oraz jego przedstawicieli, udział przedstawicieli Samorządu Studentów w posiedzeniach Rady Wydziału, dziekańskich i wydziałowych komisjach oraz zespołach, a także kontakt z prodziekanem ds. studiów stacjonarnych w trakcie dyżurów i spotkań indywidualnych.

#### **IV. Opis prowadzonej działalności naukowej w dyscyplinie lub dyscyplinach**

*Dotyczy dyscyplin, do których przyporządkowany jest kierunek studiów w przypadku wniosku o pozwolenie na utworzenie studiów o profilu ogólnoakademickim.*

Nauczyciele akademicki prowadzący zajęcia ze studentami na kierunku inżynieria biomedyczna biorą udział w wielu badaniach naukowych w interdyscyplinarnych zespołach z lekarzami, fizjoterapeutami, archeologami i specjalistami z wielu innych dziedzin. Prowadzą również badania na pograniczu inżynierii mechanicznej oraz biomedycznej. Poniżej przedstawiono wybraną tematykę prac badawczych realizowanych przez nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia na inżynierii biomedycznej.

Zespół z Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej w składzie: Filip Górski, Wiesław Kuczko oraz Radosław Wichniarek, współpracował z zespołem Kliniki Otolaryngologii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu (Jacek Banaszewski, Maciej Pabiszczak, Tomasz Pastusiak i Agata Buczkowska). Celem tej współpracy było **opracowanie nowatorskiej metody wspomagania śródoperacyjnego chirurgii rekonstrukcyjnej, pacjentów po leczeniu onkologicznym, w obszarze żuchwy z użyciem technik modelowania 3D i wytwarzania przyrostowego (druku 3D)**. Zespół medyczny wytyczył kierunki działania i wymagania oraz przeprowadził wdrożenie opracowanej metodyki na drodze klinicznej, realizując kilkanaście operacji chirurgicznych wspomaganych modelami wytwarzanymi technikami druku 3D. Operacje rekonstrukcji żuchwy (np. u pacjentów u których usunięto fragment lub całość żuchwy w wyniku nowotworu) metodą autotransplantacji trwają kilkanaście godzin i w standardowym postępowaniu wymagają kilkukrotnej zmiany pozycji pacjenta – kość i tkanki miękkie do autotransplantacji pobierane są z kości strzałkowej lub łopatki. Badania rozpoczęto, gdyż stwierdzono, że uzyskanie przed operacją fizycznego szablonu odpowiadającego docelowemu kształtowi żuchwy po rekonstrukcji mogłoby znacząco przyspieszyć proces pobierania i opracowywania geometrii kości i tkanek do transplantacji. Dlatego też w trakcie badań próbowano udowodnić, że zastosowanie modeli fizycznych wytwarzanych przyrostowo pozwoli na zauważalne skrócenie czasu operacji rekonstrukcji żuchwy metodą autotransplantacji i spowoduje poprawę uzyskanych wyników rekonwalescencji pacjenta w stosunku do rekonstrukcji prowadzonej bez takiego wspomaganie. Wyniki prac zespołu opublikowano w znaczących czasopismach naukowych:

1. Banaszewski J., Pabiszczak M., Pastusiak T., Buczkowska A., Kuczko W., Wichniarek R., Górski F., 3D printed models in mandibular reconstruction with bony free flaps, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 2018, Vol. 29, 23.
2. Górski F., Wichniarek R., Kuczko W., Banaszewski J., Pabiszczak M., Application of low-cost 3D printing for production of CT-based individual surgery supplies, *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018*, June 3-8, 2018, Prague, Czech Republic.
3. Kuczko W., Wichniarek R., Górski F., Banaszewski J., Influence Of Sterilization Of A Product Manufactured Using FDM Technology On Its Dimensional Accuracy, *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2018, Vol. 12(1), pp. 74-79.

Zespół pod kierownictwem dra hab. inż. Filipa Górskiego, profesora uczelni, opracował i wdrożył

**nowatorską metodę szybkiego projektowania i wytwarzania wyrobów protetycznych dla pacjentów dziecięcych z użyciem skanowania 3D, inżynierii wiedzy i druku 3D.** Badania realizowano w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w konkursie LIDER VIII. Badania i prace rozwojowe, o których mowa wykonano we współpracy z polskim oddziałem fundacji e-Nable oraz z udziałem pracowników Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Fundacja e-Nable Polska (osoba kontaktowa: dr Krzysztof Grandys) zajęła się odnalezieniem i wstępnym diagnozowaniem wybranych pacjentów. Sabina Siwiec z Uniwersytetu Medycznego zajęła się zapewnieniem odpowiedniego dopasowania i jakości wytwarzanych protez oraz ich akceptacją przed przekazaniem odbiorcom. Badania i prace rozwojowe, obejmowały diagnozowanie wybranych pacjentów, skanowanie 3D oraz projektowanie autogenerujących modeli protez (kosmetycznych oraz mechanicznych) dopasowanych do skanu 3D, przetwarzanie danych, projektowanie zindywidualizowanych do potrzeb pacjentów protez oraz przeprowadzeni badań projektów uzyskanych protez oraz dobór parametrów procesu wytwarzania przyrostowego i realizację procesu wytwarzania. Projekt realizowano od 2018 do 2021 roku. Wyniki prac opublikowano m.in. w:

1. Górski F., Wichniarek R., Kuczko W., Żukowska M., Lulkiewicz M., Zawadzki P., Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses, *Materials*, 2020, Vol. 13(18), paper ID: 4091.
2. Górski F., Suszek E., Wichniarek R., Kuczko W., Żukowska M., Rapid Manufacturing of Individualized Prosthetic Sockets, *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2020, Vol. 14(1), pp. 42-49.
3. Górski F., Kuczko W., Weiss W., Wichniarek R., Żukowska M., Prototyping of an Individualized Multi-Material Wrist Orthosis using Fused Deposition Modelling, *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2019, Vol. 13(4), pp. 39-47.

Innym zagadnieniem podjętym we współpracy z lekarzami było opracowanie **nowatorskiej metody wspomaganie chirurgii ortopedycznej, przy leczeniu pacjentów z dysplazją stawu biodrowego z użyciem technik modelowania 3D, inżynierii odwrotnej i przetwarzania danych medycznych.** Badania prowadzono we współpracy z zespołem Kliniki Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu oraz Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu. Zespół badaczy składał się z następujących osób: Marek Józwiak, Bartosz Musielak, Milud Shadi, Paweł Koczewski, Pirunthi Premakumaran oraz Anna Kubicka. Zespół medyczny wyznaczył kierunki działania i wymagania oraz przeprowadził wdrożenie opracowanej metodyki na drodze klinicznej, realizując analizy diagnostyczne przed wykonaniem operacji chirurgicznych. Dr hab. inż. Michał Rychlik (z Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej) był odpowiedzialny za opracowanie danych w formacie DICOM i przygotowanie modeli 3D, następnie w oparciu o modele oraz wypracowaną metodykę przeprowadził analizy parametrów morfologicznych panewek stawu biodrowego w zakresie oceny objętości oraz orientacji przestrzennej panewek. W trakcie badań opracowano metodę parametryzacji cech morfologicznych miednicy, w szczególności objętości i orientacji osi panewek stawu biodrowego zarówno dla miednic o prawidłowej budowie anatomicznej, jak również dla przypadków patologicznych (chorobowych). Opracowana metodyka może znaleźć praktyczne zastosowanie w powszechnej diagnostyce klinicznej, lepszego doboru metody leczenia, w przygotowaniu przedoperacyjnym, ocenie procesu leczenia oraz oceny wyników pooperacyjnych. Ocenia się że w przypadku panewek dysplastycznego stawu biodrowego tylko 30% operacji daje zadowalającą poprawę stanu zdrowia. Za przyczynę tego stanu rzeczy, przyjmują się niewystarczającą definicję dysplazji panewki stawu biodrowego oraz brak odpowiedniej, do specyfiki zmian chorobowych, metody diagnostycznej. Skutkiem tego jest niewłaściwa ocena parametrów panewki stawu biodrowego i w efekcie wybór nie najbardziej efektywnego zabiegu operacyjnego. Wyniki prac w postaci metod parametryzacji cech morfologicznych panewek stawu biodrowego, uzyskane w efekcie prowadzonych prac badawczych znajdują praktyczne zastosowanie w diagnostyce klinicznej, jak również w opracowaniach antropologicznych ukazujących zmiany zachodzące w budowie ciała człowieka na przestrzeni wieków. Wyniki prac zostały opublikowane m.in. w następujących artykułach:

1. Józwiak M., Rychlik M., Szymczak W., Grzegorzewski A., Musielak B., Acetabular shape and orientation of the spastic hip in children with cerebral palsy, *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2021, Vol. 63(5), pp. 608-613.
2. Musielak B., Shadi M., Kubicka A., Koczewski P., Rychlik M., Premakumaran Pirunthi, Józwiak Marek.; Is acetabular dysplasia and pelvic deformity properly interpreted in patients with congenital femoral deficiency? A 3D analysis of pelvic computed tomography, *Journal of Children's Orthopaedics*, 2020, Vol. 14(5), pp. 364-371.
3. Musielak B., Kubicka A., Rychlik M., Czubak J., Czwojdzński A., Grzegorzewski A., Józwiak M., Variation in pelvic shape and size in Eastern European males: a computed tomography comparative study, *PeerJ*, 2019, Vol. 7, e6433, pp. 1-24.

Innym przykładem interdyscyplinarnych prac powiązanych z inżynierią biomedyczną jest wspomaganie pracy historyków i archeologów. Rezultatem wykonanych interdyscyplinarnych prac badawczych opartych na szkielecie osoby sprzed 5500 lat, jest opracowana **technika digitalizacji, przetwarzania danych geometrycznych, połączenia jej z danymi antropometrycznymi, wskaźnikami opisującymi tkanki miękkie oraz danymi anatomicznymi, w celu opracowania modelu 3D i wizualizacji twarzy na podstawie czaszki**. Wykorzystane materiały naukowe zostały przedstawione w fabularyzowanym filmie dokumentalnym pt. „Megalithy – historia sprzed 5500 lat” i udostępnione szerszej publiczności podczas emisji w telewizji na kanale TVP HISTORIA (25.12.2018 r. o godz. 12:15) oraz na kanale YouTube w wersji polsko- i angielsko-języcznej.

