

PROGRAM STUDIÓW

I. Ogólna charakterystyka studiów

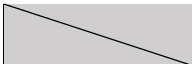
- Nazwa kierunku studiów:**
inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering
- Poziom studiów:**
studia drugiego stopnia
- Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:**
síódmy
- Forma studiów:**
studia stacjonarne
- Profil studiów:**
ogólnoakademicki
- Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:**
magister inżynier
- Dziedzina nauki/sztuki oraz dyscyplina naukowa/artystyczna:**

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

- Klasyfikacja ISCED:**
0788 - Interdyscyplinarne programy i kwalifikacje obejmujące technikę, przemysł i budownictwo
- Liczba semestrów:**
3
- 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.	90	100%
Przyporządkowane do zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów.	45,5	50,6%
Przyporządkowane modułom zajęć związanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie/dziedzinach nauki właściwej / właściwych dla ocenianego kierunku studiów, służące zdobywaniu przez studenta pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych.	72	80%
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.	48	53,3%

Przyporządkowane praktykom zawodowym (jeżeli program studiów przewiduje praktyki).	0	
Uzyskane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość	0	0%

11. Język kształcenia:

angielski

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:

1222 godzin, w tym 1206 godzin w planie studiów i 16 godzin w formie egzaminów

14. Efekty uczenia się:

Efekty uczenia się dla kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* 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 II stopnia kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering*. 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 I.1 zamieszczono dodatkowo tabelę pokrycia efektów ogólnych charakterystyk drugiego stopnia dla poziomu PRK 7 oraz efektów inżynierskich efektami kierunkowymi.

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

Symbol	Efekty uczenia się dla kierunku studiów <i>inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering</i> Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku studiów <i>Inżynieria biomedyczna absolwent:</i>	Odniesienie do kwalifikacji w ramach szkol. wyż. na poz. 7
WIEDZA		
K2_W01	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki, fizyki, chemii i mechaniki płynów potrzebną w inżynierii biomedycznej, przydatną do formułowania i rozwiązywania z zakresu inżynierii biomedycznej.	P7S_WG
K2_W02	Ma wiedzę z zakresu systemów informatycznych w medycynie, obejmującą w szczególności systemy elektrodiagnostyki medycznej i diagnostyki obrazowej.	P7S_WG
K2_W03	Ma wiedzę z zakresu telematyki medycznej, obejmującą sieci komputerowe, technologie i protokoły sieciowe, charakterystykę danych medycznych, metody wymiany danych w medycynie.	P7S_WG
K2_W04	Ma wiedzę z zakresu modelowania struktur i procesów biologicznych, w tym modeli obciążeniowych układu mięśniowo-szkieletowego człowieka, różnych podejść w modelowaniu wybranych aktywności człowieka, modelowania i symulacji komputerowych w projektowaniu urządzeń rehabilitacyjnych.	P7S_WG
K2_W05	Ma wiedzę z zakresu klasyfikacji produktów leczniczych i wyrobów medycznych. Zna cel i sposoby prowadzenia badań klinicznych produktów leczniczych oraz wyrobów medycznych.	P7S_WG

K2_W06	Ma wiedzę z zakresu metod badania właściwości fizycznych i mechanicznych biomateriałów i tkanek: statyczne, zmęczeniowe cykliczne i inne, metody badania mikrostruktury: mikroskopia optyczna, elektronowa skaningowa i transmisyjna, dyfrakcja rentgenowska, metody badania powierzchni biomateriałów.	P7S_WG
K2_W07	Ma wiedzę z zakresu inżynierii rehabilitacji ruchowej, systematyki inżynierii rehabilitacyjnej, analizy, oceny ruchu i chodu człowieka, zaopatrzenia ortotycznego, technik wspomagania funkcji uszkodzonych kończyn, patobiomechaniki.	P7S_WK
K2_W08	Ma wiedzę o urządzeniach i wyposażeniu stosowanych w medycynie, w szczególności o robotach medycznych i urządzeniach laserowych, trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach właściwych dla inżynierii biomedycznej.	P7S_WG
K2_W09	Ma podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.	P7S_WG
K2_W10	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu inżynierii biomedycznej, w szczególności metody wirtualnego projektowania oraz bioniki.	P7S_WG
K2_W11	Ma wiedzę niezbędną do zrozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględnienia w praktyce inżynierskiej.	P7S_WK
K2_W12	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej, w obszarze inżynierii biomedycznej.	P7S_WK
K2_W13	Zna i rozumie podstawowe pojęcia o zasady i zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	P7S_WK
K2_W14	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla inżynierii biomedycznej.	P7S_WK
UMIĘJĘTNOŚCI		
K2_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł (także w języku angielskim, lub innym obcym) i dokonywać krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie w obszarze inżynierii biomedycznej; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji.	P7S_UW
K2_U02	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz innych środowiskach (także w języku angielskim, lub innym obcym) w obszarze inżynierii biomedycznej.	P7S_UK
K2_U03	Potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim i krótkie doniesienie naukowe w języku angielskim, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych w obszarze inżynierii biomedycznej.	P7S_UK
K2_U04	Potrafi przygotować i przedstawić w językach polskim i obcym prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z inżynierii biomedycznej.	P7S_UK
K2_U05	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia oraz rozwoju innych osób.	P7S_UU
K2_U06	Ma umiejętności językowe z zakresu inżynierii biomedycznej zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7S_UK
K2_U07	Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej, w szczególności posiada umiejętności opracowywania i użytkowania systemów informatycznych w medycynie.	P7S_UW
K2_U08	Posiada umiejętność tworzenia i użytkowania systemów telemetrycznych w medycynie.	P7S_UW
K2_U09	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, posiada umiejętność modelowania komputerowego i symulacji w inżynierii biomedycznej.	P7S_UW
K2_U10	Potrafi czerpać inspirację ze zjawisk występujących w przyrodzie podczas rozwiązywania zagadnień inżynierskich.	P7S_UW
K2_U11	Posiada umiejętność korzystania z metod badania biomateriałów i tkanek w inżynierii biomedycznej.	P7S_UW
K2_U12	Posiada umiejętność projektowania i stosowania protez oraz urządzeń ortopedycznych i wspomagających w rehabilitacji ruchowej.	P7S_UW

K2_U13	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w inżynierii biomedycznej metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne.	P7S_UW
K2_U14	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z inżynierii biomedycznej oraz stosować podejście systemowe uwzględniające także aspekty pozatechniczne.	P7S_UW
K2_U15	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w inżynierii biomedycznej.	P7S_UW
K2_U16	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych materiałów, technologii i konstrukcji z zakresu inżynierii biomedycznej.	P7S_UW
K2_U17	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym związanym z medycyną i w ośrodkach medycznych, umie dobierać i eksploatować urządzenia medyczne, w tym roboty i urządzenia laserowe, wyposażenie sal operacyjnych i gabinetów. Ma umiejętność zarządzania personelem oraz procesem produkcyjnym.	P7S_UO
K2_U18	Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich.	P7S_UW
K2_U19	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i oceniać – zwłaszcza w powiązaniu z kierunkiem inżynierii biomedycznej – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, procesy, materiały.	P7S_UW
K2_U20	Potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań technicznych w medycynie.	P7S_UW
K2_U21	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla inżynierii biomedycznej, w tym zadań nietypowych uwzględniając ich aspekty pozatechniczne.	P7S_UW
K2_U22	Potrafi oceniać przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązywania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla inżynierii biomedycznej, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; potrafi – stosując także koncepcyjnie nowe metody – rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla inżynierii biomedycznej, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy.	P7S_UW
K2_U23	Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją uwzględniającą aspekty pozatechniczne – zaprojektować złożony proces, materiał, urządzenie oraz zrealizować ten projekt – co najmniej w części – używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzia.	P7S_UW
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
K2_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	P7S_KK
K2_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.	P7S_KR
K2_K03	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	P7S_KO
K2_K04	Potrafi ustalać priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	P7S_KK
K2_K05	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	P7S_KR
K2_K06	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_KO
K2_K07	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, 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, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	P7S_KO

Jako kluczowe efekty uczenia się uznano:

- **w zakresie wiedzy:**
 - Ma wiedzę z zakresu inżynierii rehabilitacji ruchowej, systematyki inżynierii rehabilitacyjnej, analizy, oceny ruchu i chodu człowieka, zaopatrzenia ortotycznego, technik wspomagania funkcji uszkodzonych kończyn, patobiomechaniki (K2_W07),

- Ma wiedzę o urządzeniach i wyposażeniu stosowanych w medycynie, w szczególności o robotach medycznych i urządzeniach laserowych, trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach właściwych dla inżynierii biomedycznej (K2_W08),
- Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu inżynierii biomedycznej, w szczególności metody wirtualnego projektowania oraz bioniki (K2_W10),
- **w zakresie umiejętności:**
 - Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w inżynierii biomedycznej metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne (K2_U13),
 - Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z inżynierii biomedycznej oraz stosować podejście systemowe uwzględniające także aspekty pozatechniczne (K2_U14),
 - Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i oceniać – zwłaszcza w powiązaniu z kierunkiem inżynieria biomedyczna – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, procesy, materiały (K2_U19),
- **w zakresie kompetencji społecznych:**
 - Potrafi ustalać priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania (K2_K04).

15. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

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. Warunkiem rejestracji na kolejny semestr studiów jeżeli łączna 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 90 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. Sprawdzanie 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 (Regulamin studiów pierwszego i drugiego stopnia uchwalony przez Senat Akademicki Politechniki Poznańskiej, Uchwała nr 42/2020-2024 z dnia 31 maja 2021 r.) 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 akademicki 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 rozwinąć 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 (Regulamin studiów pierwszego i drugiego stopnia uchwalony przez Senat Akademicki Politechniki Poznańskiej, Uchwała nr 42/2020-2024 z dnia 31 maja 2021 r.). 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 Inżynierii Mechanicznej. Procedura zgłaszania i wydawania tematów prac dyplomowych przez nauczycieli akademickich dla studentów poszczególnych kierunków rozpoczyna się w semestrze poprzedzającym semestr dyplomowy, według następujących 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 tematu pracy dyplomowej;
- e) karta tematu 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 – Jednolity System Antyplagiatowy). 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 Inżynierii Mechanicznej. Każde z zadanych pytań jest oceniane osobno, zgodnie z przyjętą w regulaminie studiów (Regulamin studiów pierwszego i drugiego stopnia uchwalony przez Senat Akademicki Politechniki Poznańskiej, Uchwała nr 42/2020-2024 z dnia 31 maja 2021 r.) skalą ocen: niedostateczny (2,0), dostateczny (3,0), dostateczny plus (3,5), dobry (4,0), dobry plus (4,5), bardzo dobry (5,0). 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. Za ocenę egzaminu przyjmuje się średnią arytmetyczną z oceny za obronę pracy dyplomowej i ocen cząstkowych uzyskanych za odpowiedzi na wszystkie zadane pytania. Egzamin dyplomowy jest zdany, gdy pozytywna jest ocena za obronę pracy dyplomowej i większość pozostałych ocen cząstkowych. Ostateczny wynik studiów ustala komisja egzaminu dyplomowego, na podstawie sumy: 0,6 średniej ważonej ocen z przebiegu studiów, 0,2 oceny pracy dyplomowej oraz 0,2 oceny z egzaminu dyplomowego. Ukończenie studiów następuje po złożeniu egzaminu dyplomowego z wynikiem pozytywny. Absolwent otrzymuje dyplom wraz z suplementem do dyplomu.

16. Praktyki zawodowe:

W programie nie przewidziano praktyk.

17. Język obcy:

Na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* język obcy realizowany jest na semestrze 3 w wymiarze 30 godzin (2 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	
3	Język obcy (Foreign language)	30	0	30	0	0	2
	Język angielski (English)						
	Język niemiecki (German)						
	Język polski (Polish)*						
Razem		30					2

*dla obcokrajowców

18. Zajęcia z wychowania fizycznego:

Na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* zajęcia z wychowania fizycznego realizowane są w semestrze 3. w wymiarze 15 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	
3	Wychowanie fizyczne (Physical education)	15	0	15	0	0	0
Razem		15					0

19. Przedmioty obieralne:

Na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* oferowanych jest 18 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	
W bloku A – Przedmioty ogólne / General courses							
1	Przedmiot obieralny 1 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 1 (humanistic / social)) Negocjacje w biznesie (Business negotiations) Zarządzanie zespołem pracowniczym (Team management)	30	30				2
3	Przedmiot obieralny 2 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 2 (humanistic / social)) Savoir-vivre i protokół dyplomatyczny (Savoir-vivre and diplomatic protocol) Strategie marketingowe innowacyjnych produktów (Marketing strategies for innovative products)	30	30				2
3	Przedmiot obieralny 3 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 3 (humanistic / social)) Trening umiejętności menedżerskich (Managerial skills training) Psychologia zarządzania (Psychology of management)	15	15				1
3	Język obcy (Foreign language) Język angielski (English) Język niemiecki (German) Język polski (Polish)	30		30			2
3	Wychowanie fizyczne (Physical education)	15		15			0
Razem (w bloku A)		120					7
W bloku C1 – Specjalność / Specialization: Urządzenia medyczne i rehabilitacyjne (UMR) / Medical and Rehabilitation Devices (MRD)							
2	Praca przejściowa (Passing project)	45				45	4
2	Komputerowe sterowanie urządzeniami medycznymi (Computer control of medical devices) – E	45	15		15	15	4
2	Protezowanie kończyn i kręgosłupa (Prosthesis of limbs and spine) – E	45	15			30	4
2	Projektowanie urządzeń rehabilitacyjnych (Design of rehabilitation equipment)	30	15			15	2
2	Aparatura medyczna w praktyce klinicznej (Medical equipment in clinical practice)	30	15			15	2
2	Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4) Techniki łączenia w biokonstrukcjach (Joining techniques in bio-constructions) Urządzenia wspomagające mobilność człowieka (Assistive devices for human mobility)	30	15			15	2
2	Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	15				15	1
3	Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of the diploma thesis)	60				60	11
3	Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	45				45	3
3	Interakcja człowiek-urządzenie medyczne (Human - medical equipment interaction)	30	15		15		2
3	Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5) Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6) Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7) - studenci wybierają 3 spośród 6 następujących przedmiotów:	3 x 30 = 90	3 x 15 = 45		3 x 15 = 45		3 x 2 = 6

	<p>Algorytmy zainspirowane naturą i ich zastosowania (Nature inspired algorithms and their applications)</p> <p>Automatyzacja projektowania wyrobów medycznych (Automation of individualized medical products design)</p> <p>Inżynieria wiedzy i eksploracja danych w medycynie (Knowledge engineering and data mining in medicine)</p> <p>Szybkie projektowanie i wytwarzanie ortez i protez (Rapid design and manufacturing of orthoses and prostheses)</p> <p>Wybrane techniki obrazowania w bioinżynierii (Selected imaging techniques in bioengineering)</p> <p>Wykrywanie i diagnozowanie wspomagane komputerowo (Computer aided detection and diagnosis)</p>						
Razem (w bloku A oraz C1)		585					48
W bloku C2 – Specjalność / Specialization: Inżynieria implantów i protezowania (IliP) / Engineering of Implants and Prosthesis (EIP)							
2	Praca przejściowa (Passing project)	45				45	4
2	Inżynieria bioprocusów i powierzchni biomateriałów (Engineering of bioprocesses and biomaterials surfaces) – E	45	30			15	4
2	Projektowanie właściwości biomateriałów i implantów (Designing of biomaterials and implants properties) – E	45	15			30	4
2	Protetyka (Prosthetics)	30	15			15	2
2	Nowoczesne technologie biomateriałów (Modern technologies of biomaterials)	30	15			15	2
2	Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4) Techniki łączenia biomateriałów (Joining techniques of biomaterials) Urządzenia wspomagające mobilność człowieka (Assistive devices for human mobility)	30	15			15	2
2	Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	15				15	1
3	Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of the diploma thesis)	60				60	11
3	Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	45				45	3
3	Modelowanie budowy i ewolucji tkanek (Tissue modeling including adaptation and evolution)	30	15		15		2
3	Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5) Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6) Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7) - studenci wybierają 3 spośród 6 następujących przedmiotów: Mechanika kompozytów i biokompozytów (Mechanics of composites and biocomposites) Modelowanie procesów fizjologicznych (Modeling of physiological processes) Skanowanie przestrzenne w zastosowaniach biomedycznych (3D scanning in biomedical applications) Symulacja i analiza konstrukcji bionicznych (Simulation and analysis of bionic structures) Szybkie projektowanie i wytwarzanie ortez i protez (Rapid design and manufacturing of orthoses and prostheses) Wymiana ciepła w bioinżynierii (Heat transfer in bioengineering)	3 x 30 = 90	3 x 15 = 45		3 x 15 = 45		3 x 2 = 6
Razem (w bloku A oraz C2)		585					48
W bloku C3 – Specjalność / Specialization: Bionika i inżynieria wirtualna (BiIW) / Bionics and Virtual Engineering (BVE)							
2	Praca przejściowa (Passing project)	45				45	4
2	Bionika (Bionics)	60	30			30	4

