



PROGRAM STUDIÓW

I. Ogólna charakterystyka studiów

1. Nazwa kierunku studiów

edukacja techniczno-informatyczna

2. Poziom studiów

studia drugiego stopnia

3. Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji

siódmy

4. Forma studiów

studia stacjonarne

5. Profil studiów

ogólnoakademicki

6. Tytuł zawodowy nadawany absolwentom

magister inżynier

7. Dziedzina nauki/sztuki oraz dyscyplina naukowa/artystyczna

Nazwa dziedziny	Nazwa dyscypliny	Procentowy udział punktów ECTS (%)	Dyscyplina wiodąca
nauki inżynieryjno-techniczne	inżynieria materiałowa	56%	Tak
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	44%	Nie

8. Klasyfikacja ISCED

0719 Inżynieria i zawody inżynierskie gdzie indziej niesklasyfikowane

9. Liczba semestrów:

3

10. Liczba punktów ECTS wymagana do uzyskania kwalifikacji

Przyporządkowanie punktów ECTS	Liczba punktów ECTS	Udział procentowy
W programie studiów do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia.	90	100%
Do zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów.	45,5	50,6%

Zajęciom związanym 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.	80	88,9%
Zajęciom z obszarów nauk humanistycznych lub nauk społecznych (w przypadku kierunków studiów przypisanych do obszarów innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne).	8	
Przedmiotom obieralnym (zajęciom do wyboru).	41	45,5%
Praktykom zawodowym (jeżeli program studiów przewiduje praktyki).	-	
Z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.	-	-

11. Język kształcenia

polski

12. Liczba godzin zajęć w programie studiów

1131 godzin zajęć w planie studiów

13. Efekty uczenia się

Efekty uczenia się dla kierunku edukacja techniczno-informatyczna (ETI) 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 (PRK) oraz w ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji z dnia 22 grudnia 2015 r. (Dz. U. 2016 poz. 64). Na kierunku ETI (studia drugiego stopnia – PRK poziom 7) sformułowano 27 kierunkowych efektów uczenia się, w tym 10 z zakresu wiedzy, 12 z zakresu umiejętności i 5 z zakresu kompetencji społecznych. Opracowany program studiów umożliwia skuteczne osiągnięcie efektów uczenia się, w tym także prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich (punkt 20 wniosku), określonych w wymienionych Ustawie i Rozporządzeniu.

Symbol	Efekty uczenia się dla kierunku studiów <i>edukacja techniczno-informatyczna</i> Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku studiów <i>edukacja techniczno-informatyczna</i> absolwent:	Odniesienie do kwalifikacji w ramach szkol. wyż. na poz. 7
WIEDZA		
K2_W01	ma pogłębioną i szczegółową wiedzę dotyczącą wybranych zagadnień z inżynierii materiałowej, fizyki, biofizyki, informatyki, bioinformatyki, elektroniki i automatyki stosowanych w nowoczesnych technologiach, modelowania i komputerowej symulacji przebiegu procesów, a także działania urządzeń i układów	P7S_WG
K2_W02	ma szczegółową wiedzę w zakresie przygotowywania dokumentacji technicznej z wykorzystaniem programów komputerowych	P7S_WG
K2_W03	w zaawansowanym stopniu zna budowę i rozumie zasadę działania podstawowych urządzeń badawczych i pomiarowych oraz zna procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń i systemów technicznych	P7S_WG
K2_W04	zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z wybranego obszaru informatyki i techniki	P7S_WG
K2_W05	ma pogłębioną wiedzę z projektowania inżynierskiego i grafiki inżynierskiej, pozwalającą projektować obiekty i procesy oraz układy w ujęciu systemowym	P7S_WG