1. Premiera filmu w reżyserii Krzysztofa Paluszyńskiego pt. „Megalithy – historia sprzed 5500 lat” – 5 grudnia 2018 na Wydziale Historycznym UAM (<https://www.youtube.com/watch?v=tvUgbaJy8Js>)
2. Pierwsza emisja telewizyjna filmu pt. „Megalithy – historia sprzed 5500 lat” odbyła się 25.12.2018 r. o godz. 12:15 na kanale TVP HISTORIA (<https://vod.tvp.pl/website/megalithy-historia-sprzed-5500-lat,47867432#>)
3. Udostępnienie filmu „Megalithy – historia sprzed 5500 lat” w wersji polskiej, data publikacji: 21 stycznia 2019 <https://www.youtube.com/watch?v=DORM3KxSbc4>
4. W wersji anglojęzycznej pt. „Megaliths – the 5,500 year old story” na platformie YouTube, data publikacji: 21 stycznia 2019 <https://www.youtube.com/watch?v=gzeGc6oWUrg>
5. Wybrane doniesienia prasowe o filmie: Ministerstwo Edukacji i Nauki, Nauka w Polsce, Historia i Kultura, data publikacji: 23 grudnia 2018 <https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C32213%2Cpowstal-film-dokumentalny-o-polskich-megalitach.html>
6. TVP INFO, data publikacji: 24 grudnia 2018 <https://www.tvp.info/40569428/powstal-film-dokumentalny-o-polskich-megalitach-sprzed-5-tys-lat>
7. Muzeum Archeologiczne w Biskupinie, data publikacji: 31 styczeń 2019 – <https://www.biskupin.pl/megalithy-historia-sprzed-5500-lat-na-kanale-tvp-historia/>
8. Archeologia żywa – magazyn popularnonaukowy, data publikacji: 9 wrz 2018 <https://archeologia.com.pl/megalithy-historia-sprzed-5500-lat/>

Zespół pracowników badawczo-dydaktycznych z Wydziału Inżynierii Mechanicznej zajmuje się również **konstrukcją ręcznych wózków z innowacyjnymi napędami ręcznymi oraz hybrydowymi**. Istotą badań był zestaw modyfikacji jednostki napędowej dla hybrydowego elektryczno-manualnego wózka inwalidzkiego. Składał się on z modułu modyfikującego ręcznie pchane wózki inwalidzkie z dużymi tylnymi kołami napędowymi z popychaczami. Urządzenie to pozwala na zachowanie funkcjonalnej autonomii klasycznego wózka ręcznego bez wspomaganie jednocześnie dodając funkcję elektrycznego wózka inwalidzkiego. Umożliwia niezależne kierowanie lewym i prawym kołem przy pomocy dwóch manetek i dwóch niezależnych hamulców tarczowych. Manewrowanie wózkiem w trybie elektrycznym jest takie samo, jak podczas korzystania z ciągów i wykorzystuje różnice prędkości między lewym a prawym kołem. Moduł hybrydowego napędu

elektryczno-ręcznego jest opcją wyposażenia wózka inwalidzkiego po demontażu kół napędowych, utrzymując podstawową ramę wózka inwalidzkiego, przednie kółka, zestaw hamulców i podnóżków. Zestawy instaluje się w podstawowej ramie wózka inwalidzkiego. W trybie ręcznym użytkownik wykorzystuje napęd ciągowy w niezmieniony sposób względem pierwowzoru. W trybie elektrycznym użytkownik steruje prędkością obrotową dwóch tylnych kół za pomocą dwóch kontrolerów. Sterowanie kołami w tym trybie jest niezależne, tak jak w przypadku napędzania ręcznego. Badania realizowano w ramach projektu Lider VII „*badania biomechaniki napędzania ręcznych wózków inwalidzkich dla innowacyjnych napędów ręcznych i hybrydowych*” (LIDER/7/0025/L-7/15/2016) finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Aktualnie realizowany jest m.in. projekt BioniAmoto: „*Bioniczne, lekkie węzły strukturalne wytwarzane przyrostowo dla przemysłu motoryzacyjnego*” finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu TECHMATSTRATEG. Zespołem z Politechniki Poznańskiej kieruje prof. dr hab. inż. Michał Nowak. W projekcie BioniAMoto zostaną przebadane i przygotowane do wdrożenia **narzędzia bionicznego optymalizowania topologicznego węzłów strukturalnych konstrukcji wykorzystywanych w motoryzacji oraz ich wytwarzania ze stopów aluminium z wykorzystaniem technologii przyrostowych (AM)**. W rezultacie projektu zostanie opracowana koncepcja produkcji przestrzennych węzłów konstrukcji strukturalnej pojazdów, zoptymalizowanych z wykorzystaniem innowacyjnych algorytmów biomimetycznych pod kątem uzyskania wysokiej sztywności, oraz ich łączenia z łatwo dostępnymi i powszechnie stosowanymi aluminiowymi profilami ekstrudowanymi. Celem BioniAMoto jest osiągnięcie równoważnych własności mechanicznych dla stopów aluminium przetwarzanych w technologiach AM w stosunku do materiału w tradycyjnej postaci, obniżenie masy wytwarzanych węzłów strukturalnych z zachowaniem ich sztywności i wytrzymałości na co najmniej porównywalnym lub wyższym poziomie. Dodatkowo w projekcie ocenione zostaną różne warianty łączenia wytworzonych przyrostowo elementów węzłów z powszechnie stosowanymi profilami ekstrudowanymi, bez wprowadzania w miejscu łączenia dodatkowych naprężeń termicznych (jak np. połączenie kształtowe, klejone, zaciskowe, itp.). Projekt realizowany jest we współpracy z Politechniką Wrocławską oraz EDAG Engineering Polska Sp z o.o.

## **V. Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia** *Opisać wymogi stawiane kandydatom przy rekrutacji na studia.*

Na studia I stopnia może być przyjęta osoba, która posiada świadectwo dojrzałości lub inny dokument, o którym mowa w art. 69 ust. 2 ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. W szczególności kandydat powinien posiadać:

- zainteresowanie naukami ścisłymi (matematyka, fizyka, informatyka) oraz biologicznymi,
- predyspozycje do rozwiązywania zagadnień technicznych,
- chęć projektowania i tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych dla medycyny i dziedzin pokrewnych.

Rekrutacja na studia stacjonarne I stopnia na kierunku inżynieria biomedyczna odbywa się zgodnie z warunkami i trybem przyjmowania ustalonymi na dany rok akademicki zapisanymi w odpowiedniej uchwale Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej (w roku akademickim 2022/2023 jest to Uchwała Nr 43/2020-2024 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 31 maja 2021 r. w sprawie warunków i trybu przyjmowania na studia w roku akademickim 2022/2023). Na studia pierwszego stopnia może być przyjęta osoba, która posiada świadectwo dojrzałości lub inny dokument, o którym mowa w art. 69 ust. 2 ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Podstawą przyjęcia na studia pierwszego stopnia na kierunku inżynieria biomedyczna są wyniki egzaminu maturalnego lub egzaminu dojrzałości oraz egzaminów potwierdzających kwalifikacje w zawodzie lub egzaminów zawodowych. Na podstawie wyników egzaminu maturalnego (lub egzaminu dojrzałości) w postępowaniu kwalifikacyjnym na studia pierwszego stopnia sporządza się listę rankingową kandydatów. O kolejności kandydatów na liście rankingowej na I stopień

kierunku inżynieria biomedyczna decyduje następujący wzór:

$$W = 0,5J_P + 0,5J_O + 2,5M + 2X,$$

gdzie:

- **dla kandydatów zdających tzw. „nową maturę” (egzamin maturalny):**

$J_P$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi pisemnego egzaminu maturalnego z języka polskiego na poziomie podstawowym;

$J_O$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi pisemnego egzaminu maturalnego z języka obcego nowożytnego na poziomie podstawowym; w przypadku zdawania egzaminu z dwóch języków wybierany jest wynik korzystniejszy dla kandydata;

$$M = M_{\text{PODST}} + M_{\text{ROZ}}$$

$M_{\text{PODST}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie podstawowym (0 – w przypadku niezdawania egzaminu);

$M_{\text{ROZ}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie rozszerzonym (0 – w przypadku niezdawania egzaminu);

$X$  – wynik korzystniejszy dla kandydata spośród:

a)  $X = X_{\text{PODST}} + X_{\text{ROZ}}$

- b)  $X =$  podwojony wynik egzaminów potwierdzających kwalifikacje w zawodzie lub egzaminów zawodowych

$X_{\text{PODST}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z biologii, chemii, fizyki lub informatyki na poziomie podstawowym (wynik korzystniejszy dla kandydata z uwzględnieniem, że  $X_{\text{ROZ}}$  odnosi się do tego samego przedmiotu; 0 – w przypadku niezdawania egzaminu z żadnego z tych przedmiotów);

$X_{\text{ROZ}}$  – liczba punktów odpowiadająca procentowemu wynikowi egzaminu maturalnego z biologii, chemii, fizyki lub informatyki na poziomie rozszerzonym (wynik korzystniejszy dla kandydata z uwzględnieniem, że  $X_{\text{PODST}}$  odnosi się do tego samego przedmiotu; 0 – w przypadku niezdawania egzaminu z żadnego z tych przedmiotów).

**Uwaga:**

Wynik egzaminu maturalnego w części pisemnej na poziomie podstawowym z przedmiotu, który zdawany był w części pisemnej na poziomie rozszerzonym lub na poziomie dwujęzycznym, ustala się następująco:

a) dla wyników w przedziale do 29%:  $P_{\text{PODST}} = 2P_{\text{ROZ}}$

b) dla wyników w przedziale od 30%:  $P_{\text{PODST}} = 0,5P_{\text{ROZ}} + 50$

gdzie:

$P_{\text{PODST}}$  – wynik egzaminu maturalnego w części pisemnej z przedmiotu na poziomie podstawowym,

$P_{\text{ROZ}}$  – wynik egzaminu maturalnego w części pisemnej z przedmiotu, który zdawany był na poziomie rozszerzonym lub na poziomie dwujęzycznym.