2	Inżynieria odwrotna i skanowanie 3D obiektów biologicznych (Reverse engineering and 3D scanning of biological objects) – E	30	15		15		3
2	Rzeczywistość rozszerzona w inżynierii biomedycznej (Augmented reality in biomedical engineering) – E	30	15		15		3
2	Projektowanie bioniczne w chmurze obliczeniowej (Virtual design in cloud with elements of bionics)	30	15		15		2
2	Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4) Metody biomimetyczne w projektowaniu (Biomimetic methods in mechanical design) Modelowanie struktur bionicznych i organicznych (Modeling of bionic and organic structures) Symulacja i analiza konstrukcji bionicznych (Simulation and analysis of bionic structures)	30	15		15		2
2	Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	15				15	1
3	Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of the diploma thesis)	60				60	11
3	Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	45				45	3
3	Zaawansowane techniki przetwarzania obrazów medycznych (Advanced techniques in medical images processing)	30	15		15		2
3	Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5) Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6) Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7) - studenci wybierają 3 spośród 6 następujących przedmiotów: Automatyzacja projektowania wyrobów medycznych (Automation of individualized medical products design) Człowiek w systemie technicznym (Human in technical system) Komputerowe sterowanie urządzeniami medycznymi (Computer control of medical devices) Modelowanie budowy i ewolucji tkanek (Tissue modeling including adaptation and evolution) Wybrane techniki obrazowania w bioinżynierii (Selected imaging techniques in bioengineering) Wykrywanie i diagnozowanie wspomagane komputerowo (Computer aided detection and diagnosis)	3 x 30 = 90	3 x 15 = 45		3 x 15 = 45		3 x 2 = 6
Razem (w bloku A oraz C3)		585					48

Łączna liczba punktów ECTS związanych z przedmiotami obieralnymi wynosi 48, co stanowi 53,3% wszystkich punktów ECTS wymaganych do uzyskania kwalifikacji na poziomie 7 PRK.

20. Kompetencje inżynierskie:

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 (P7S_WG)	Ma podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.	K2_W09
		Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu inżynierii biomedycznej, w szczególności metody wirtualnego projektowania oraz bioniki.	K2_W10
	podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości (P7S_WK)	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla inżynierii biomedycznej.	K2_W14
Umiejętności: absolwent potrafi	planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski (P7S_UW)	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, posiada umiejętność modelowania komputerowego i symulacji w inżynierii biomedycznej.	K2_U09
	przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu: – wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne – dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich (P7S_UW)	Posiada umiejętność tworzenia i użytkowania systemów telemetrycznych w medycynie	K2_U08
		Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w inżynierii biomedycznej metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne.	K2_U13
		Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z inżynierii biomedycznej oraz stosować podejście systemowe uwzględniające także aspekty pozatechniczne.	K2_U14
		Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych materiałów, technologii i konstrukcji z zakresu inżynierii biomedycznej.	K2_U16
		Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich.	K2_U18
		Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla inżynierii biomedycznej, w tym zadań nietypowych uwzględniając ich aspekty pozatechniczne.	K2_U21
		Potrafi oceniać przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązywania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla inżynierii biomedycznej, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; potrafi – stosując także koncepcyjnie nowe metody – rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla inżynierii biomedycznej, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy.	K2_U22
		dokonać krytycznej analizy sposobu	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i oceniać – zwłaszcza w powiązaniu z kierunkiem inżynieria

	funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i ocenić te rozwiązania (P7S_UW)	biomedyczna – istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, procesy, materiały.	
		Potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań technicznych w medycynie.	K2_U20
	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 (P7S_UW)	Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją uwzględniając aspekty pozatechniczne – zaprojektować złożony proces, materiał, urządzenie oraz zrealizować ten projekt – co najmniej w części – używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzia.	K2_U23

21. Zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:

Na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* 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
1	Przedmiot obieralny 1 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 1 (humanistic / social)) Negocjacje w biznesie (Business negotiations) Zarządzanie zespołem pracowniczym (Team management)	30	30				2
3	Przedmiot obieralny 2 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 2 (humanistic / social)) Savoir-vivre i protokół dyplomatyczny (Savoir-vivre and diplomatic protocol) Strategie marketingowe innowacyjnych produktów (Marketing strategies for innovative products)	30	30				2
3	Przedmiot obieralny 3 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 3 (humanistic / social)) Trening umiejętności menedżerskich (Managerial skills training) Psychologia zarządzania (Psychology of management)	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:

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
Przedmioty kierunkowe:			
Biomechaniczne modelowanie ruchu człowieka (Biomechanical modeling of human movement)	4	- / Tak	Zastosowanie zaawansowanych metod symulacyjnych w komputerowej analizie ruchu człowieka.
Inżynieria ortopedyczna i rehabilitacyjna (Orthopaedic and rehabilitation engineering)	3	- / Tak	Projektowanie innowacyjnych rozwiązań technicznych w zakresie sprzętu ortopedycznego i rehabilitacyjnego.
Patobiomechanika (Patobiomechanics)	3	- / Tak	Analiza wybranych patologii chodu człowieka z zastosowaniem systemu analizy ruchu, platform dynamometrycznych oraz czujników sygnału elektromiograficznego.
Podstawy bioniki i inżynierii wirtualnej (Basics of bionics and virtual engineering)	3	- / Tak	Zastosowanie wybranych metod inżynierii wirtualnej w projektowaniu mechanicznym urządzeń medycznych.
Badania właściwości biomateriałów i tkanek (Testing of biomaterials and tissues)	2	- / Tak	Ocena mikrostruktury oraz badanie właściwości fizycznych oraz mechanicznych materiałów i tkanek.
Roboty medyczne i rehabilitacyjne (Medical and rehabilitation robots)	2	- / Tak	Planowanie operacji montażu wybranych kości człowieka z użyciem robotów medycznych.
Wirtualne projektowanie w inżynierii biomedycznej (Virtual design in biomedical engineering)	2	- / Tak	Zastosowanie systemów rzeczywistości wirtualnej w projektowaniu, prototypowaniu oraz rozwoju produktów medycznych.
Mechanika płynów ustrojowych i bioprzepływów (Mechanics of body fluids and bioflows)	2	- / Tak	Symulacje i analiza przepływów krwi w układzie krwionośnym oraz powietrza w układzie oddechowych człowieka.
Biomateriały polimerowe i kompozytowe (Polymer and composite biomaterials)	3	- / Tak	Wpływ warunków użytkowania na właściwości biomateriałów stosowanych na nici chirurgiczne i wypełnienia stomatologiczne. Wpływ rodzaju napelnacza (węgiel, szkło) na właściwości mechaniczne kompozytów termoplastycznych.
Inżynieria powierzchni biomateriałów (Biomaterials surface engineering)	2	- / Tak	Wpływ modyfikacji warstwy wierzchniej biomateriałów na ich właściwości mechaniczne.
Wyposażenie sal operacyjnych i gabinetów medycznych (Equipment of surgical and medical rooms)	2	- / Tak	Projektowanie wybranych elementów wyposażenia sal operacyjnych i gabinetów medycznych.
Lasery w medycynie (Lasers in medicine)	3	- / Tak	Badanie zmian zachodzących w cienkich warstwach żeli i cieczy za pomocą interferometru laserowego. Pomiary parametrów geometrycznych tkanek za pomocą laserowego mikroskopu holograficznego.
Przedmioty obieralne kierunkowe – specjalność <i>Urządzenia medyczne i rehabilitacyjne (UMiR) / Medical and rehabilitation devices (MRD)</i>:			