K2_W06	ma pogłębioną wiedzę ogólną w zakresie algorytmów, architektury systemów komputerowych, systemów operacyjnych, technologii sieciowych, języków programowania, grafiki, sztucznej inteligencji, baz danych, wspomagania decyzji, systemów uczących się, inżynierii oprogramowania oraz programowania strukturalnego i obiektowego	P7S_WG
K2_W07	zna i rozumie główne tendencje rozwojowe i najistotniejsze osiągnięcia w zakresie technik i technologii właściwych dla kierunku studiów edukacja techniczno- informatyczna	P7S_WG
K2_W08	zna główne trendy rozwojowe dotyczące materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych i ich potencjalnych zastosowań w przemyśle oraz ma zaawansowaną szczegółową wiedzę dotyczącą technologii wytwarzania wybranych materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych oraz metod ich charakteryzacji	P7S_WG
K2_W09	ma wiedzę na temat form indywidualnej przedsiębiorczości, zasad prowadzenia działalności gospodarczej oraz zarządzania strategicznego	P7S_WK
K2_W10	zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji, w tym dotyczące zagadnień ekonomicznych, prawnych etycznych związanych z działalnością zawodową, a także zna zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P7S_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
K2_U01	potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę z zakresu wybranych zagadnień matematyki, informatyki i inżynierii materiałowej do formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów oraz do wykonywania zadań w niestandardowych warunkach w obszarach związanych z kierunkiem edukacja techniczno- informatyczna	P7S_UW
K2_U02	potrafi, na podstawie posiadanej wiedzy, pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (w języku polskim i angielskim), integrować je, dokonywać ich analizy i interpretacji oraz przedstawić w formie prezentacji	P7S_UW
K2_U03	potrafi projektować i wykonywać typowe dla kierunku edukacja techniczno-informatyczne, urządzenia lub systemy w oparciu o przyjętą specyfikację oraz prawidłowo dobrane metody, techniki, narzędzia (w tym informatyczne) i materiały	P7S_UW
K2_U04	potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty fizyczne i symulacyjne w obszarach związanych z kierunkiem studiów, interpretować uzyskane wyniki oraz na ich podstawie wyciągać wnioski	P7S_UW
K2_U05	potrafi w procesie identyfikacji, formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich dostrzegać i uwzględniać aspekty pozatechniczne, w tym etyczne	P7S_UW
K2_U06	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich, dokonywać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań	P7S_UW
K2_U07	potrafi stosować zaawansowane techniki informacyjno- komunikacyjne, prowadzić krytyczną analizę oraz syntezę opracowań naukowych dotyczących szczegółowych zagadnień z zakresu informatyki, inżynierii materiałowej i techniki w celu innowacyjnego wykonania zadań w warunkach nieprzewidywalnych	P7S_UK
K2_U08	potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz	P7S_UK

	specjalistyczną terminologią z zakresu informatyki, techniki i inżynierii materiałowej	
K2_U09	potrafi kierować pracą zespołu lub pełnić w nim wiodącą rolę oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych	P7S_UO
K2_U10	potrafi samodzielnie planować i realizować proces własnego uczenia się przez całe życie oraz określić kierunki dalszego rozwoju zawodowego swojego i innych	P7S_UU
K2_U11	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w obszarach informatyki, fizyki i inżynierii materiałowej	P7S_UK
K2_U12	potrafi komunikować się ze środowiskiem naukowym i otoczeniem gospodarczym w zakresie specjalistycznej tematyki dotyczącej informatyki, techniki i inżynierii materiałowej, a także prowadzić debatę w tych obszarach	P7S_UK
K2_U13	potrafi dobrać i zastosować odpowiednie metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne w celu rozwiązania zadań inżynierskich z obszaru informatyki, fizyki i inżynierii materiałowej	P7S_UW
K2_U14	potrafi dokonywać krytycznej analizy funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych, ocenić te rozwiązania, również pod kątem technologicznym	P7S_UW
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
K2_K01	jest gotowy do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści z zakresu informatyki, techniki i inżynierii materiałowej oraz rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	P7S_KK
K2_K02	jest gotowy do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz w uzasadnionych przypadkach zasięgania opinii ekspertów	P7S_KK
K2_K03	jest gotowy do pełnienia roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego oraz do formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej	P7S_KO
K2_K04	jest gotowy do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy oraz do inicjowania działań na rzecz interesu publicznego	P7S_KO
K2_K05	jest przygotowany do pełnienia ról zawodowych, podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad	P7S_KR

14. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się

Zasady weryfikacji oraz oceny osiągnięcia efektów uczenia się przewidzianych w czasie studiów na kierunku ETI opisane są w Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej (Uchwała Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej nr 55/2024-2028 z dnia 30 kwietnia 2025r.). Zgodnie z Regulaminem, poszczególnym zajęciom lub grupom zajęć (modułom zajęć) przyporządkowana jest odpowiednia liczba punktów ECTS, która podana jest w karcie ECTS zajęć (karta opisu przedmiotu/karta ECTS). Suma punktów ECTS przyporządkowana zajęciom w każdym semestrze wynosi 30. Warunkiem zaliczenia semestru jest uzyskanie oceny co najmniej dostatecznej ze wszystkich form zajęć przewidzianych w programie studiów oraz zaliczenie bez ocen: zajęć z wychowania fizycznego i wymaganych zajęć szkoleniowo-informacyjnych przewidzianych w programie studiów dla danego semestru. Student,

który nie zaliczył wszystkich zajęć przewidzianych w programie studiów dla danego semestru, zostaje warunkowo wpisany na kolejny semestr studiów, jeżeli łączna liczba punktów ECTS przypisanych do niezaliczonych zajęć nie przekracza 14 punktów ECTS. W uzasadnionych przypadkach, warunkowego zezwolenia na kontynuowanie studiów w następnym semestrze lub roku może udzielić dziekan lub rektor. Do uzyskania dyplomu ukończenia studiów drugiego stopnia niezbędne jest zdobycie wymaganych w programie studiów punktów ECTS oraz uzyskanie oceny pozytywnej lub zaliczenia (w zależności od formy zaliczenia zajęć) ze wszystkich zajęć przewidzianych w programie studiów, dla których nie przewidziano przypisania punktów ECTS.

Weryfikacja i ocena stopnia opanowania efektów uczenia się przez studentów realizowana jest zarówno w trakcie procesu kształcenia, jak i po jego zakończeniu poprzez monitorowanie losów absolwentów. Do bezpośredniego sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych stosuje się szereg metod, które zapewniają obiektywną i rzetelną ocenę. Do sprawdzania efektów uczenia się stosowane są następujące metody dostosowane do rodzaju oraz formy prowadzonych zajęć dydaktycznych:

- wykłady – egzaminy albo zaliczenia,
- ćwiczenia – kolokwia lub sprawdziany,
- laboratoria – sprawdziany oraz sprawozdania,
- zajęcia projektowe – obrona projektu (etapowa i/lub końcowa).

Decyzję o formie zaliczenia zajęć podejmuje osoba odpowiedzialna za zajęcia. Wybrane formy zaliczenia opisane są w kartach ECTS, a informacje o konkretnych kryteriach i zasadach oceniania przekazuje prowadzący na pierwszych zajęciach, podając także zakres przerabianego materiału, literaturę oraz terminy konsultacji. Metody sprawdzania efektów uczenia się mogą mieć formę pisemną lub ustną, a sformułowane pytania są związane z przedmiotowymi treściami programowymi przedstawionymi w kartach ECTS, co zapewnia obiektywną weryfikację efektów uczenia się.

W ramach weryfikacji efektów uczenia się istnieje możliwość zastosowania specjalistycznych platform elektronicznych (powszechnie używaną platformą elektroniczną na Politechnice Poznańskiej jest platforma eKursy). Stosowana w tym przypadku skala ocen jest zgodna z §21 Regulaminu studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej: niedostateczny (2,0), dostateczny (3,0), dostateczny plus (3,5), dobry (4,0), dobry plus (4,5), bardzo dobry (5,0). W ramach każdej formy zajęć studentowi, który w wyniku kontroli osiągnięcia efektów uczenia się otrzymał ocenę niedostateczną (2,0), przysługuje prawo do jednego zaliczenia (egzaminu) poprawkowego.

Ważną rolę w nabywaniu umiejętności i kompetencji inżynierskich odgrywają zajęcia laboratoryjne oraz projektowe. W przypadku zajęć laboratoryjnych studenci wykonują zadania eksperymentalne połączone z opracowaniem uzyskanych wyników oraz oceną wartości i źródeł niepewności pomiarowych. Każde realizowane ćwiczenie podlega ocenie w zakresie: przygotowania merytorycznego (sprawdzian wejściowy lub odpowiedź ustna) oraz wykonania pomiarów

i opracowania wyników pomiarowych według wskazań prowadzącego. W przypadku zajęć projektowych ocenie podlega przygotowanie merytoryczne (sprawdzian wejściowy lub odpowiedź ustna), analiza sposobu rozwiązywania postawionych problemów oraz forma przedstawienia (pisemny opis zagadnienia lub prezentacja ustna). Część zajęć laboratoryjnych i projektowych jest realizowana w grupach, które odpowiedzialne są za realizację konkretnego ćwiczenia lub projektu. W tym przypadku dodatkowo kształtowane są u studentów kompetencje społeczne, takie jak umiejętność pracy w grupie, umiejętność przedstawiania i uzasadniania swojego toku myślenia

oraz umiejętność krytycznej dyskusji.