Za  $P_{\text{PODST}}$  przyjmuje się wynik korzystniejszy dla kandydata (wynik uzyskany na egzaminie maturalnym lub wynik wyliczony na podstawie powyższych wzorów), w przypadku, gdy kandydat zdawał egzamin w części pisemnej zarówno na poziomie podstawowym, jak i rozszerzonym lub dwujęzycznym.

- **dla kandydatów zdających tzw. „starą maturę” (egzamin dojrzałości):**

$J_P$  – liczba punktów przeliczeniowych za ocenę z egzaminu dojrzałości z języka polskiego;

$J_O$  – liczba punktów przeliczeniowych za ocenę z egzaminu dojrzałości z języka obcego; dla kandydatów zwolnionych z egzaminu dojrzałości, tzn. laureatów i finalistów olimpiad z języków obcych oraz kandydatów posiadających odpowiednie certyfikaty językowe, a także dla absolwentów szkół lub oddziałów dwujęzycznych,  $J_O = 100$ ;

$M$  – podwojona liczba punktów przeliczeniowych za ocenę z pisemnego egzaminu dojrzałości z matematyki (dla kandydatów, którzy nie zdawali egzaminu pisemnego z matematyki  $M = 0$ );

$X$  – podwojona liczba punktów przeliczeniowych za ocenę z egzaminu dojrzałości z biologii, chemii, fizyki lub informatyki. Uwzględnia się wynik korzystniejszy dla kandydata, a w przypadku kandydatów, którzy nie zdawali egzaminu z żadnego z tych przedmiotów  $X = 0$ .

Oceny na świadectwie transformuje się na punkty przeliczeniowe następująco:

a) dla sześciostopniowej skali ocen:

stopień celujący – 100,

stopień bardzo dobry – 85,

stopień dobry – 70,

stopień dostateczny – 50,

stopień dopuszczający – 30,

b) dla czterostopniowej skali ocen:

stopień bardzo dobry – 100,

stopień dobry – 70,

stopień dostateczny – 30.

- dla kandydatów zdających Międzynarodową Maturę (z dyplomem International Baccalaureate – IB):

$J_P$  – liczba punktów przeliczeniowych za punkty na egzaminie IB z języka polskiego (maksimum 100), a w przypadku niezdawania matury z języka polskiego wpisuje się wynik z języka grupy A,

$J_0 = 100$ ,

$M$  – liczba punktów przeliczeniowych za punkty uzyskane na egzaminie IB z matematyki,

$X$  – liczba punktów przeliczeniowych za punkty uzyskane na egzaminie IB z biologii, chemii, fizyki lub informatyki. Uwzględnia się wynik korzystniejszy dla kandydata, a w przypadku kandydatów, którzy nie zdawali egzaminu z żadnego z tych przedmiotów  $X = 0$ .

**Punkty egzaminu IB transformuje się na punkty przeliczeniowe następująco:**

Liczba punktów IB	Poziom	
	Standard level – SL (podstawowy)	Higher level – HL (rozszerzony)
7	100	200
6	85	185
5	70	170
4	55	155
3	40	140
2	30	130

Kandydat musi uzyskać co najmniej 200 punktów. Wzór rankingowy pozwala uzyskać maksymalnie 1000 punktów. Na studia przyjmuje się kandydatów w liczbie odpowiadającej limitowi rekrutacyjnemu umniejszonemu o liczbę przyjętych na studia jako finalistów olimpiad stopnia centralnego. W roku akademickim 2021/2022 limit przyjęć kandydatów na studia I stopnia na kierunku inżynieria biomedyczna wynosił 65. Wyniki postępowania kwalifikacyjnego udostępnione zostaną w terminie zgodnym z harmonogramem rekrutacji.

Warunki i tryb przyjmowania na studia ustalane są na dany rok akademicki. Dlatego aktualne zasady i harmonogram postępowania rekrutacyjnego należy sprawdzić w Uchwale Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej w sprawie warunków i trybu przyjmowania na studia na dany rok akademicki.

## **VI. Opis warunków prowadzenia studiów oraz sposobu organizacji i realizacji procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się**

1. **Wykaz nauczycieli akademickich** oraz innych osób, proponowanych do prowadzenia zajęć:

Należy podać:

a) imiona i nazwisko,

b) informację o zatrudnieniu nauczyciela akademickiego w uczelni albo terminie podjęcia przez niego zatrudnienia w uczelni, ze wskazaniem, czy uczelnia stanowi lub będzie stanowić dla niego podstawowe miejsce pracy,

c) w przypadku nauczyciela akademickiego – informacje o kompetencjach, w tym o dorobku

dydaktycznym, naukowym lub artystycznym wraz z wykazem publikacji lub opis doświadczenia zawodowego w zakresie programu studiów, a w przypadku innej osoby – informacje potwierdzające posiadanie kompetencji i doświadczenia pozwalających na prawidłową realizację zajęć.

Tabela 6.1 Wykaz nauczycieli akademickich oraz innych osób, proponowanych do prowadzenia zajęć

Imię i nazwisko prowadzącego	Jednostka Politechniki Poznańskiej / Pracownik zewnętrzny	Data zatrudnienia w Politechnice Poznańskiej	Czy Politechnika Poznańska stanowi podstawowe miejsce pracy? (TAK/NIE)
dr hab. inż. Roman Barczewski	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.09.1982	TAK
dr inż. Tomasz Bartkowiak	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2012	TAK
dr inż. Aneta Bartkowska	Instytut Inżynierii Materiałowej	1.03.2011	TAK
mgr inż. Martyna Białecka	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2018	TAK
dr hab. inż. Karol Bula	Instytut Technologii Materiałów	1.10.2001	TAK
dr hab. inż. Jacek Buśkiewicz	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.11.1997	TAK
dr hab. inż. Olaf Ciszak	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.1998	TAK
dr hab. inż. Ewa Dostatni	Instytut Technologii Materiałów	22.11.1993	TAK
dr hab. inż. Paweł Drapikowski	Instytut Robotyki i Inteligencji Maszynowej	1.10.1989	TAK
dr hab. inż. Magdalena Frańska	Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej	1.10.2002	TAK
dr hab. inż. Andrzej Gessner	Instytut Technologii Mechanicznej	1.02.2006	TAK
dr inż. Adam Górny	Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Jakości	1.10.1994	TAK
dr hab. inż. Filip Górski	Instytut Technologii Materiałów	1.10.2013	TAK
dr inż. Jakub Grabski	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2014	TAK
dr hab. n. o zdr. Monika Grygorowicz	Pracownik zewnętrzny	nie dotyczy	NIE
dr inż. Krzysztof Grześkowiak	Instytut Technologii Materiałów	1.11.1996	TAK
dr inż. Arkadiusz Hulewicz	Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej	1.10.2001	TAK
prof. dr hab. inż. Jarosław Jakubowicz	Instytut Inżynierii Materiałowej	1.11.1997	TAK
dr inż. Michał Jakubowicz	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2013	TAK
mgr Łukasz Jeszke	Biblioteka Politechniki Poznańskiej	nie dotyczy	nie dotyczy

dr hab. inż. Hubert Jopek	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2013	TAK
dr inż. Anna Karwasz	Instytut Technologii Materiałów	15.03.2006	TAK
dr inż. Monika Knitter	Instytut Technologii Materiałów	1.10.2003	TAK
mgr inż. Arkadiusz Kroma	Instytut Technologii Materiałów	1.10.2017	TAK
dr inż. Dawid Kucharski	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2011	TAK
dr inż. Mateusz Kukla	Instytut Konstrukcji Maszyn	1.10.2014	TAK
prof. dr hab. inż. Michał Kulka	Instytut Inżynierii Materiałowej	15.07.1984	TAK
dr inż. Beata Kurc	Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej	1.12.2009	TAK
dr Krzysztof Łapsa	Instytut Badań Materiałowych i Inżynierii Kwantowej	1.10.1993	TAK
dr hab. inż. Piotr Mikołajczak	Instytut Technologii Materiałów	1.11.1997	TAK
prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki	Instytut Technologii Mechanicznej	1.09.1992	TAK
dr inż. Rafał Mostowski	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.03.1993	TAK
dr inż. Adam Myszkowski	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.1995	TAK
prof. dr hab. inż. Michał Nowak	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.11.1991	TAK
dr hab. inż. Piotr Paczos	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2003	TAK
dr hab. n. med. Elżbieta Paszyńska	Pracownik zewnętrzny	nie dotyczy	NIE
mgr inż. Adam Patalas	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2017	TAK
dr Jakub Pawlak	Instytut Zarządzania i Systemów Informacyjnych	1.10.2012	TAK
dr inż. Marcin Pelic	Instytut Technologii Mechanicznej	1.03.2012	TAK
dr n. med. Adam Pogorzała	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2020	TAK
dr hab. inż. Paweł Popielarski	Instytut Technologii Materiałów	6.01.1998	TAK
mgr Karolina Popławska	Biblioteka Politechniki Poznańskiej	nie dotyczy	nie dotyczy
dr inż. Wojciech Ptaszyński	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.1992	TAK
dr Małgorzata Rembiasz	Instytut Zarządzania i Systemów Informacyjnych	1.03.2000	TAK
dr hab. n. med. Piotr Rogala	Pracownik zewnętrzny	nie dotyczy	NIE
dr inż. Robert Roszak	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2006	TAK



dr inż. Dominik Rybarczyk	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2015	TAK
dr hab. inż. Michał Rychlik	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.02.2005	TAK
dr hab. inż. Piotr Siwak	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2010	TAK
mgr Joanna Skrobała	Centrum Języków Obcych i Komunikacji	1.10.2000	TAK
mgr Katarzyna Sobańska	Centrum Języków Obcych i Komunikacji	1.03.2014	TAK
prof. dr hab. Ewa Stachowska	Instytut Technologii Mechanicznej	1.03.1979	TAK
dr hab. inż. Witold Stankiewicz	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2006	TAK
dr hab. Tomasz Stręk	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.02.2001	TAK
dr hab. inż. Grażyna Sypniewska- Kamińska	Instytut Mechaniki Stosowanej	8.10.1990	TAK
dr Kamil Świątek	Instytut Matematyki	1.10.2014	TAK
dr hab. inż. Maciej Tabaszewski	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.1989	TAK
dr hab. inż. Rafał Talar	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.1996	TAK
dr inż. Maciej Tuliński	Instytut Inżynierii Materiałowej	1.12.2008	TAK
dr hab. inż. Paweł Twardowski	Instytut Technologii Mechanicznej	2.11.1990	TAK
dr hab. inż. Anita Uściłowska	Instytut Technologii Materiałów	1.10.1994	TAK
dr inż. Bartosz Wieczorek	Instytut Konstrukcji Maszyn	1.10.2015	TAK
prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.1989	TAK
dr hab. inż. Ewa Więcek-Janka	Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Jakości	1.09.1996	TAK
mgr Robert Witkowski	Centrum Sportu	1.10.1999	TAK
dr Małgorzata Wojsznis	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.11.1997	TAK
mgr inż. Magdalena Żukowska	Instytut Technologii Materiałów	1.10.2020	TAK