Praca przejściowa (Passing project)	4	- / Tak	Prowadzenie badań naukowych dotyczących wybranego zagadnienia w obszarze urządzeń medycznych i rehabilitacyjnych.
Komputerowe sterowanie urządzeniami medycznymi (Computer control of medical devices)	4	- / Tak	Projektowanie i wykonywanie układu sterowania urządzeń medycznych oraz opracowywanie algorytmów sterowania.
Proteżowanie kończyn i kręgosłupa (Prosthesis of limbs and spine)	4	- / Tak	Projektowanie implantów stosowanych w chirurgii kręgosłupa i alloplastyce stawów oraz protez zewnętrznych kończyn górnych i dolnych oraz kręgosłupa.
Projektowanie urządzeń rehabilitacyjnych (Design of rehabilitation equipment)	2	- / Tak	Projektowanie innowacyjnych rozwiązań mechatronicznych w urządzeniach rehabilitacyjnych.
Aparatura medyczna w praktyce klinicznej (Medical equipment in clinical practice)	2	- / Tak	Wpływ wybranych czynników na możliwości przewidywania zaburzeń układu oddechowego.
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4)	2		
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4): Techniki łączenia w biokonstrukcjach (Joining techniques in bio-constructions)		- / Tak	Analiza procesu niszczenia połączeń w biokonstrukcjach.
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4): Urządzenia wspomagające mobilność człowieka (Assistive devices for human mobility)		- / Tak	Rozwiązywanie problemów konstrukcyjnych w trakcie projektowania platform schodowych, wózków inwalidzkich i innych urządzeń wspomagających mobilność człowieka.
Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	1	- / Tak	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of diploma thesis)	11	- / Tak	Prowadzenia badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	3	- / Tak	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Interakcja człowiek-urządzenie medyczne (Human - medical equipment interaction)	2	- / Tak	Symulacja oraz weryfikacja modelu obiektu technicznego (urządzenia medycznego) w interakcji z modelem ciała człowieka.
Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5)	2		
Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6)	2		
Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7)	2		
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Algorytmy zainspirowane naturą i ich zastosowania (Nature inspired algorithms and their applications)		- / Tak	Zastosowanie wybranych algorytmów zainspirowanych zjawiskami zachodzącymi w naturze w optymalizacji zagadnień z zakresu inżynierii mechanicznej i biomedycznej.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Automatyzacja projektowania wyrobów medycznych (Automation of individualized medical products design)		- / Tak	Projektowanie wybranych wyrobów medycznych na podstawie danych z obrazowania medycznego z użyciem modelu autogenerującego. Wizualizacja zaprojektowanego wyrobu za pomocą technik wirtualnej rzeczywistości i jego wytworzenie z użyciem technik druku 3D.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Inżynieria wiedzy i		- / Tak	Analiza danych medycznych z zastosowaniem metody k-najbliższych sąsiadów, regresji

eksploracja danych w medycynie (Knowledge engineering and data mining in medicine)			wielorakiej, drzew klasyfikacyjnych, naiwnego klasyfikatora Bayesa, klasyfikatora SVM.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Szybkie projektowanie i wytwarzanie ortez i protez (Rapid design and manufacturing of orthoses and prostheses)		- / Tak	Zastosowanie podstaw techniki automatyzacji projektowania i modeli autogenerujących w projektowaniu i wytwarzaniu zaopatrzenia ortopedycznego.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Wybrane techniki obrazowania w bioinżynierii (Selected imaging techniques in bioengineering)		- / Tak	Zastosowanie kamery termowizyjnej (pasywnej i aktywnej), tomografii komputerowej, optycznych metod interferometrycznych i mikroskopii holograficznej w badaniu wyrobów medycznych.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Wykrywanie i diagnozowanie wspomagane komputerowo (Computer aided detection and diagnosis)		- / Tak	Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w segmentacji obrazów medycznych oraz wspomaganie diagnozowania na podstawie zdjęć RTG, CT i innych technik obrazowania medycznego.
Razem (kierunkowe + specjalność UMiR)	31 + 41 = 72		
Przedmioty obieralne kierunkowe – specjalność Inżynieria implantów i protezowania (IliP) / Engineering of Implants and Prosthesis (EIP):			
Praca przejściowa (Passing project)	4	- / Tak	Prowadzenie badań naukowych dotyczących wybranego zagadnienia w obszarze inżynierii implantów i protezowania.
Inżynieria bioprocésów i powierzchni biomateriałów (Engineering of bioprocesses and biomaterials surfaces)	4	- / Tak	Projektowanie właściwości powierzchni biomateriałów, substytutów przeszczepów kostnych oraz właściwości międzyfazy kość-implanty.
Projektowanie właściwości biomateriałów i implantów (Designing of biomaterials and implants properties)	4	- / Tak	Projektowanie właściwości biomateriałów stosowanych w implantach.
Protetyka (Prosthetics)	2	- / Tak	Projektowanie protez zewnętrznych kończyn górnych i dolnych oraz kręgosłupa.
Nowoczesne technologie biomateriałów (Modern technologies of biomaterials)	2	- / Tak	Zastosowanie metalurgii proszków, specjalnych metod odlewniczych i obróbki plastycznej, metod wytwarzania bionanomateriałów oraz metod wytwarzania biozgodnych proszków w kształtowaniu implantów.
Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	1	- / Tak	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4)	2		
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4): Techniki łączenia biomateriałów (Joining techniques of biomaterials)		- / Tak	Zastosowanie technik inżynierii odwrotnej w modelowaniu konstrukcji wykonanej z biomateriału. Wybór techniki połączenia i analiza procesu niszczenia konstrukcji.
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4): Urządzenia wspomagające mobilność człowieka (Assistive devices for human mobility)		- / Tak	Rozwiązywanie problemów konstrukcyjnych w trakcie projektowania platform schodowych, wózków inwalidzkich i innych urządzeń wspomagających mobilność człowieka.
Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of diploma thesis)	11	- / Tak	Prowadzenia badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.

Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	3	- / Tak	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Modelowanie budowy i ewolucji tkanek (Tissue modeling including adaptation and evolution)	2	- / Tak	Zastosowanie biomimetycznego algorytmu bazującej na ewolucji gęstości sztucznego materiału w optymalizacji strukturalnej i topologicznej.
Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5)	2		
Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6)	2		
Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7)	2		
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Mechanika kompozytów i biokompozytów (Mechanics of composites and biocomposites)		- / Tak	Komputerowa analiza stanu obciążenia elementów konstrukcyjnych wykonanych z materiałów kompozytowych w zastosowaniach z zakresu inżynierii biomedycznej i mechanicznej.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Modelowanie procesów fizjologicznych (Modeling of physiological processes)		- / Tak	Matematyczne modelowanie i symulacja procesów interakcji krążeniowo-oddechowej i innych procesów fizjologicznych.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Skanowanie przestrzenne w zastosowaniach biomedycznych (3D scanning in biomedical applications)		- / Tak	Zastosowanie technik skanowania przestrzennego oraz algorytmów rekonstrukcji skanowanych obiektów do uzyskiwania modeli 3D obiektów biologicznych.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Symulacja i analiza konstrukcji bionicznych (Simulation and analysis of bionic structures)		- / Tak	Modelowanie konstrukcji bionicznych oraz biomechanicznych i ich analiza wytrzymałościowa z użyciem metody elementów skończonych.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Szybkie projektowanie i wytwarzanie ortez i protez (Rapid design and manufacturing of orthoses and prostheses)		- / Tak	Zastosowanie podstaw techniki automatyzacji projektowania i modeli autogenerujących w projektowaniu i wytwarzaniu zaopatrzenia ortopedycznego.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Wymiana ciepła w bioinżynierii (Heat transfer in bioengineering)		- / Tak	Analiza wpływu temperatury na ludzką skórę. Wpływ promieniowania słonecznego na organizm ludzki. Modelowanie i analiza zabiegu krioterapii oraz ablacji.
Razem (kierunkowe + specjalności IIIP)	31 + 41 = 72		
Przedmioty obieralne kierunkowe – specjalność <i>Bionika i inżynieria wirtualna (BiIW) / Bionics and Virtual Engineering (BVE)</i>:			
Praca przejściowa (Passing project)	4	- / Tak	Prowadzenie badań naukowych dotyczących wybranego zagadnienia w obszarze bioniki i inżynierii wirtualnej.
Bionika (Bionics)	4	- / Tak	Projektowanie mechaniczne i analiza urządzenia zainspirowanego zjawiskami zachodzącymi w przyrodzie.
Inżynieria odwrotna i skanowanie 3D obiektów biologicznych (Reverse engineering and 3D scanning of biological objects)	3	- / Tak	Zastosowanie technik skanowania przestrzennego oraz algorytmów rekonstrukcji skanowanych obiektów do uzyskiwania modeli 3D obiektów biologicznych.