Nauczyciele akademicy w trakcie realizacji zajęć dydaktycznych starają się motywować studentów do aktywności i rozwijania ich zainteresowań. Prowadzący stawiają studentom zadania problemowe, zachęcając do aktywności w dyskusji. W takim przypadku można wystawiać studentom oceny za ich aktywność. Poprzez zajęcia i koła naukowe studenci mają możliwość wzięcia udziału w badaniach naukowych realizowanych w jednostkach WIMiFT, które dotyczą zagadnień omawianych na zajęciach. W ramach programu studiów realizowane są przedmioty, na których studenci przygotowują prezentacje dotyczące wybranych problemów badawczo-technicznych. Poza aspektem poznawczym studenci rozwijają swoje kompetencje interpersonalne, społeczne oraz nabywają umiejętności związane pracą z programami multimedialnymi. Zyskują także umiejętność prezentacji problemów badawczych oraz wyników własnych prac lub badań innych autorów, co stanowi istotny czynnik weryfikacji na obecnym rynku pracy.

Procesy dyplomowania i realizacji pracy dyplomowej magisterskiej stanowią finalną metodę weryfikacji efektów uczenia się osiągniętych w ramach drugiego stopnia kształcenia na kierunku ETI. Proces dyplomowania jest opisany w Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej, Regulamin realizacji prac dyplomowych oraz przebiegu egzaminu dyplomowego dla kierunków studiów realizowanych na WIMiFT, a także w Zasadach wyboru, prowadzenia Laboratorium specjalistycznego oraz pracy dyplomowej magisterskiej na II stopniu kształcenia na kierunkach: fizyka techniczna i edukacja techniczno-informatyczna na WIMiFT umieszczonych na stronie internetowej WIMiFT. Proces dyplomowania odbywa się pod nadzorem dziekana i dyrektorów instytutów w oparciu o zasady przyjęte na WIMiFT. Zgłaszanie tematów prac dyplomowych dla studentów kierunku ETI przez nauczycieli akademickich rozpoczyna się w semestrze poprzedzającym semestr dyplomowy. Temat pracy dyplomowej magisterskiej student wybiera z proponowanej bazy tematów. W przypadku wyboru danego tematu przez więcej niż jednego studenta o przydziale tematu decyduje stopień osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się (średnia z ocen oraz aktywność studenta). W okresie poprzedzającym wybór tematów prac na WIMiFT organizowane są „drzwi otwarte”, w trakcie których studenci mogą omówić przyszłą tematykę badawczą oraz zapoznać się z podstawowymi aspektami pracy dyplomowej. Student może zaproponować własną tematykę lub modyfikację proponowanego tematu. W takim przypadku student we współpracy z promotorem opracowuje kartę tematu pracy dyplomowej magisterskiej. Pracę dyplomową student przygotowuje w formie elektronicznej (format pdf) i po akceptacji promotora umieszcza pracę w Uczelnianym Systemie Obsługi Studenta Archiwum Prac Dyplomowych (USOS APD). Następnie praca podlega analizie przez Jednolity Systemem Antyplagiatowy (JSA) w terminie określonym przez Regulamin studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej. Po zatwierdzeniu raportu z JSA przez promotora, praca dyplomowa podlega dalszym etapom procesu dyplomowania. Praca dyplomowa podlega ocenie przez promotora i przynajmniej jednego recenzenta. Promotorem oraz recenzentem pracy dyplomowej magisterskiej jest nauczyciel akademicki posiadający tytuł profesora, stopień doktora habilitowanego lub doktora. Praca 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. Egzamin dyplomowy magisterski jest egzaminem dwuetapowym. W pierwszym etapie student przedstawia tezy oraz wyniki uzyskane w ramach realizacji pracy dyplomowej w formie prezentacji. Po prezentacji pracy dyplomowej przez studenta swoje komentarze i uwagi przedstawia recenzent pracy oraz pozostali członkowie komisji egzaminu dyplomowego. Następnie student ustosunkowuje się do uwag. W drugim etapie egzaminu dyplomowego student odpowiada na wskazane przez komisję