**2. Planowany przydział i wymiar zajęć dla nauczycieli akademickich oraz innych osób, proponowanych do prowadzenia zajęć:**

*Należy uwzględnić:*

- a) *liczby godzin zajęć przydzielonych nauczycielowi akademickiemu zatrudnionemu w uczelni jako podstawowym miejscu pracy,*
- b) *zajęć kształtujących umiejętności praktyczne w ramach studiów o profilu praktycznym lub zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w ramach studiów o profilu ogólnoakademickim,*
- c) *przewidywaną liczbę studentów.*

Tabela 6.2 Planowany przydział i wymiar zajęć dla nauczycieli akademickich oraz innych osób, proponowanych do prowadzenia zajęć

Imię i nazwisko prowadzącego	Liczba przydzielonych godzin zajęć na kierunku	Liczba godzin zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (dotyczy profilu praktycznego)	Liczba godzin zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową (dotyczy profilu ogólnoakademickiego)
dr hab. inż. Roman Barczewski	60	nie dotyczy	60
dr inż. Tomasz Bartkowiak	30	nie dotyczy	30
dr inż. Aneta Bartkowska	30	nie dotyczy	30
mgr inż. Martyna Białecka	15	nie dotyczy	15
dr hab. inż. Karol Buła	30	nie dotyczy	30
dr hab. inż. Jacek Buśkiewicz	75	nie dotyczy	75
dr hab. inż. Olaf Ciszak	15	nie dotyczy	15
dr hab. inż. Ewa Dostatni	60	nie dotyczy	60
dr hab. inż. Paweł Drapikowski	30	nie dotyczy	30
dr hab. inż. Magdalena Frańska	30	nie dotyczy	30
dr hab. inż. Andrzej Gessner	30	nie dotyczy	30
dr inż. Adam Górny	4	nie dotyczy	4
dr hab. inż. Filip Górski	75	nie dotyczy	75
dr inż. Jakub Grabski	105	nie dotyczy	105
dr hab. n. o zdr. Monika Grygorowicz	30	nie dotyczy	0
dr inż. Krzysztof Grześkowiak	15	nie dotyczy	15
dr inż. Arkadiusz Hulewicz	45	nie dotyczy	45
prof. dr hab. inż. Jarosław Jakubowicz	60	nie dotyczy	60
dr inż. Michał Jakubowicz	60	nie dotyczy	60
mgr Łukasz Jeszke	2	nie dotyczy	0
dr hab. inż. Hubert Jopek	15	nie dotyczy	15
dr inż. Anna Karwasz	45	nie dotyczy	45

dr inż. Monika Knitter	60	nie dotyczy	60
mgr inż. Arkadiusz Kroma	15	nie dotyczy	15
dr inż. Dawid Kucharski	90	nie dotyczy	90
dr inż. Mateusz Kukła	15	nie dotyczy	15
prof. dr hab. inż. Michał Kulka	60	nie dotyczy	60
dr inż. Beata Kurc	30	nie dotyczy	30
dr Krzysztof Łapsa	60	nie dotyczy	60
dr hab. inż. Piotr Mikołajczak	30	nie dotyczy	30
prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki	75	nie dotyczy	75
dr inż. Rafał Mostowski	45	nie dotyczy	45
dr inż. Adam Myszkowski	60	nie dotyczy	60
prof. dr hab. inż. Michał Nowak	90	nie dotyczy	90
dr hab. inż. Piotr Paczos	90	nie dotyczy	90
dr hab. n. med. Elżbieta Paszyńska	30	nie dotyczy	0
mgr inż. Adam Patalas	55	nie dotyczy	55
dr Jakub Pawlak	15	nie dotyczy	15
dr inż. Marcin Pelic	30	nie dotyczy	30
dr n. med. Adam Pogorzała	135	nie dotyczy	0
dr hab. inż. Paweł Popielarski	15	nie dotyczy	15
mgr Karolina Popławska	2	nie dotyczy	0
dr inż. Wojciech Ptaszyński	30	nie dotyczy	30
dr Małgorzata Rembiasz	30	nie dotyczy	30
dr hab. n. med. Piotr Rogala	40	nie dotyczy	0
dr inż. Robert Roszak	30	nie dotyczy	30
dr inż. Dominik Rybarczyk	60	nie dotyczy	60
dr hab. inż. Michał Rychlik	60	nie dotyczy	60
dr hab. inż. Piotr Siwak	15	nie dotyczy	15

mgr Joanna Skrobała	120	nie dotyczy	0
mgr Katarzyna Sobańska	120	nie dotyczy	0
prof. dr hab. Ewa Stachowska	90	nie dotyczy	90
dr hab. inż. Witold Stankiewicz	90	nie dotyczy	90
dr hab. Tomasz Stręk	75	nie dotyczy	75
dr hab. inż. Grażyna Sypniewska-Kamińska	60	nie dotyczy	60
dr Kamil Świątek	120	nie dotyczy	120
dr hab. inż. Maciej Tabaszewski	45	nie dotyczy	45
dr hab. inż. Rafał Talar	10	nie dotyczy	10
dr inż. Maciej Tuliński	30	nie dotyczy	30
dr hab. inż. Paweł Twardowski	30	nie dotyczy	30
dr hab. inż. Anita Uściłowska	60	nie dotyczy	60
dr inż. Bartosz Wieczorek	15	nie dotyczy	15
prof. dr hab. inż. Michał Wieczorowski	45	nie dotyczy	45
dr hab. inż. Ewa Więcek-Janka	30	nie dotyczy	30
mgr Robert Witkowski	60	nie dotyczy	0
dr Małgorzata Wojsznis	30	nie dotyczy	30
mgr inż. Magdalena Żukowska	45	nie dotyczy	45

### 3. Informacje na temat infrastruktury, w tym opis laboratoriów, pracowni, sprzętu i wyposażenia, niezbędnych do prowadzenia kształcenia.

Bazę dydaktyczno-naukową stanowią budynki i hale laboratoryjne wraz z ich wyposażeniem, znajdujące się na Kampusie Piotrowo. W ich skład wchodzi sale wykładowe, ćwiczeniowe i warsztatowe, pracownie laboratoryjne, infrastruktura sportowo-rekreacyjna oraz baza biblioteczna. Wydział Inżynierii Mechanicznej dysponuje dobrze wyposażonymi salami wykładowymi o ogólnej powierzchni ponad 6298 m<sup>2</sup>, które liczą łącznie ponad 2719 miejsc, w tym 17 dużymi salami o powierzchni od 100 do 150 m<sup>2</sup> oraz 5 salami o powierzchni powyżej 200 m<sup>2</sup>. Sale są wyposażone w sprzęt audiowizualny i multimedialny. We wszystkich salach zainstalowano sieć WiFi oraz gniazda udostępniające sieć komputerową. Bazę dydaktyczno-naukową Wydziału Inżynierii Mechanicznej stanowią zasoby jednostek organizacyjnych Wydziału, które są zaangażowane w proces kształcenia. Poniżej przedstawiono opis bazy laboratoryjnej.