Rzeczywistość rozszerzona w inżynierii biomedycznej (Augmented reality in biomedical engineering)	3	- / Tak	Projektowanie i implementacja prostych aplikacji interaktywnych z użyciem urządzeń rzeczywistości rozszerzonej oraz mieszanej i ich zastosowanie w medycynie oraz inżynierii biomedycznej.
Projektowanie bioniczne w chmurze obliczeniowej (Virtual design in cloud with elements of bionics)	2	- / Tak	Projektowanie urządzeń bionicznych z zastosowaniem chmur obliczeniowych.
Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	1	- / Tak	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4)	2		
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4): Metody biomimetyczne w projektowaniu (Biomimetic methods in mechanical design)		- / Tak	Zastosowanie algorytmów biomimetycznej optymalizacji strukturalnej, bazującej na zjawisku adaptacyjnej przebudowy kości beleczkowej w projektowaniu konstrukcji mechanicznych.
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4): Modelowanie struktur bionicznych i organicznych (Modeling of bionic and organic structures)		- / Tak	Projektowanie i modelowanie obiektów o złożonej geometrii posiadających organiczne kształty z zastosowaniem zaawansowanych technik modelowania geometrycznego w odniesieniu do struktur organicznych i konstrukcji zainspirowanych naturą.
Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4): Symulacja i analiza konstrukcji bionicznych (Simulation and analysis of bionic structures)		- / Tak	Modelowanie konstrukcji bionicznych oraz biomechanicznych i ich analiza wytrzymałościowa z użyciem metody elementów skończonych.
Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of diploma thesis)	11	- / Tak	Prowadzenia badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	3	- / Tak	Przeprowadzenie i prezentacja wyników badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Zaawansowane techniki przetwarzania obrazów medycznych (Advanced techniques in medical images processing)	2	- / Tak	Segmentacja obrazów medycznych z zastosowaniem algorytmów rozrostu obszaru, algorytmu podziału i łączenia, algorytmu segmentacji wododziałowej.
Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5)	2		
Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6)	2		
Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7)	2		
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Automatyzacja projektowania wyrobów medycznych (Automation of individualized medical products design)		- / Tak	Projektowanie wybranych wyrobów medycznych na podstawie danych z obrazowania medycznego z użyciem modelu autogenerującego. Wizualizacja zaprojektowanego wyrobu za pomocą technik wirtualnej rzeczywistości i jego wytworzenie z użyciem technik druku 3D.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Człowiek w systemie technicznym (Human in technical system)		- / Tak	Symulacja oraz weryfikacja modelu obiektu technicznego opartego o wzorce biologiczne lub urządzenia biomedycznego w interakcji z modelem ciała człowieka.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Komputerowe sterowanie urządzeniami medycznymi (Computer control of medical devices)		- / Tak	Projektowanie i wykonywanie układu sterowania urządzeń medycznych oraz opracowywanie algorytmów sterowania.

Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Modelowanie budowy i ewolucji tkanek (Tissue modeling including adaptation and evolution)		- / Tak	Zastosowanie biomimetycznego algorytmu bazującej na ewolucji gęstości sztucznego materiału w optymalizacji strukturalnej i topologicznej.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Wybrane techniki obrazowania w bioinżynierii (Selected imaging techniques in bioengineering)		- / Tak	Zastosowanie kamery termowizyjnej (pasywnej i aktywnej), tomografii komputerowej, optycznych metod interferometrycznych i mikroskopii holograficznej w badaniu wyrobów medycznych.
Przedmioty obieralne 5-7 (Elective courses 5-7): Wykrywanie i diagnozowanie wspomagane komputerowo (Computer aided detection and diagnosis)		- / Tak	Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w segmentacji obrazów medycznych oraz wspomaganie diagnozowania na podstawie zdjęć RTG, CT i innych technik obrazowania medycznego.
Razem (kierunkowe + specjalności BiIW)	31 + 41 =		72

Łącznie w ramach zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w obszarze dyscypliny inżynieria mechaniczna oraz inżynieria biomedyczna uzyskiwane są 72 punkty ECTS, co stanowi 80% wszystkich punktów wymaganych do uzyskania kwalifikacji na poziomie 7 PRK.

23. Zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne:

Nie dotyczy

24. Standardy kształcenia:

Nie dotyczy

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

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 / Biomedical Engineering*.

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 / Biomedical Engineering* bardzo dobrze wpisuje się w ten obszar.

Kierunek studiów *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* 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 / Biomedical Engineering* 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 szpitalnymi 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 kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* 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 / Biomedical Engineering* 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 Święcickiego 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 prowadzących 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.

Analizując dane zawarte w systemie ELA (Ogólnopolski system monitorowania Ekonomicznych Losów Absolwentów szkół wyższych), dostępnym pod adresem www.ela.nauka.gov.pl, dotyczące absolwentów kierunku inżynieria biomedyczna prowadzonego w języku polskim, 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

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 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/). 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 / Biomedical Engineering* 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 / Biomedical Engineering* 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 / Biomedical Engineering* 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 przygotowujemy 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 / Biomedical Engineering* 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 – zastępców dyrektorów Instytutów 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 / Biomedical Engineering* 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 / Biomedical Engineering* 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

Nauczyciele akademicy prowadzący zajęcia ze studentami na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* 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 wspomaganie 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 wspomagania. 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 wspomagania 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, przyjmuję 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., Czubał 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. „*Megality – 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. „*Megality – historia sprzed 5500 lat*” – 5 grudnia 2018 na Wydziale Historycznym UAM (<https://www.youtube.com/watch?v=tvUgbaJy8Js>)
2. Pierwsza emisja telewizyjna filmu pt. „*Megality – historia sprzed 5500 lat*” odbyła się 25.12.2018 r. o godz. 12:15 na kanale TVP HISTORIA (<https://vod.tvp.pl/website/megality-historia-sprzed-5500-lat,47867432#>)
3. Udostępnienie filmu „*Megality – 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/megality-historia-sprzed-5500-lat-na-kanale-tvp-historia/>
8. Archeologia żywa – magazyn popularnonaukowy, data publikacji: 9 wrz 2018 <https://archeologia.com.pl/megality-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 wspomagania 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 podnożków. Zestawy instaluje się w podstawowej ramie wózka inwalidzkiego. W trybie ręcznym użytkownik wykorzystuje napęd ciągowy w niezmienny 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

Na studia II stopnia może być przyjęta osoba, która posiada dyplom ukończenia studiów I stopnia lub jednolitych magisterskich kończących się tytułem zawodowym inżyniera lub magistra inżyniera. W szczególności kandydat powinien posiadać następującą wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne określone efektami uczenia się dla kierunku inżynieria biomedyczna na poziomie studiów I stopnia:

- wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, chemii, mechaniki i wytrzymałości materiałów umożliwiającą zrozumienie podstaw teoretycznych inżynierii biomedycznej,
- wiedzę z projektowania inżynierskiego wspomagane komputerowo i grafiki inżynierskiej,
- wiedzę z zakresu materiałoznawstwa, w szczególności biomateriałów, umożliwiającą zrozumienie zależności pomiędzy strukturą i właściwościami materiałów oraz umiejętności z tym związane,
- wiedzę z biofizyki oraz biomechaniki związaną z inżynierią biomedyczną,
- wiedzę w zakresie technik obrazowania medycznego i elektronicznej aparatury medycznej oraz implantów i sztucznych narządów,
- wiedzę w zakresie anatomii i fizjologii,
- wiedzę z elektrotechniki i elektroniki, języków programowania, metrologii, automatyki i robotyki, sensorów i pomiarów wielkości nieelektrycznych, cyfrowego przetwarzania sygnałów.

Rekrutacja na studia stacjonarne II stopnia na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* odbywa się zgodnie z warunkami i trybem przyjmowania ustalonymi na dany rok akademicki zapisanymi w odpowiedniej uchwale Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej (w roku akademickim 2023/2024 jest to Uchwała Nr 78/2020-2024 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 27 kwietnia 2022 r. w sprawie warunków i trybu przyjmowania na studia w roku akademickim 2023/2024). Na studia II stopnia może być przyjęta osoba, która posiada dyplom ukończenia studiów I stopnia lub jednolitych magisterskich kończących się tytułem zawodowym inżyniera lub magistra inżyniera. Podstawą przyjęcia na studia drugiego stopnia na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering* jest:

- pozytywny wynik egzaminu wstępnego,
- średnia ocen z całego przebiegu studiów pierwszego stopnia lub jednolitych studiów magisterskich.

Egzamin wstępny realizowany jest w formie rozmowy kwalifikacyjnej, która obejmuje sprawdzenie uzyskania przez kandydata efektów uczenia się wymaganych do podjęcia studiów drugiego stopnia na danym kierunku studiów.

Końcowy wynik uzyskany w postępowaniu kwalifikacyjnym stanowi suma punktów z rozmowy kwalifikacyjnej (maksymalnie 50 pkt, w tym do 36 pkt za wiedzę merytoryczną przyswojoną w trakcie

studiów pierwszego stopnia, do 6 pkt za kompetencje społeczne i do 8 pkt za motywację i dodatkowe osiągnięcia) oraz punktów uzyskanych przez kandydata za średnią ze studiów pierwszego stopnia (średnia ważona ocen z przebiegu studiów x 10). Łącznie maksymalna liczba punktów wynosi 100. Próg przyjęcia (próg kwalifikacji) wynosi 50 pkt.