egzaminacyjną 3 pytania wybrane z zagadnień egzaminacyjnych (zagadnienia egzaminu dyplomowego są dostępne na stronie WIMiFT). Odrębnej ocenie podlega przedstawiona praca dyplomowa, jej obrona oraz osobno odpowiedź na każde z pytań. Oceniana jest nie tylko poprawność merytoryczna, ale także poprawność i zakres wykorzystywanego słownictwa specjalistycznego w dziedzinie realizowanej pracy, jasność wypowiedzi oraz umiejętność reagowania na uwagi członków komisji egzaminu dyplomowego. Skala ocen w trakcie egzaminu dyplomowego odpowiada skali ewaluacji wykorzystywanej w czasie studiów, określonej w Regulaminie studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej.

15. Praktyki zawodowe

Nie dotyczy.

16. Język obcy

Na kierunku ETI zajęcia z języka obcego realizowane są w trakcie 2 semestru w łącznym wymiarze 30 godzin dydaktycznych (2 pkt ECTS) i kończą się zaliczeniem na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Zajęcia w ramach nauki języka obcego prowadzone są przez kadrę wyspecjalizowanej jednostki międzywydziałowej - Centrum Języków i Komunikacji Politechniki Poznańskiej.

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

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					Liczba punktów ECTS
		O	W	C	L	P	
2	Język obcy A. J. angielski B. J. niemiecki	30	-	30	-	-	2
Razem		30					2

17. Zajęcia z wychowania fizycznego

Nie dotyczy

18. Szkolenia

Szkolenia (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					Liczba punktów ECTS
		O	W	C	L	P	
1	Szkolenie BHP – z zakresu bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia.	4	4	-	-	-	-
2	Szkolenie biblioteczne – z zakresu korzystania z zasobów bibliotecznych.	2	-	-	-	2	-
Razem		6					-

19. Przedmioty obieralne (zajęcia do wyboru)

Wykaz przedmiotów obieralnych - zajęć do wyboru (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS).

Sem.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					Liczba punktów ECTS
		O	W	C	L	P	
2	Przedmiot obieralny I A. Metody badań nieniszczących B. Systemy i wzorce metrologiczne	30	30	-	-	-	2
2	Przedmiot obieralny II A. Komputerowe wspomaganie w inżynierii materiałowej B. Projektowanie właściwości materiałów	30	15	-	15	-	2
2	Język obcy specjalistyczny A. Język angielski B. Język niemiecki	30	-	30	-	-	2
2	Pracownia specjalistyczna magisterska	75	-	-	75	-	4
2	Seminarium przeddyplomowe	15	-	-	-	15	1
3	Przedmiot obieralny III A. Informatyka medyczna B. Biofizyka – nowoczesne metody fizyczne wspierające rozwój biologii	30	30	-	-	-	2
3	Przedmiot obieralny humanistyczny A. Negocjacje w biznesie B. Komunikacja w biznesie	30	15	15	-	-	2
3	Seminarium dyplomowe magisterskie	15	-	-	-	15	2
3	Pracownia dyplomowa magisterska	75	-	-	75	-	12
3	Praca dyplomowa magisterska	75	-	-	-	75	12
Razem		405					41

20. Kompetencje inżynierskie

Wykaz kierunkowych efektów uczenia się umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

Kategoria PRK	Opis i kod składnika opisu	Kierunkowe efekty uczenia się	Symbol efektu kierunkowego
Wiedza: absolwent zna i rozumie	podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych (PTS_WG)	w zaawansowanym stopniu zna budowę i rozumie zasadę działania podstawowych urządzeń badawczych i pomiarowych oraz zna procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń i systemów technicznych	K2_W03
	podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości (PTS_WK)	ma wiedzę na temat form indywidualnej przedsiębiorczości, zasad prowadzenia działalności gospodarczej oraz zarządzania strategicznego	K2_W09
Umiejętności: absolwent potrafi	planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski (PTS_UW)	potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty fizyczne i symulacyjne w obszarach związanych z kierunkiem studiów, interpretować uzyskane wyniki oraz na ich podstawie wyciągać wnioski	K2_U04