Tabela 6.3 Opis bazy laboratoryjnej

Nazwa laboratorium/pracowni	Opis obejmujący wykaz sprzętu, oprogramowania i innego wyposażenia niezbędnego do kształcenia, a także tematykę realizowanych ćwiczeń
Laboratorium aparatury medycznej MC123	<ul style="list-style-type: none"> <li>- spirometr SpiroBank II,</li> <li>- aparat EKG FX-7202 Fukuda,</li> <li>- aparat USG z kolorowym Dopplerem Sonos 2000 HP,</li> <li>- aparat do laseroterapii biostymulacyjnej Polaris,</li> <li>- stanowisko badawcze do pomiarów ciśnienia tętniczego krwi,</li> <li>- ciśnieniomierz naramienny ProLogic,</li> <li>- ciśnieniomierz nadgarstkowy AEG,</li> <li>- ciśnieniomierz nadgarstkowy MBO OS Compact 400,</li> <li>- ciśnieniomierz zegarowy,</li> <li>- oscyloskop cyfrowy Rigol 1052E,</li> <li>- stanowisko badawcze do pomiarów właściwości układu krążenia i serca,</li> <li>- stanowisko badawcze do pomiarów właściwości mechanicznych układu oddechowego.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia laboratoryjne z aparatury medycznej.</p>
Laboratorium biomateriałów MC316	<p>10 stanowisk laboratoryjnych wyposażonych w:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mikroskopy optyczne umożliwiające obserwację zglądów metalograficznych w powiększeniu 100-800x,</li> <li>- kamery cyfrowe Levenhuk M500 do mikroskopów,</li> <li>- komputery z oprogramowaniem Levenhuk Lite.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu biomateriałów.</p>
Laboratorium biomechaniki MC431a	<ul style="list-style-type: none"> <li>- system analizy ruchu BTS Smart 6000 DX (6 kamer, stacja robocza + monitor, wzmacniacze platform + EMG, zbudowana ścieżka z krytymi platformami, zestaw pasywnych markerów),</li> <li>- dwie platformy dynamometryczne AMTI wbudowane w ścieżkę,</li> <li>- zestaw EMG do analizy aktywności mięśni – 8 kanałowy firmy Noraxon, z możliwością akwizycji bezprzewodowej sygnałów,</li> <li>- bieżnia sportowa.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu biomechaniki.</p>
Laboratorium chemii ogólnej i nieorganicznej 113A/111A CDWTCh	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-metry,</li> <li>- elektrody zespolone,</li> <li>- wagi laboratoryjne,</li> <li>- lodówka i suszarka laboratoryjna,</li> <li>- wirówki,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pompy próżniowe,</li> <li>- pompa perystaltyczna,</li> <li>- analizator woltamperometryczny sterowany komputerowo,</li> <li>- zestawy filtracyjne,</li> <li>- pipety automatyczne,</li> <li>- termometry oraz zestaw niezbędnego szkła laboratoryjnego,</li> <li>- zestawy do przygotowania wody demineralizowane,</li> <li>- nowoczesne dygestoria z możliwością ogrzewania mieszanin reakcyjnych palnikami gazowymi,</li> <li>- szafy wentylowane na odczynniki nieorganiczne i palne.</li> </ul> <p>Integralną częścią laboratorium jest pomieszczenie przygotowawcze.</p> <p>W laboratoriów odbywają się zajęcia laboratoryjne z chemii.</p>
<p>Laboratorium czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych MC005a</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- przyrząd BIMETR (2 szt.),</li> <li>- przetwornik indukcyjnościowy długości typu transformatorowego MDKa-C-3,</li> <li>- poziomy komparator Abbego,</li> <li>- przetwornik inkrementalny MT 1271 f-my Heidenhain,</li> <li>- licznik MD100N,</li> <li>- wzmacniacz pomiarowy - kondycjoner sygnału Termistor,</li> <li>- grzałka,</li> <li>- multimetr FLUKE 177,</li> <li>- termometr cyfrowy typ 305,</li> <li>- sonda pomiarowa termometru,</li> <li>- pneumatyczny przetwornik długości,</li> <li>- przetwornik pomiaru ciśnienia YCA530DN</li> <li>- zasilacz regulowany PS3003,</li> <li>- silnik napędu mimośrodowo sprzężony z przetwornikiem obrotowo-impulsowym,</li> <li>- moduł mikroBAR rejestracji ciśnienia f-my JOTA</li> <li>- wzmacniacz pomiarowy typ 2606 f - my Brüel &amp; Kjaer,</li> <li>- wzbudnik drgań z przetwornikiem kalibracyjnym typ 4290 Brüel &amp; Kjaer,</li> <li>- generator sygnału sinusoidalnego typ 1027 f - my Brüel &amp; Kjaer,</li> <li>- zestaw piezoelektrycznych przetworników drgań (przyspieszenia) KD35, KD22,</li> <li>- multimetr cyfrowy VOLCRAFT VC850,</li> <li>- multimetr analogowy V 640 f-my MERATRONIK,</li> <li>- oscyloskop GWINSTEK GS-1022,</li> <li>- zespół generatorów sygnałów harmonicznnych, multimetr cyfrowy IEC 1010-1,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- moduł TZP-10 generujący sygnał do analizy (część składowa zestawu WO 4),</li> <li>- oscyloskop GWINSTEK GDS 2072A,</li> <li>- zestaw filtrów aktywnych typu SM,</li> <li>- częstotściomierz C560,</li> <li>- generator GWINSTEK AFG-2225,</li> <li>- stanowisko do badania przełączników indukcyjnych i pojemnościowych (zakres przemieszczenia stolika 0 – 15 mm),</li> <li>- stanowisko do badania przełączników optoelektronicznych (zakres przemieszczenia stolika 0 – 600 mm),</li> <li>- stanowisko do wyznaczania charakterystyki dynamicznej przełącznika optoelektronicznego oraz prądnicy tachometrycznej,</li> <li>- przełączniki zbliżeniowe indukcyjne (np. PR08 f-my Autonics), pojemnościowe (np. CR18 f-my Autonics), optoelektroniczne f-my FESTO</li> <li>- tensometryczny przetwornik siły,</li> <li>- układ elektroniczny współpracujący z przetwornikiem (wzmacniacz pomiarowy).</li> <li>- woltomierz V530,</li> <li>- moduł realizujący procedurę wzorcowania,</li> <li>- multimetr cyfrowy GEWINSTEK GDM-8341 spełniający rolę wskaźnika urządzenia pomiarowego (wagi),</li> <li>- zasilacz regulowany APS 3003S.</li> <li>- potencjometr precyzyjny,</li> <li>- zestaw odważników pełniących rolę wzorców masy</li> <li>- manometr wzorcowy klasy 0,15 (elektroniczny lub z rurką Bourdona),</li> <li>- układ elektroniczny (12-bitowy przetwornik analogowo – cyfrowy A/C) z wyświetlaczem,</li> <li>- współpracujący z przetwornikiem ciśnienia umieszczonym się w komorze,</li> <li>- termometr elektroniczny TES 1312A,</li> <li>- zadajnik ciśnienia wzorcowego IR 2000 f-my SMC,</li> <li>- komora termostatyczna z regulatorem</li> <li>- zestaw komputerów PC do analizy danych pomiarowych – 7 szt.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych.</p>
<p>Laboratorium elektronicznych układów pomiarowych i wykonawczych E516x/E520</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oscyloskop cyfrowy Rigol DS1054Z (12 szt.),</li> <li>- generator Rigol DG1022Z (12 szt.),</li> <li>- multimetr Rigol DM3058 (12 szt.),</li> <li>- sterownik PLC Siemens S7-1200 z panelem dotykowym HMI (12 szt.),</li> <li>- zasilacz cyfrowy Rigol DP832A (12 szt.),</li> <li>- zasilacz cyfrowy GW INSTEK GPP2323 (12 szt.),</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- multimetr UNI-T UT51 (12 szt.),</li> <li>- multimetr UNI-T UT890C (12 szt.),</li> <li>- komputer klasy PC (12 szt.),</li> <li>- autorskie zestawy dydaktyczne.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu elektronicznych układów pomiarowych i wykonawczych.</p>
Laboratorium elektrotechniki H20/S	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stanowisko do badania symulacyjnego prostych obwodów prądu stałego - napięć, prądów i mocy w obwodach DC,</li> <li>- stanowisko do badania symulacyjnego reaktancji i susceptancji elementów biernych, prądów, napięć, mocy i kąta fazowego w obwodach prądu przemiennego,</li> <li>- stanowisko do badania prądów, napięć i rezystancji metodą techniczną i z użyciem mostków pomiarowych obwodów prądu stałego,</li> <li>- stanowisko do badania prądów, napięć, reaktancji oraz susceptancji i kąta fazowego dla różnych wymuszeń z użyciem multimetrów, generatora programowalnego i oscyloskopu w obwodach prądu przemiennego,</li> <li>- stanowisko do badania zjawiska rezonansu prądów i rezonansu napięć w obwodach prądu przemiennego z użyciem dekad rezystancyjnej, pojemnościowej i indukcyjnej, generatora programowalnego, wzmacniacza mocy, multimetrów i oscyloskopu,</li> <li>- stanowisko do wyznaczania charakterystyki prądowo-napięciowej różnych konfiguracji zasilacza transformatorowego z użyciem multimetrów, oscyloskopu i opornicy suwakowej,</li> <li>- stanowisko do wyznaczania charakterystyki przejściowej podstawowych regulatorów mocy w obwodach prądu przemiennego (regulator grupowy i regulator fazowy) i obwodach prądu stałego (PWM) z użyciem oscyloskopu,</li> <li>- stanowisko do badania wpływu pojemności kondensatora rozruchowego na pracę silnika asynchronicznego w obwodach jednofazowych z użyciem oscyloskopu i miernika parametrów sieci.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z elektrotechniki.</p>
Laboratorium fizyczne BM217, BM217A, BM221	<p>W laboratorium fizycznym (I Pracownia Fizyczna) znajduje się łącznie 48 zestawów ćwiczeniowych z czego 24 zestawy wykorzystuje się na studiach pierwszego stopnia. Ćwiczenia obejmują tematycznie takie działy fizyki jak: mechanika, ruch drgający, ruch falowy, ciepło, elektromagnetyzm, optyka, fizyka współczesna. Przykładowe zestawy ćwiczeniowe:</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zestaw do badania widm optycznych (spektrometr RedTide - Ocean Optics, komputer, lampy spektralne itd.),</li> <li>- zestaw do badania światła spolaryzowanego (polarymetr P1000 - Kruss),</li> <li>- zestaw do badania zjawiska dyfrakcji (stolik spektrometryczny - Kruss, siatki dyfrakcyjne, lampa spektralna),</li> <li>- zestaw do badania transformatora (transformator - 3B Scientific, zasilacz prądu przemiennego, multimetry itd.),</li> <li>- zestaw do wyznaczania pojemności kondensatorów (oscyloskop komputerowy - Hantek, komputer, kondensatory, rezystory itd.) ,</li> <li>- zestaw do wyznaczania stałej Plancka (fotokomórka próżniowa - Leybold, zasilacz, multimetry, filtry optyczne itd.),</li> <li>- zestaw badania pętli histerezy ferromagnetyków (pierścień ferromagnetyczny z uzwojeniem, zasilacz prądu stałego, multimetr),</li> <li>- zestaw do badania momentu bezwładności brył sztywnych - 3B Scientific,</li> <li>- zestaw do badania prędkości rozchodzenia się fal akustycznych (oscyloskop, generator akustyczny, miernik częstotliwości itd.),</li> <li>- zestaw do badania lepkości cieczy w funkcji temperatury (wiskozymetr Hopplera, ultratermostat - Medingen).</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia laboratoryjne z fizyki.</p>
Laboratorium inżynierii wirtualnej MC412	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maszyny Rapid Prototyping pracujące w technologiach SLA (V-Flash, XYZprinting NOBEL), FDM (BFB, XYZprinting daVinci Pro) i LOM (SOLIDO) i inne,</li> <li>- skaner trójwymiarowy stykowy MicroScribe 3D,</li> <li>- skanery bezstykowe: ScanBright, Creaform i Roland,</li> <li>- zestawy do budowy mini-robotów Mindstorms,</li> <li>- robot LynxArm oraz robot Hexapod.</li> <li>- oprogramowanie: 3D Doctor, Rapid Prototyping AXON, Visual Reality, BASICstamp.</li> <li>- zestawy Arduino.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu inżynierii wirtualnej oraz skanowania przestrzennego (inżynierii odwrotnej).</p>
Laboratorium komputerowe BM106	<p>W laboratorium znajduje się 17 komputerów stacjonarnych. Model systemu – DELL Precision T1600, procesor – Intel Core(TM) i3-2120, zainstalowana pamięć fizyczna - 4,00 GB, karta graficzna - Quadro P400 2,0 GB, dysk twardy – HDD Seagate ST3250312AS 250 GB. Na</p>