Osoby przystępujące do rozmowy kwalifikacyjnej przedstawiają komisji kwalifikacyjnej zaświadczenie odpowiedniej uczelni o uzyskanej średniej ocen z przebiegu studiów I stopnia lub jednolitych magisterskich albo suplementu do dyplomu zawierającego wspomnianą średnią. Przed przystąpieniem do rozmowy kwalifikacyjnej zostanie też zweryfikowana tożsamość kandydata.

Zasady przyjęcia cudzoziemców na studia przedstawiono w zarządzeniu rektora (w roku akademickim 2022/2023 jest to Zarządzenie Nr 17 Rektora Politechniki Poznańskiej z dnia 19 kwietnia 2022 r.). W celu przeprowadzenia rekrutacji rektor powołuje Komisję Rekrutacji Cudzoziemców, w skład której wchodzi: nauczyciele akademicki oraz pracownicy administracyjni Politechniki Poznańskiej. Komisja Rekrutacji Cudzoziemców ustala wyniki kwalifikacji kandydatów biorących udział w postępowaniu kwalifikacyjnym. Protokół przyjęcia Komisja Rekrutacji Cudzoziemców sporządza na podstawie pozytywnego wyniku egzaminu wstępnego, w postaci testu kwalifikacyjnego wykonywanego online, sprawdzającego predyspozycje kandydata do podjęcia studiów oraz przedłożonych przez kandydata dokumentów potwierdzających dotychczasowy przebieg edukacji.

Wyniki postępowania kwalifikacyjnego udostępnione zostaną w terminie zgodnym z harmonogramem rekrutacji.

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:

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 inż. Grzegorz Adamek	Instytut Inżynierii Materiałowej	1.10.2010	TAK
mgr inż. Martyna Białecka	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2018	TAK
mgr Michał Brzóška	Biuro Prorektorów	nie dotyczy	nie dotyczy
dr hab. inż. Jacek Buśkiewicz	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.11.1997	TAK
dr hab. n. med. Szczeban Cofta	Pracownik zewnętrzny	nie dotyczy	NIE
dr hab. inż. Ewa Dostatni	Instytut Technologii Materiałów	22.11.1993	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. inż. Jarosław Jakubowicz	Instytut Inżynierii Materiałowej	1.11.1997	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. Monika Knitter	Instytut Technologii Materiałów	1.10.2003	TAK
mgr Małgorzata Konopko	Centrum Języków Obcych i Komunikacji	1.10.2006	TAK
dr inż. Arkadiusz Kubacki	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2017	TAK
dr inż. Dawid Kucharski	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2011	TAK
dr inż. Mateusz Kukła	Instytut Konstrukcji Maszyn	1.10.2014	TAK
dr inż. Remigiusz Łabudzki	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2007	TAK
dr inż. Rafał Mierzwiak	Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Jakości	1.10.2009	TAK
dr inż. Adam Myszkowski	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.1995	TAK
dr inż. Krzysztof Netter	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2004	TAK
dr inż. Marcin Nowak	Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Jakości	1.10.2017	TAK
prof. dr hab. inż. Michał Nowak	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.11.1991	TAK
dr inż. Adam Patalas	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2017	TAK
dr inż. Adam Piasecki	Instytut Inżynierii Materiałowej	1.10.2004	TAK
dr n. med. Adam Pogorzała	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2020	TAK
dr inż. Wojciech Ptaszyński	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.1992	TAK
dr inż. Robert Roszak	Instytut Technologii Mechanicznej	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. inż. 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 hab. inż. Maciej Tabaszewski	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.1989	TAK
dr hab. inż. Anita Uściłowska	Instytut Technologii Materiałów	1.10.1994	TAK
dr Tomasz Walczak	Instytut Mechaniki Stosowanej	1.10.2003	TAK
dr inż. Bartosz Wieczorek	Instytut Konstrukcji Maszyn	1.10.2015	TAK
dr hab. inż. Ewa Więcek-Janka	Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Jakości	1.09.1996	TAK
dr inż. Marcin Wiśniewski	Instytut Technologii Mechanicznej	1.10.2007	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:

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 związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową (dotyczy profilu ogólnokademięckiego)
dr inż. Grzegorz Adamek	30	30
mgr inż. Martyna Białecka	15	15
mgr Michał Brzóska	30	0
dr hab. inż. Jacek Buśkiewicz	90	90
dr hab. n. med. Szczepan Cofta	30	0
dr hab. inż. Ewa Dostatni	30	30
dr inż. Adam Górny	4	4
dr hab. inż. Filip Górski	150	150
dr inż. Jakub Grabski	120	120
dr hab. inż.	75	75

Jarosław Jakubowicz		
mgr Łukasz Jeszke	2	0
dr hab. inż. Hubert Jopek	30	30
dr inż. Monika Knitter	30	30
mgr Małgorzata Konopko	30	0
dr inż. Arkadiusz Kubacki	30	30
dr inż. Dawid Kucharski	45	45
dr inż. Mateusz Kukła	15	15
dr inż. Remigiusz Łabudzki	60	60
dr inż. Rafał Mierzwiak	30	30
dr inż. Adam Myszkowski	20	20
dr inż. Krzysztof Netter	20	20
dr inż. Marcin Nowak	30	30
prof. dr hab. inż. Michał Nowak	210	210
dr inż. Adam Patalas	75	75
dr inż. Adam Piasecki	30	30
dr n. med. Adam Pogorzała	60	60
dr inż. Wojciech Ptaszyński	20	20
dr inż. Robert Roszak	20	20
dr inż. Dominik Rybarczyk	75	75
dr hab. inż. Michał Rychlik	230	230
dr hab. inż. Piotr Siwak	30	30
mgr Joanna Skrobała	30	0
mgr Katarzyna Sobańska	30	0
prof. dr hab. inż. Ewa Stachowska	95	95
dr hab. inż. Witold Stankiewicz	50	50
dr hab. Tomasz Strępek	30	30

dr hab. inż. Grażyna Sypniewska-Kamińska	30	30
dr hab. inż. Maciej Tabaszewski	30	30
dr hab. inż. Anita Uściłowska	30	30
dr Tomasz Walczak	75	75
dr inż. Bartosz Wieczorek	15	15
dr hab. inż. Ewa Więcek-Janka	15	15
dr inż. Marcin Wiśniewski	30	30
mgr Robert Witkowski	15	0
dr Małgorzata Wojsznis	30	30
mgr inż. Magdalena Żukowska	30	30

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 m², które liczą łącznie ponad 2719 miejsc, w tym 17 dużymi salami o powierzchni od 100 do 150 m² oraz 5 salami o powierzchni powyżej 200 m². 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
Laboratorium biomechaniki MC431a	<ul style="list-style-type: none"> - system analizy ruchu BTS Smart 6000 DX (6 kamer, stacja robocza + monitor, wzmacniacze platform + EMG, zbudowana ścieżka z krytymi platformami, zestaw pasywnych markerów), - dwie platformy dynamometryczne AMTI wbudowane w ścieżkę, - zestaw EMG do analizy aktywności mięśni – 8 kanałowy firmy Noraxon, z możliwością akwizycji bezprzewodowej sygnałów, - bieżnia sportowa. <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu patobiomechaniki.</p>

Laboratorium inżynierii wirtualnej MC412	<ul style="list-style-type: none"> - maszyny Rapid Prototyping pracujące w technologiach SLA (V-Flash, XYZprinting NOBEL), FDM (BFB, XYZprinting daVinci Pro) i LOM (SOLIDO) i inne, - skaner trójwymiarowy stykowy MicroScribe 3D, - skanery bezstykowe: ScanBright, Creaform i Roland, - zestawy do budowy mini-robotów Mindstorms, - robot LynxArm oraz robot Hexapod. - oprogramowanie: 3D Doctor, Rapid Prototyping AXON, Visual Reality, BASICstamp. - zestawy Arduino. <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu inżynierii wirtualnej oraz bioniki.</p>
Laboratorium komputerowe MC416	<ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu inżynierii wirtualnej oraz bioniki.</p>
Laboratorium komputerowe MC431b	<ul style="list-style-type: none"> - 18 stanowisk komputerowych wyposażonych m.in. w następujące oprogramowanie: SolidWorks, Microsoft Visual Studio, Mathematica, Derive, Comsol Multiphysics <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu komputerowej analizy ruchu człowieka, modelowania i symulacji w inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium komputerowe MC432	<ul style="list-style-type: none"> - 16 stanowisk komputerowych wyposażonych m.in. w następujące oprogramowanie: Ansys, SolidWorks, Microsoft Visual Studio, Matlab <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu przetwarzania obrazów medycznych, modelowania i symulacji w inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium optomechaniki MC214	<ul style="list-style-type: none"> - układ do interferometrycznego pomiaru topografii powierzchni (konstrukcja własna do protetyki). <p>W laboratorium odbywają się zajęcia dotyczące zastosowań laserów w medycynie i inżynierii biomedycznej.</p>
Laboratorium optroniki MC212	<ul style="list-style-type: none"> - cyfrowy mikroskop holograficzny T1000 Lyncee Tec.