	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)	potrafi dobrać i zastosować odpowiednie metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne w celu rozwiązania zadań inżynierskich z obszaru informatyki, fizyki i inżynierii materiałowej	K2_U13
		potrafi w procesie identyfikacji, formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich dostrzegać i uwzględniać aspekty pozatechniczne, w tym etyczne	K2_U05
		potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich, dokonywać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań	K2_U06
	dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i ocenić te rozwiązania (P7S_UW)	potrafi dokonywać krytycznej analizy funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych, ocenić te rozwiązania, również pod kątem technologicznym	K2_U14
	projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla kierunku studiów proste urządzenia, obiekty, systemy lub zrealizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów (P7S_UW)	potrafi projektować i wykonywać typowe dla kierunku edukacja techniczno-informatyczne, urządzenia lub systemy w oparciu o przyjętą specyfikację oraz prawidłowo dobrane metody, techniki, narzędzia (w tym informatyczne) i materiały	K2_U03

21. Zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych

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

Sem.	Nazwa przedmiotu	O	W	C	L	P	Liczba punktów ECTS
1	Zarządzanie zasobami ludzkimi z wykorzystaniem uczenia maszynowego	30	30				2
1	Zarządzanie strategiczne	30	15			15	2
2	Przedsiębiorczość	30	15			15	2
3	Przedmiot obieralny humanistyczny A. Negocjacje w biznesie B. Komunikacja w biznesie	30	15	15			2
Razem		120					8

22. Zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową

Nazwa przedmiotu	Liczba punktów ECTS	Udział studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udział w tej działalności (TAK/NIE)	Opis działalności naukowej
Programowanie obiektowe	3	TAK	metodyka programowania obiektowego (implementacja, uruchomienie i testowanie programów obiektowych); programowanie obiektowe na przykładzie języka C++
Aplikacje internetowe	4	TAK	projektowanie aplikacji internetowych, przepływ danych i stosowane technologie, tworzenie rozwiązań opartych na frameworkach i bibliotekach open source
Budowa aparatury badawczej	2	TAK	układy przetwarzania sygnałów, metrologia, zaawansowane techniki spektroskopii optycznej, atomowej, laserowej, radiospektroskopii i spektroskopii w zakresie mikrofalowym, spektrometry masowe i urządzenia inżynierii kwantowej
Termodynamika	3	TAK	wybrane zagadnienia z termodynamiki dotyczące zjawisk zachodzących w otaczającym świecie, np. związanych z ociepleniem, wzrostem entropii świata; zasada działania i budowa przyrządów do pomiarów parametrów termodynamicznych, maszyny cieplne oraz podstawy budowy elektrowni jądrowych
Systemy światłowodowe	3	TAK	optyka światłowodowa oraz zastosowania technik światłowodowych, podstawy optyki nieliniowej, nieliniowa konwersja częstotliwości, projektowanie prostych układów eksperymentalnych
Symulacje komputerowe MES	3	TAK	metoda elementów skończonych (MES) jako skuteczne narzędzie służące do rozwiązywania równań różniczkowych w fizyce
Materiały funkcjonalne	3	TAK	materiały funkcjonalne przeznaczone dla elektroniki molekularnej, optoelektroniki, sensorów, fotomedycyny; właściwości zero-, dwu- i trójwymiarowych struktur w skali nanometrowej, cienkowarstwowe struktury organiczne, metamateriały, fulereny, nanorurki węglowe, grafen
Materiały porowate unikatowe właściwości, zastosowania i metody	2	TAK	porowate materiały inżynierskie (metale i stopy, ceramiki i szkła oraz tworzywa