	<p>komputerach zainstalowano następujące oprogramowanie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- System Windows 7 32 bit - Dassault CATIA V5 R20 SP5,</li> <li>- MiniTab 17,</li> <li>- Statistica 13,</li> <li>- Comarch ERP XL 2015.0,</li> <li>- XYZWAre Pro,</li> <li>- XYZWare,</li> <li>- FlexSim 2017,</li> <li>- FlexSim 2020,</li> <li>- GOM Inspect V7 SR2,</li> <li>- Microsoft Access 2016,</li> <li>- Edgecam 2014 R1,</li> <li>- EON Reality 8.8.0.7949,</li> <li>- DBDesigner 4,</li> <li>- Microsoft Project 2010,</li> <li>- Microsoft Visual Basic 2010 Express,</li> <li>- SmarTeam,</li> <li>- Plant Simulation 11,</li> <li>- bs4,</li> <li>- IFS 2003,</li> <li>- Sphinx 4.0,</li> <li>- Rockwell Software Arena 11,</li> <li>- System Windows 7 64 bit,</li> <li>- Autodesk AutoCAD 2020,</li> <li>- Autodesk Inventor Professional 2020,</li> <li>- Dassault Systemes Cloud 3DEXPERIENCE R2019x,</li> <li>- Unity 2017.3.1f1,</li> <li>- Microsoft Visual Studio 2017 Axure RP 9.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu technologii informacyjnych, informatyki oraz systemów CAD.</p>
Laboratorium komputerowe MC416	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 16 stacji roboczych z zainstalowanym oprogramowaniem do modelowania CAD i obliczeń inżynierskich, takie jak: CATIA V5, SolidWorks, SolidCAM, Hyperworks, NX, FEMAP, Geomagic, RhinoCeros i Octave. Wykorzystanie wirtualnych maszyn VMWARE pozwala na realizowanie zadań obliczeniowych, programistycznych oraz analizy i wizualizacji danych.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu inżynierii wirtualnej.</p>
Laboratorium komputerowe MC431b	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 18 stanowisk komputerowych wyposażonych m.in. w następujące oprogramowanie: SolidWorks, Microsoft Visual Studio, Mathematica, Derive, Comsol Multiphysics</li> </ul>

	<p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu modelowania i symulacji w inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium komputerowe MC432	<p>- 16 stanowisk komputerowych wyposażonych m.in. w następujące oprogramowanie: Ansys, SolidWorks, Microsoft Visual Studio, Matlab</p> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu komputerowej analizy danych medycznych, modelowania i symulacji w inżynierii biomedycznej, metod sztucznej inteligencji w medycynie.</p>
Laboratorium korozji i ochrony przed korozją MC333, MC326	<p>- digestorium,  - piec komorowy Nabertherm,  - waga analityczna Radwag,  - komora korozyjna Gamry,  - zlewki, pipety, cylindry miarowe,  - potencjostat Solartron 1285,  - odczynniki i materiały,  - stanowisko komputerowe z oprogramowaniem CorrView.</p> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu biomateriałów, korozji i ochrony przed korozją.</p>
Laboratorium metrologii MC134	<p>- suwmiarki (analogowe, cyfrowe) 0-150mm 0-400 mm f-my VIS, Mitutoyo, Mahr,  - mikrometry (analogowe, cyfrowe) 0-25, 25-50, 50-75, 75-100, 100-125, 125-150 f-my VIS, Mitutoyo, Mahr, Futuro,  - transametry 0-25, 25-50, 50-75 f-my VIS,  - średnicówka dwupunktowa 18-35 mm f-my Mitutoyo,  - średnicówka trójpunktowa 50-70 Absolute Borematic mm f-my Mitutoyo,  - średnicówka trójpunktowa 25-40 mm f-my Sylvac,  - komplet płytek wzorcowych,  - komplet płytek interferencyjnych f-my Insize,  - wysokościomierz cyfrowy LH-600E f-my Mitutoyo,  - wysokościomierz cyfrowy f-my Trimos,  - wysokościomierz cyfrowy 0-300 f-my Futuro,  - mikrometr specjalny do gwintów 0-25, 25,50 mm, f-my Tesa,  - suwmiarki modułowe do pomiaru grubości zęba koła zębatego (analogowa i cyfrowa),  - czujniki cyfrowe f-my Mitutoyo, Tesa, Sylvac,  - projektor pomiarowy MP 320,  - mikroskop warsztatowy z procesorem danych QM-DATA200 f-my Mitutoyo.</p> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z podstaw metrologii.</p>

Laboratorium obróbki plastycznej H21	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uniwersalne prasy mechaniczne i hydrauliczne,</li> <li>- prasa śrubowa do procesów kucia matrycowego,</li> <li>- prasa kolanowa do badania połączeń przetłoczonych blach,</li> <li>- stanowisko do wywijania obrzeży otworów metodą tarciovą,</li> <li>- linia do automatyzacji i badań procesów tłoczenia,</li> <li>- walcarki do badań modelowych procesów walcowania wzdłużnego i poprzecznego,</li> <li>- walcarka do gwintów,</li> <li>- nożyce gilotynowe i krążkowe,</li> <li>- prasa krawędziowa,</li> <li>- urządzenia do badań tłoczności,</li> <li>- twardościomierze,</li> <li>- mikroskopy,</li> <li>- profilometry.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z obróbki plastycznej.</p>
Laboratorium obróbki skrawaniem H20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- profilografometr T8000 firmy Hommelwerke,</li> <li>- mikroskop stereoskopowy Stereo Discovery V.20 z kamerą AxioCam MRc firmy Zeiss oraz systemem analizy obrazów AxioVision,</li> <li>- systemy narzędziowe: ABS, Capto, Graflex, KM, BTS, Varilock, MHD, CKB. narzędzia i uchwyty z tłumikami drgań – Silent tools, MajorDream,</li> <li>- profilografometry przenośne T500, W5 oraz T1000 firmy Hommelwerke,</li> <li>- elektrodrażarka Agie Charmilles Cabinet SP1U,</li> <li>- stanowisko z aparaturą i programami komputerowymi do badań dynamiki procesu skrawania (siły, EA, drgania),</li> <li>- laser molekularny CO2 firmy Trumpf o mocy 2600 W,</li> <li>- tokarka uniwersalna TUM35D1 z optycznym układem przesylu wiązki lasera,</li> <li>- laser diodowy TruDiode 3006 firmy Trumpf,</li> <li>- manipulator KUKA KR 162,</li> <li>- tokarka sterowana numerycznie DMG/Mori Seiki CTX 310 ecoline,</li> <li>- centrum frezarskie szybkoobrotowe DMC 70V,</li> <li>- tokarki uniwersalne: TUM 25b, TUR 560,</li> <li>- frezarki narzędziowe: FNC25, FND32F,</li> <li>- stanowisko do pomiaru geometrii narzędzi skrawających oraz ustawiania narzędzi poza obrabiarką Smille f-my Zoller i EG400,</li> <li>- siłomierze tensometryczne i piezoelektryczne do pomiaru sił podczas toczenia, wiercenia i frezowania wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem,</li> </ul>