	<ul style="list-style-type: none"> - wibrometr laserowy VibroMap 1000 Optonor. - interferometr Macha-Zehndera (konstrukcja własna). - shearograf Dantec Q800 DIC - optyczny, trójwymiarowy i bezdotykowy system do pomiaru odkształceń i przemieszczeń w czasie rzeczywistym. - urządzenie do laserowej stymulacji cieśni nadgarstka (konstrukcja własna). - układ shearograficzny (konstrukcja własna). <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"> - wyciączarka dwuślimakowa współbieżna Zamak 16/40 EHD, - wyciączarki jednoślimakowe: Metalchem T32, Metalchem W25 - linia do wytłaczania rur Ø32 Remiplast - mieszalnik periodyczny Brabender - wtryskarka hydrauliczna Engel ES 80/20 HLS - wtryskarka elektryczna Engel e-mac 170/50 - wtryskarka hydrauliczna Arburg 221-55-250 - laboratoryjna pneumatyczna wtryskarka tłokowa Birmingham - laboratoryjna prasa hydrauliczna Remiplast - wrzecionowa maszyna do odlewania rotacyjnego - stanowisko do odlewania rotacyjnego tworzyw chemoutwardzalnych - zgrzewarka wysokiej częstotliwości Zemat ZD 2 N - walcarka do wytwarzania mieszanek gumowych Blere 51/64 - termoformierka CR Clarke 725FLB <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu biomateriałów polimerowych i kompozytowych oraz metod i przetwarzania.</p>
Laboratorium sterowników mikroprocesorowych MC217	<ul style="list-style-type: none"> - 15 stanowisk komputerowych z oprogramowaniem Spyder oraz interpreterem Python, - 7 zestawów komputerów jednoukładowych Raspberry Pi z modułami SensHat wyposażonymi w różnego typu czujniki (m. in. akcelerometr, żyroskop) oraz diodami LED RGB. <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu komputerowego sterowania urządzeniami medycznymi.</p>
Laboratorium szybkiego wytwarzania BM120	<ul style="list-style-type: none"> - drukarki 3D pro: Stratasys, Zortrax, MakerBot, Raise 3D, VShaper,

	<ul style="list-style-type: none"> - drukarki 3D low/medium: XYZ Printing, Creality, Anet, Prusa, FlashForge, - drukarki 3D w technologii SLA, DLP, 3DP, - Vacuum Casting – komora próżniowa MCP HEK, - maszyna wytrzymałościowa SunPoc Universal Testing Machine, - skaner 3D GOM ATOS I, - kamera termowizyjna. <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu technik szybkiego wytwarzania w medycynie i inżynierii biomedycznej, np. szybkiego wytwarzania ortez i protez.</p>
Laboratorium wirtualnego projektowania BM108	<ul style="list-style-type: none"> - helmy VR: HTC Vive, Vive Pro, Oculus Rift, Oculus Quest, Samsung Odyssey HMD, - systemy śledzenia: Steam VR 2.0, Kinect, Intel RealSense, Personal Space Tracker, HTC Vive Tracker, - urządzenia rozpoznawania gestów: Valve Index, Noitom Hi5 Glove, 5DT DataGlove 14, - urządzenia Augmented i Mixed Reality: HoloLens, Epson Moverio, Vuzix M300, - oprogramowanie: Unity 3D Pro, Unreal Engine, 3D Studio MAX, - skaner optyczny David SLS-3 (zabudowany w stanowisku do automatycznego skanowania kończyn), - skaner optyczny EinScan Pro. <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"> - twardościomierz Vickersa / Knoop: Innovatest Falcon 507, - twardościomierz Brinella: Innovatest Nexus 3000, - uniwersalna maszyna wytrzymałościowa: Zwick Z100, - uniwersalna maszyna wytrzymałościowa: EU 100, - pulsator hydrauliczny: MTS 810, - wielokanałowy wzmacniacz pomiarowy: HBM MGC+. <p>W laboratorium odbywają się zajęcia z zakresu badań mechanicznych materiałów stosowanych w inżynierii biomedycznej.</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. Wykaz załączników niezbędnych przy tworzeniu kierunku studiów

1. 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		
SEMESTR I								
1	Przedmiot obieralny 1 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 1 (humanistic / social))	30	30	-	-	-	2	-
1A	Negocjacje w biznesie (Business negotiations)							
1B	Zarządzanie zespołem pracowniczym (Team management)							
2	Wyszukiwanie literatury naukowej (Searching for scientific literature)	2	-	-	-	2	0	-
3	Podstawowe szkolenie z zakresu BHP (A Short Course in Occupational Safety)	4	4	-	-	-	-	-
4	Biomechaniczne modelowanie ruchu człowieka (Biomechanical modeling of human movement)	45	15	-	30	-	4	-
5	Inżynieria ortopedyczna i rehabilitacyjna (Orthopaedic and rehabilitation engineering)	45	15	-	-	30	3	X
6	Patobiomechanika (Patobiomechanics)	45	15	-	30	-	3	X
7	Systemy informatyczne w medycynie (Information systems in medicine)	45	15	-	30	-	3	X
8	Podstawy bioniki i inżynierii wirtualnej (Basics of bionics and virtual engineering)	45	15	-	15	15	3	X
9	Mechano i balneoterapia (Mechano- and balneotherapy)	30	15	-	-	15	2	-
10	Inżynieria telemedyczna (Telemedical engineering)	30	15	-	15	-	2	-
11	Badania właściwości biomateriałów i tkanek (Testing of biomaterials and tissues)	30	15	-	15	-	2	-
12	Roboty medyczne i rehabilitacyjne (Medical and rehabilitation robots)	30	15	-	15	-	2	-
13	Wirtualne projektowanie w inżynierii biomedycznej (Virtual design in biomedical engineering)	30	15	-	15	-	2	-
14	Mechanika płynów ustrojowych i bioprzepływów (Mechanics of body fluids and bioflows)	30	15	-	15	-	2	-
<i>Razem w semestrze I:</i>		441	199	-	180	62	30	4
SEMESTR II								
15	Biomateriały polimerowe i kompozytowe (Polymer and composite biomaterials)	45	30	-	15	-	3	X
16	Przetwarzanie obrazów medycznych (Medical images processing)	45	15	-	15	15	3	X
17	Inżynieria powierzchni biomateriałów (Biomaterials surface engineering)	30	15	-	15	-	2	-
18	Wypożyczenie sal operacyjnych i gabinetów medycznych (Equipment of surgical and medical rooms)	30	15	-	-	15	2	-
19	Badania kliniczne produktów leczniczych i wyrobów	15	15	-	-	-	1	-