	<p>- laserowy system pomiaru przemieszczeń – laserowy sensor opto NCDT 1700 ILD f-my Micro Epsilon, konwerter i wzmacniacz sygnału f-my Wo-bit,</p> <p>- stanowisko do pomiaru sztywności, drgań własnych i tłumienia drgań narzędzi skrawających – siłomierz tensometryczny K1505 f-my Megatron, młotek modalny f-my Brüel&amp;Kjaer, wzmacniacz Endevco,</p> <p>- termometry bezkontaktowe do zdalnego pomiaru temperatury firmy Thermalert (- 200°C÷3000°C) wraz z odpowiednim oprogramowaniem.</p> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z obróbki skrawaniem.</p>
Laboratorium odlewnictwa A15	<p>- piece do topienia metali (piec oporowy Nabertherm K4/13 - 2 szt., piec oporowy Nabertherm K1/10, piec indukcyjny do topienia żeliwa, stopów miedzi i aluminium Elkon PI 50, jubilerski piec indukcyjny do topienia metali i zalewania form z użyciem siły odśrodkowej F.IliGiacetti, piec indukcyjny Linn High Therm GmbH do topienia stopów żelaza i wykonywania próbek do badania składu chemicznego),</p> <p>- piece komorowe (piec Nabertherm HTC 08/16 – max. 1600 °C, piec F.IliGiacetti – ok. 900 °C, piec Nabertherm N150 WAX – max. 850 °C),</p> <p>- suszarka Binder Classic.Line FD,</p> <p>- stanowiska wykonywania form piaskowych</p> <p>- stanowiska do przygotowania i badania mas formierskich (suszarka laboratoryjna promiennikowa trójstanowiskowa, laboratoryjna mieszarka krążnikowa do przygotowania mas formierskich, ubijak laboratoryjny LUA-2e Multiserw-Morek, mieszarka dynamiczna laboratoryjna MDM-06, urządzenie do badania wytrzymałości mas formierskich LRu-2e Multiserw-Morek, urządzenie do badania przepuszczalności mas formierskich LPiR-3e Multiserw-Morek, mieszadło do odmywania lepiszcza LSz-2, wagosuszarka RADWAG WPS, wstrząsarka laboratoryjna LPzE-2e – do przesiewania materiału sypkiego – piasków),</p> <p>- uniwersalna maszyna do wykonywania próbek testowych i małych rdzeni w technologii Hot-Box, Cold-Box, Anorganik, CO-2 Multiserw-Morek,</p> <p>- stanowisko odlewania kokilowego (kokila + kokilarka + stacja pomiarowa do rejestracji temperatury Euroterm, pirometr optyczny ST-8839),</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stanowisko do wykonywania modeli woskowych (m.in. prasa wulkanizacyjna do wykonywania matryc, wtryskarka do wosków, lutownica),</li> <li>- stanowisko do wykonywania form skorupowych,</li> <li>- stanowisko do próżniowego wypełniania form,</li> <li>- miernik temperatury TES 1307 K/J + termopary,</li> <li>- waga analityczna RADWAG WTB 2000,</li> <li>- waga analityczna RADWAG WPS 510/C/1,</li> <li>- stanowiska do przygotowania zglądów metalograficznych (automatyczna szlifierko-polerka Presi Mecatech 250, przecinarka Presi Mecatome T255/300),</li> <li>- stanowisko do analizy obrazu (mikroskop Nikon OPTIPHOT 100 + wyposażenie)</li> <li>- stanowisko do analizy obrazu (mikroskop optyczny firmy NIKON model Eclips MA200 ze zmotoryzowanym stolikiem w trzech osiach oraz systemu NIS do analizy obrazu),</li> <li>- stanowisko do pomiaru chropowatości powierzchni,</li> <li>- iskrowy spektrometr emisyjny Bruker Q2 ION,</li> <li>- mikroskop Motic SMZ-168,</li> <li>- przecinarka Mecatome TZ55/300 z tarczą diamentową,</li> <li>- stanowisko do oczyszczania odlewów (polerka wibracyjna Avalon W-8),</li> <li>- drukarki 3D (drukarka 3D Liquid Crystal- metoda SLA, drukarka 3D Zortrax M200 – metoda FDM).</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu odlewnictwa.</p>
Laboratorium optomechaniki MC214	<ul style="list-style-type: none"> <li>- układ do interferometrycznego pomiaru topografii powierzchni (konstrukcja własna do protetyki).</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia dotyczące zastosowań laserów w medycynie i inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium optroniki MC212	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cyfrowy mikroskop holograficzny T1000 Lyncee Tec.</li> <li>- wibrometr laserowy VibroMap 1000 Optonor.</li> <li>- interferometr Macha-Zehndera (konstrukcja własna).</li> <li>- shearograf Dantec Q800 DIC - optyczny, trójwymiarowy i bezdotykowy system do pomiaru odkształceń i przemieszczeń w czasie rzeczywistym.</li> <li>- urządzenie do laserowej stymulacji cieśni nadgarstka (konstrukcja własna).</li> <li>- układ shearograficzny (konstrukcja własna).</li> </ul>

	<p>W laboratorium odbywają się zajęcia dotyczące zastosowań laserów w medycynie i inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium przetwórstwa tworzyw sztucznych MC009	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyłaczarka dwuślimakowa współbieżna Zamak 16/40 EHD,</li> <li>- wyłaczarki jednoślimakowe: Metalchem T32, Metalchem W25</li> <li>- linia do wytłaczania rur Ø32 Remiplast</li> <li>- mieszalnik periodyczny Brabender</li> <li>- wtryskarka hydrauliczna Engel ES 80/20 HLS</li> <li>- wtryskarka elektryczna Engel e-mac 170/50</li> <li>- wtryskarka hydrauliczna Arburg 221-55-250</li> <li>- laboratoryjna pneumatyczna wtryskarka tłokowa Birmingham</li> <li>- laboratoryjna prasa hydrauliczna Remiplast</li> <li>- wrzecionowa maszyna do odlewania rotacyjnego</li> <li>- stanowisko do odlewania rotacyjnego tworzyw chemoutwardzalnych</li> <li>- zgrzewarka wysokiej częstotliwości Zemat ZD 2 N</li> <li>- walcarka do wytwarzania mieszanek gumowych Blere 51/64</li> <li>- termoformierka CR Clarke 725FLB</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu przetwórstwa tworzyw sztucznych, biomateriałów polimerowych i kompozytowych, materiałów medycznych oraz metod ich użycia.</p>
Laboratorium rentgenografii strukturalnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dyfraktometr rentgenowski PANalytical Empyrean wraz z komputerem i oprogramowaniem do analizy fazowej - HighScore Plus</li> <li>- komora rękawicowa Labmaster 130</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z rentgenografii.</p>
Laboratorium robotyki H20R	<ul style="list-style-type: none"> <li>- robot przemysłowy firmy ABB IRB140,</li> <li>- magazyn z chwytakami,</li> <li>- oprogramowanie RobotStudio.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia laboratoryjne z robotyki.</p>
Laboratorium sterowników mikroprocesorowych MC217	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15 stanowisk komputerowych z oprogramowaniem Spyder oraz interpreterem Python,</li> <li>- 7 zestawów komputerów jednociekowych Raspberry Pi z modułami SensHat wyposażonymi w różnego typu czujniki (m. in. akcelerometr, żyroskop) oraz diodami LED RGB.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu sterowników mikroprocesorowych.</p>

Laboratorium szybkiego wytwarzania BM120	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drukarki 3D pro: Stratasys, Zortrax, MakerBot, Raise 3D, VShaper,</li> <li>- drukarki 3D low/medium: XYZ Printing, Creality, Anet, Prusa, FlashForge,</li> <li>- drukarki 3D w technologii SLA, DLP, 3DP,</li> <li>- Vacuum Casting – komora próżniowa MCP HEK,</li> <li>- maszyna wytrzymałościowa SunPoc Universal Testing Machine,</li> <li>- skaner 3D GOM ATOS I,</li> <li>- kamera termowizyjna.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu technik przyrostowych w medycynie i inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium technik obrazowania medycznego A8B-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- USG Honda HS-2000,</li> <li>- USG ECHOSON TRS,</li> <li>- skaner optyczny David 3D,</li> <li>- skaner optyczny EinScan Pro+,</li> <li>- fantomy do badań obrazowania USG (przygotowywane przed zajęciami),</li> <li>- fantomy korpusu człowieka.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z technik obrazowania medycznego.</p>
Laboratorium wirtualnego projektowania BM108	<ul style="list-style-type: none"> <li>- helmy VR: HTC Vive, Vive Pro, Oculus Rift, Oculus Quest, Samsung Odyssey HMD,</li> <li>- systemy śledzenia: Steam VR 2.0, Kinect, Intel RealSense, Personal Space Tracker, HTC Vive Tracker,</li> <li>- urządzenia rozpoznawania gestów: Valve Index, Noitom Hi5 Glove, 5DT DataGlove 14,</li> <li>- urządzenia Augmented i Mixed Reality: HoloLens, Epson Moverio, Vuzix M300,</li> <li>- oprogramowanie: Unity 3D Pro, Unreal Engine, 3D Studio MAX,</li> <li>- skaner optyczny David SLS-3 (zabudowany w stanowisku do automatycznego skanowania kończyn),</li> <li>- skaner optyczny EinScan Pro.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu wirtualnej, rozszerzonej oraz mieszanej rzeczywistości i ich zastosowań w inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium wytrzymałości materiałów MC019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- twardościomierz Vickersa / Knoopa: Innovatest Falcon 507,</li> <li>- twardościomierz Brinella: Innovatest Nexus 3000,</li> <li>- uniwersalna maszyna wytrzymałościowa: Zwick Z100,</li> <li>- uniwersalna maszyna wytrzymałościowa: EU 100,</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pulsator hydrauliczny: MTS 810,</li> <li>- wielokanałowy wzmacniacz pomiarowy: HBM MGC+.</li> </ul> <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu wytrzymałości materiałów.</p>
Pracownia anatomii MC426	<p>Modele anatomiczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- szkielet, szkielet elastyczny,</li> <li>- mięśnie ręki, mięśnie nogi,</li> <li>- czaszka z mięśniami twarzy, czaszka z przyczepami mięśni, głowa z układem mięśniowym i nerwowym,</li> <li>- oko na kostnym podłożu oczodołu,</li> <li>- standardowy model ucha,</li> <li>- mózg neuroanatomiczny,</li> <li>- rdzeń kręgowy,</li> <li>- szkielet ręki z więzadłami, szkielet ręki z więzadłami i mięśniami,</li> <li>- szkielet stopy z więzadłami i mięśniami,</li> <li>- model ręki,</li> <li>- staw ramieniowy ze stożkiem rotatorów,</li> <li>- model stawu biodrowego,</li> <li>- model stawu kolanowego,</li> <li>- model stawu łokciowego,</li> <li>- serca naturalnych wymiarów.</li> </ul> <p>Wyposażenie pracowni używane jest na zajęciach z zakresu anatomii, biomechaniki ortopedycznej i sprzętu rehabilitacyjnego.</p>

**4. Informacje na temat zapewnienia możliwości korzystania z zasobów bibliotecznych oraz z elektronicznych zasobów wiedzy, w szczególności z Wirtualnej Biblioteki Nauki i Cyfrowej Wypożyczalni Publikacji Naukowych Academica.**

Informacje na temat zapewnienia możliwości korzystania z zasobów bibliotecznych oraz z elektronicznych zasobów wiedzy zawarto w załączniku VI.4.

**VII. Przewidywany harmonogram realizacji programu studiów w poszczególnych semestrach i latach cyklu kształcenia.**

*Tabela 7.1 Harmonogram realizacji programu studiów stacjonarnych (zastosowane oznaczenia: O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS, E – egzamin)*

L.p	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS	E
		O	W	C	L	P		
<b>SEMESTR I</b>								
1	BHP	4	4	-	-	-	0	-
2	Usługi biblioteczne i informacyjne	2	-	2	-	-	0	-
3	Wychowanie fizyczne	30	-	30	-	-	0	-

4	Matematyka	75	45	30	-	-	6	X
5	Fizyka	60	30	15	15	-	5	X
6	Chemia	60	30	15	15	-	5	-
7	Technologie informacyjne i informatyka	60	30	-	30	-	4	-
8	Podstawy nauki o materiałach	60	30	30	-	-	5	X
9	Grafika inżynierska	45	15	15	-	15	3	-
10	Bioetyka	15	15	-	-	-	1	-
11	Podstawy inżynierii biomedycznej	15	15	-	-	-	1	-
<i>Razem w semestrze I:</i>		<b>426</b>	214	137	60	15	<b>30</b>	<b>3</b>
<b>SEMESTR II</b>								
12	Wychowanie fizyczne	30	-	30	-	-	0	-
13	Język obcy	60	-	60	-	-	5	-
13A	Język angielski							
13B	Język niemiecki							
14	Matematyka	45	30	15	-	-	4	X
15	Anatomia i propedeutyka nauk medycznych	75	45	30	-	-	5	-
16	Mechanika	60	30	15	15	-	4	X
17	Języki programowania	45	15	-	30	-	4	X
18	Systemy CAD	45	-	-	45	-	4	-
19	Elektrotechnika	30	15	-	15	-	2	-
20	Podstawy obróbki cieplnej	30	15	-	15	-	2	-
<i>Razem w semestrze II:</i>		<b>420</b>	150	150	120	0	<b>30</b>	<b>3</b>
<b>SEMESTR III</b>								
21	Język obcy	60	-	60	-	-	5	X
21A	Język angielski							
21B	Język niemiecki							
22	Elektronika i podstawy automatyki	60	30	-	30	-	4	X
23	Biomateriały i ochrona przed korozją	60	30	-	30	-	4	X
24	Odlewnictwo i obróbka plastyczna	60	30	-	30	-	4	-
25	Podstawy bioinżynierii medycznej	45	30	-	-	15	4	-
26	Wytrzymałość materiałów	45	30	15	-	-	3	-
27	Podstawy metod sztucznej inteligencji	45	15	-	30	-	3	-
28	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	30	15	-	15	-	2	-
29	Metalurgia	15	15	-	-	-	1	-
<i>Razem w semestrze III:</i>		<b>420</b>	195	75	135	15	<b>30</b>	<b>3</b>
<b>SEMESTR IV</b>								
30	Wytrzymałość materiałów	45	30	-	15	-	3	X
31	Biofizyka	45	30	15	-	-	4	X
32	Techniki przyrostowe i wirtualna rzeczywistość w medycynie	60	15	-	30	15	4	X
33	Analiza MES w zagadnieniach biomedycznych	45	15	-	30	-	3	-
34	Podstawy metrologii	30	15	-	15	-	2	-
35	Biomechanika inżynierska	30	15	-	15	-	2	-
36	Fizjologia z kinezylogią	30	15	-	-	15	2	-
37	Obróbka skrawaniem	30	15	-	15	-	2	-
38	Rentgenografia	30	15	-	15	-	2	-
39	Grafika komputerowa	30	15	-	15	-	2	-
40	Ergonomia w medycynie	30	15	-	-	15	2	-

41	Przedmiot obieralny 1	30	15	-	15	-	2	-
41A	Kliniczne zastosowania materiałów i ergonomia w stomatologii							
41B	Materiały i implanty stomatologiczne							
<i>Razem w semestrze IV:</i>		<b>435</b>	210	15	165	45	<b>30</b>	<b>3</b>
<b>SEMESTR V</b>								
42	Podstawy konstrukcji maszyn	60	30	15	-	15	4	X
43	Biomechanika ortopedyczna i sprzęt rehabilitacyjny	60	30	15	-	15	4	X
44	Aparatura medyczna	45	15	-	15	15	4	X
45	Sterowniki mikroprocesorowe	45	15	-	15	15	4	-
46	Przedmiot obieralny 2	45	15	-	30	-	4	-
46A	Wirtualne modelowanie i symulacje z podstawami CFD							
46B	Zaawansowane modelowanie 3D i podstawy inżynierii odwrotnej							
47	Przedmiot obieralny 3	30	15	-	15	-	2	-
47A	Modelowanie i symulacja zagadnień biomedycznych							
47B	Wpływ drgań i hałasu na organizm ludzki							
48	Instrumentarium chirurgiczne i zastosowania operacyjne	30	15	15	-	-	2	-
49	Implanty i sztuczne narządy	30	15	-	-	15	2	-
50	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów	30	15	-	15	-	2	-
51	Napędy urządzeń medycznych i rehabilitacyjnych	30	15	-	-	15	2	-
<i>Razem w semestrze V:</i>		<b>405</b>	180	45	90	90	<b>30</b>	<b>3</b>
<b>SEMESTR VI</b>								
52	Umiejętności informacyjne	2	-	-	-	2	0	-
53	Praktyka	0	-	-	-	-	5	-
54	Praca przejściowa	45	-	-	-	45	4	-
55	Elektroniczne układy pomiarowe i wykonawcze	45	15	-	15	15	3	X
56	Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych	30	15	-	15	-	2	X
57	Techniki obrazowania medycznego	30	15	-	15	-	2	-
58	Przedmiot obieralny 4	30	15	-	15	-	2	-
58A	Elektronika w urządzeniach medycznych							
58B	Optronika w medycynie							
59	Przedmiot obieralny 5	30	15	-	15	-	2	-
59A	Analiza modalna i uczenie maszynowe							
59B	Automatyzacja zadań w środowisku wirtualnym							
59C	Modelowanie wzrostu i ewolucji tkanek							
60	Przedmiot obieralny 6	30	15	-	15	-	2	-
60A	Biomimetyka w projektowaniu							
60B	Projektowanie i symulacja współczesnych materiałów							
60C	Wizualizacja i przetwarzanie danych medycznych							
61	Przedmiot obieralny 7	30	15	-	-	15	2	-
61A	Materiały medyczne i ich utylizacja							
61B	Materiały polimerowe w zastosowaniach medycznych							
62	Przedmiot obieralny 8	30	15	-	-	15	2	-
62A	Konstrukcja sprzętu rekreacyjnego i do treningu siłowego							
62B	Projektowanie zespołów urządzeń medycznych							

62C	Zużywanie protez							
63	Przedmiot obieralny 9	30	15	-	-	15	2	-
63A	Projektowanie zorientowane na człowieka							
63B	Projektowanie zorientowane na osoby niepełnosprawne ruchowo							
64	Trendy rozwojowe inżynierii biomedycznej	15	15	-	-	-	1	-
65	Seminarium przeddyplomowe	15	-	-	-	15	1	-
<i>Razem w semestrze VI:</i>		<b>362</b>	150	-	90	122	<b>30</b>	<b>2</b>
<b>SEMESTR VII</b>								
66	Ochrona własności intelektualnej	15	15	-	-	-	1	-
67	Seminarium dyplomowe	45	-	-	-	45	4	-
68	Przygotowanie pracy dyplomowej	60	-	-	-	60	13	-
69	Robotyka	30	15	-	15	-	2	-
70	Komputerowa analiza danych medycznych	30	15	-	15	-	2	-
71	Przedmiot obieralny 10	30	15	-	15	-	2	-
71A	Zagadnienia termiczne w inżynierii biomedycznej							
71B	Podstawy biometrii							
72	Przedmiot obieralny 11	30	15	-	15	-	2	-
72A	Projektowanie urządzeń sterowanych cyfrowo							
72B	Optymalizacja strukturalna							
73	Przedmiot obieralny 12 (humanistyczny / społeczny)	30	30	-	-	-	2	-
73A	Etyka zawodowa							
73B	Komunikacja interpersonalna							
74	Przedmiot obieralny 13 (humanistyczny / społeczny)	30	30	-	-	-	2	-
74A	Ekonomia z elementami rachunkowości							
74B	Zasady gospodarki rynkowej i organizacji							
<i>Razem w semestrze VII:</i>		<b>300</b>	135	0	60	105	<b>30</b>	<b>0</b>
<b>Razem:</b>		<b>2768</b>	1234	422	720	392	<b>210</b>	<b>17</b>

### **VIII. Wykaz załączników niezbędnych przy tworzeniu kierunku studiów**

- Karty opisu przedmiotów (karty ECTS)** – komplet kart w języku polskim i angielskim.  
Komplet kart opisów przedmiotów w języku polskim i angielskim zawarto w załączniku VIII.1.
- Kopia opinii odpowiedniej Rady Wydziału.**  
Kopię opinii Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej zawarto w załączniku VIII.2.
- Kopia opinii samorządu studenckiego** dotycząca programu studiów.  
Kopię opinii Wydziałowej Rady Samorządu Studenckiego Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej zawarto w załączniku VIII.3.
- Kopia deklaracji nauczycieli akademickich** o terminie zatrudnienia w uczelni i wymiarze czasu pracy, ze wskazaniem, czy uczelnia będzie stanowić podstawowe miejsce pracy, a w przypadku innych osób proponowanych do prowadzenia zajęć – o terminie rozpoczęcia prowadzenia zajęć.  
Deklaracje nauczycieli akademickich znajdują w Dziale Spraw Pracowniczych Politechniki Poznańskiej.
- Kopie porozumień z pracodawcami** albo deklaracji pracodawców w sprawie przyjęcia określonej liczby studentów na praktyki.

Kopie porozumień z wybranymi pracodawcami w sprawie przyjęcia studentów na praktyki zamieszczono w załączniku VIII.5 zgodnie z informacją uzyskaną z Centrum Praktyk i Karier Politechniki Poznańskiej.

**IX. Dodatkowe załączniki niezbędne przy tworzeniu kierunku studiów w przypadku występowania o pozwolenie do Ministerstwa:**

1. **Kopia aktu** wydanego przez rektora w sprawie utworzenia studiów na określonym kierunku, poziomie i profilu.
2. **Kopia uchwały senatu** w sprawie ustalenia programu studiów wraz z tym programem studiów.
3. **Kopie dokumentacji potwierdzającej dysponowanie infrastrukturą** niezbędną do prowadzenia kształcenia w zakresie przewidzianym w programie studiów od dnia rozpoczęcia prowadzenia zajęć.
4. **Opis zasobów bibliotecznych** oraz elektronicznych zasobów wiedzy obejmujących literaturę zalecaną na kierunku studiów, do których uczelnia zapewni dostęp.
5. **Oświadczenia rektora** o niewystąpieniu okoliczności, o których mowa w: art. 53 ust. 10 ustawy oraz art. 55 ust. 1 pkt 1 lit. b i d ustawy.