	medycznych (Clinical trials of medicinal products and medical devices)							
Specjalność / Specialization: Urządzenia medyczne i rehabilitacyjne (UMiR) / Medical and Rehabilitation Devices (MRD)								
S1-20	Praca przejściowa (Passing project)	45	-	-	-	45	4	-
S1-21	Komputerowe sterowanie urządzeniami medycznymi (Computer control of medical devices)	45	15	-	15	15	4	X
S1-22	Protezowanie kończyn i kręgosłupa (Prosthesis of limbs and spine)	45	15	-	-	30	4	X
S1-23	Projektowanie urządzeń rehabilitacyjnych (Design of rehabilitation equipment)	30	15	-	-	15	2	-
S1-24	Aparatura medyczna w praktyce klinicznej (Medical equipment in clinical practice)	30	15	-	-	15	2	-
S1-25	Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4)	30	15	-	-	15	2	-
S1-25A	Techniki łączenia w biokonstrukcjach (Joining techniques in bio-constructions)							
S1-25B	Urządzenia wspomagające mobilność człowieka (Assistive devices for human mobility)							
S1-26	Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	15	-	-	-	15	1	-
<i>Razem w semestrze II:</i>		405	165	-	60	180	30	4
Specjalność / Specialization: Inżynieria implantów i protezowania (IiIP) / Engineering of Implants and Prosthesis (EIP)								
S2-20	Praca przejściowa (Passing project)	45	-	-	-	45	4	-
S2-21	Projektowanie właściwości biomateriałów i implantów (Designing of biomaterials and implants properties)	45	15	-	-	30	4	X
S2-22	Inżynieria bioprocessów i powierzchni biomateriałów (Engineering of bioprocesses and biomaterials surfaces)	45	30	-	-	15	4	X
S2-23	Protetyka (Prosthetics)	30	15	-	-	15	2	-
S2-24	Nowoczesne technologie biomateriałów (Modern technologies of biomaterials)	30	15	-	-	15	2	-
S2-25	Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4)	30	15	-	-	15	2	-
S2-25A	Techniki łączenia biomateriałów (Joining techniques of biomaterials)							
S2-25B	Urządzenia wspomagające mobilność człowieka (Assistive devices for human mobility)							
S2-26	Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	15	-	-	-	15	1	-
<i>Razem w semestrze II:</i>		405	180	-	45	180	30	4
Specjalność / Specialization: Bionika i inżynieria wirtualna (BiIW) / Bionics and Virtual Engineering (BVE)								
S3-20	Praca przejściowa (Passing project)	45	-	-	-	45	4	-
S3-21	Bionika (Bionics)	60	30	-	-	30	4	-
S3-22	Rzeczywistość rozszerzona w inżynierii biomedycznej (Augmented reality in biomedical engineering)	30	15	-	15	-	3	X
S3-23	Inżynieria odwrotna i skanowanie 3D obiektów biologicznych (Reverse engineering and 3D scanning of biological objects)	30	15	-	15	-	3	X
S3-24	Projektowanie bioniczne w chmurze obliczeniowej (Virtual design in cloud with elements of bionics)	30	15	-	15	-	2	-
S3-25	Przedmiot obieralny 4 (Elective course 4)	30	15	-	15	-	2	-
S3-25A	Metody biomimetyczne w projektowaniu (Biomimetic methods in mechanical design)							
S3-25B	Modelowanie struktur bionicznych i organicznych (Modeling of bionic and organic structures)							
S3-25C	Symulacja i analiza konstrukcji bionicznych (Simulation and analysis of bionic structures)							
S3-26	Seminarium przeddyplomowe (Pre-graduate seminar)	15	-	-	-	15	1	-

<i>Razem w semestrze II:</i>		405	180	-	105	120	30	4
SEMESTR III								
27	Przedmiot obieralny 2 (humanistyczny / społeczny) (Elective course 2 (humanistic / social))	30	30	-	-	-	2	-
27A	Savoir-vivre i protokół dyplomatyczny (Savoir-vivre and diplomatic protocol)							
27B	Strategie marketingowe innowacyjnych produktów (Marketing strategies for innovative products)							
28	Przedmiot obieralny 3 (humanistyczny / społeczny) Elective course 3 (humanistic / social)	15	15	-	-	-	1	-
28A	Trening umiejętności menedżerskich (Managerial skills training)							
28B	Psychologia zarządzania (Psychology of management)							
29	Język obcy (Foreign language)	30	-	30	-	-	2	-
29A	Język angielski (English)							
29B	Język niemiecki (German)							
29C	Język polski (Polish)*							
30	Wychowanie fizyczne (Physical education)	15	-	15	-	-	-	-
31	Lasery w medycynie (Lasers in medicine)	45	15	-	30	-	3	-
<i>Specjalność / Specialization: Urządzenia medyczne i rehabilitacyjne (UMiR) / Medical and Rehabilitation Devices (MRD)</i>								
S1-32	Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of diploma thesis)	60	-	-	-	60	11	-
S1-33	Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	45	-	-	-	45	3	-
S1-34	Interakcja człowiek-urządzenie medyczne (Human - medical equipment interaction)	30	15	-	15	-	2	-
S1-35	Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5)*	30	15	-	15	-	2	-
S1-36	Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6)*	30	15	-	15	-	2	-
S1-37	Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7)*	30	15	-	15	-	2	-
S1-35-37A	Algorytmy zainspirowane naturą i ich zastosowania (Nature inspired algorithms and their applications)							
S1-35-37B	Automatyzacja projektowania wyrobów medycznych (Automation of individualized medical products design)							
S1-35-37C	Inżynieria wiedzy i eksploracja danych w medycynie (Knowledge engineering and data mining in medicine)							
S1-35-37D	Szybkie projektowanie i wytwarzanie ortez i protez (Rapid design and manufacturing of orthoses and prostheses)							
S1-35-37E	Wybrane techniki obrazowania w bioinżynierii (Selected imaging techniques in bioengineering)							
S1-35-37F	Wykrywanie i diagnozowanie wspomagane komputerowo (Computer aided detection and diagnosis)							
<i>Razem w semestrze III:</i>		360	120	45	90	105	30	0
<i>Specjalność / Specialization: Inżynieria implantów i protezowania (IliP) / Engineering of Implants and Prosthesis (EIP)</i>								
S2-32	Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of diploma thesis)	60	-	-	-	60	11	-
S2-33	Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	45	-	-	-	45	3	-
S2-34	Modelowanie budowy i ewolucji tkanek (Tissue modeling including adaptation and evolution)	30	15	-	15	-	2	-
S2-35	Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5)*	30	15	-	15	-	2	-
S2-36	Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6)*	30	15	-	15	-	2	-
S2-37	Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7)*	30	15	-	15	-	2	-
S2-35-37A	Mechanika kompozytów i biokompozytów (Mechanics of composites and biocomposites)							

S2-35-37B	Modelowanie procesów fizjologicznych (Modeling of physiological processes)							
S2-35-37C	Skanowanie przestrzenne w zastosowaniach biomedycznych (3D scanning in biomedical applications)							
S2-35-37D	Symulacja i analiza konstrukcji bionicznych (Simulation and analysis of bionic structures)							
S2-35-37E	Szybkie projektowanie i wytwarzanie ortez i protez (Rapid design and manufacturing of orthoses and prostheses)							
S2-35-37F	Wymiana ciepła w bioinżynierii (Heat transfer in bioengineering)							
<i>Razem w semestrze III:</i>		360	120	45	90	105	30	0
Specjalność / Specialization: Bionika i inżynieria wirtualna (BiW) / Bionics and Virtual Engineering (BVE)								
S3-32	Przygotowanie pracy dyplomowej (Preparation of diploma thesis)	60	-	-	-	60	11	-
S3-33	Seminarium dyplomowe (Diploma seminar)	45	-	-	-	45	3	-
S3-34	Zaawansowane techniki przetwarzania obrazów medycznych (Advanced techniques in medical images processing)	30	15	-	15	-	2	-
S3-35	Przedmiot obieralny 5 (Elective course 5)**	30	15	-	15	-	2	-
S3-36	Przedmiot obieralny 6 (Elective course 6)**	30	15	-	15	-	2	-
S3-37	Przedmiot obieralny 7 (Elective course 7)**	30	15	-	15	-	2	-
S3-35-37A	Automatyzacja projektowania wyrobów medycznych (Automation of individualized medical products design)							
S3-35-37B	Człowiek w systemie technicznym (Human in technical system)							
S3-35-37C	Komputerowe sterowanie urządzeniami medycznymi (Computer control of medical devices)							
S3-35-37D	Modelowanie budowy i ewolucji tkanek (Tissue modeling including adaptation and evolution)							
S3-35-37E	Wybrane techniki obrazowania w bioinżynierii (Selected imaging techniques in bioengineering)							
S3-35-37F	Wykrywanie i diagnozowanie wspomagane komputerowo (Computer aided detection and diagnosis)							
<i>Razem w semestrze III:</i>		360	120	45	90	105	30	0
Razem (dla UMiR):		1206	484	45	330	347	90	8
Razem (dla IiP):		1206	499	45	315	347	90	8
Razem (dla BiW):		1206	499	45	375	287	90	8

*dla obcokrajowców

**studenci wybierają 3 spośród 6 zaproponowanych przedmiotów dla danej specjalności

2. Karty opisu przedmiotów (karty ECTS)

Komplet kart opisów przedmiotów w języku polskim i angielskim zawarto w załączniku VIII.1.

3. Kopia opinii odpowiedniej Rady Wydziału.

Kopię opinii Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej zawarto w załączniku VIII.2.

4. Kopia opinii samorządu studenckiego dotycząca programu studiów.

Kopię opinii Wydziałowej Rady Samorządu Studenckiego Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej zawarto w załączniku VIII.3.

5. 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.

6. **Kopie porozumień z pracodawcami** albo deklaracji pracodawców w sprawie przyjęcia określonej liczby studentów na praktyki.

Do programu studiów nie dołączono kopii porozumień z pracodawcami ze względu na brak praktyk w planie studiów stacjonarnych II stopnia na kierunku *inżynieria biomedyczna / Biomedical Engineering*.

VIII. 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.