wytwarzania			polimerowe, materiały węglowe), unikatowe właściwości, technologie wytwarzania i zastosowania
Algorytmy kwantowe	3	TAK	algorytmy kwantowe, implementacje programistyczne algorytmów kwantowych oraz wybrane zastosowania; perspektywy rozwoju i fundamentalne ograniczenia algorytmiki kwantowej uwarunkowane postępowaniem w zakresie układów kwantowych
Pracownia specjalistyczna magisterska	4	TAK	realizowanie wstępnych zdań badawczych związanych z tematyką badawczą
Przedmiot obieralny I	2		
A. Metody badań nieniszczących		TAK	metody badań nieniszczących stosowane w przemyśle, nauce oraz medycynie; podstawy fizyczne oraz budowa i zasada działania urządzeń pomiarowych
B. Systemy i wzorce metrologiczne		TAK	metrologia, klasyfikacja metod pomiarowych, narzędzia pomiarowe, systemy i wzorce, zegary atomowe, atomowe i optyczne wzorce czasu i częstotliwości, systemy dystrybucji częstotliwości wzorcowych
Przedmiot obieralny II	2		
Komputerowe wspomaganie w inżynierii materiałowej		TAK	komputerowe wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM, komputerowe wspomaganie projektowania materiałowego CAMD, zastosowania modelowania w procesach kształtujących strukturę i właściwości materiałów, komputerowe wspomaganie metod oceny struktury i właściwości użytkowych materiałów CAMT
Projektowanie właściwości materiałów		TAK	teoretyczne i praktyczne aspekty projektowania materiałów i procesów technologicznych w celu zapewnienia wymaganych właściwości użytkowych produktów
Bioinformatyka	3	TAK	zagadnienia z zakresu bioinformatyki i biologii obliczeniowej, rozwiązywanie problemów dotyczących nauk biologicznych głównie biologii molekularnej metodami informatycznymi
Komunikacja kwantowa	2	TAK	fizyczne uwarunkowania, ograniczenia oraz rozwiązania i perspektywy rozwoju komunikacji kwantowej opartej o protokoły kwantowej dystrybucji klucza szyfrującego
Sterowanie aparaturą badawczą	3	TAK	elektroniczne i informatyczne rozwiązania służące sterowaniu aparaturą badawczą, tworzenie funkcjonalnych systemów sterowania

			w oparciu o nowoczesne rozwiązania sprzętowe i programistyczne, optymalizacja systemów sterowania aparaturą badawczą
Modele niedeterministyczne i uczenie maszynowe w analizie danych	2	TAK	metody statystyczne oraz uczenie maszynowe w analizie danych
Grafika komputerowa	3	TAK	narzędzia graficzne w języku C++, zasady wizualizacji obiektu, dwu- i trójwymiarowe przekształcenia afiniczne w grafice komputerowej, współrzędne jednorodne i modele siatkowe, podstawy animacji w grafice komputerowej
Seminarium przeddyplomowe	1	TAK	analiza wyników eksperymentalnych, przygotowanie raportów z badań i publiczna prezentacja wyników w oparciu o przeprowadzone badania oraz ich dyskusja na różnych forach
Sieci neuronowe i uczenie głębokie	2	TAK	modelowanie, działanie i zastosowania sieci neuronowych, wybrane algorytmy uczenia sieci neuronowych, praktyczne zastosowania sztucznych sieci neuronowych w kontekście analizowania danych i rozpoznawania wzorców
Wybrane metody i zastosowania nanotechnologii	2	TAK	nanotechnologia materiałów warstwowych, wybrane techniki próżniowe, wykrywania nieszczelności układów ciśnieniowych oraz technologii 'clean-room'; techniki eksperymentalne do charakteryzacji oraz kontrolowanej strukturyzacji, wzrostu i modyfikacji materiałów
Przedmiot obieralny III	2		
A. Informatyka medyczna		TAK	wprowadzenie do informatyki medycznej, metody pozyskiwania danych medycznych (urządzenia diagnostyczne), kodowanie, standaryzacja, przechowywanie, udostępnianie, zaawansowana analiza i prezentacja danych
B. Biofizyka – nowoczesne metody fizyczne wspierające rozwój biologii		TAK	fizyczne metody eksperymentalne oraz ich związek z badaniami biologicznymi, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów technicznych
Seminarium dyplomowe magisterskie	2	TAK	przygotowanie prezentacji wyników pracy z wykorzystaniem technik multimedialnych, redagowanie pracy
Pracownia dyplomowa magisterska	12	TAK	rozwiązywanie właściwych problemów inżynierskich i naukowych znajdujących się w zakresie realizowanej pracy badawczej;
Praca dyplomowa magisterska	12	TAK	realizowanie złożonych zadań badawczych związanych z działalnością

		naukową
Razem	80	

II. Informacje uzupełniające

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

Politechnika Poznańska jest jedną z wiodących uczelni technicznych w kraju, rozpoznawalną na arenie międzynarodowej. Ugruntowanie tej pozycji możliwe jest poprzez realizację misji Politechniki Poznańskiej polegającej na zachowaniu wysokiej jakości prowadzonych badań naukowych i wdrożeniowych oraz przez zapewnienie dobrego poziomu kształcenia na wszystkich trzech stopniach kształcenia realizowanych w ramach Uczelni w bezpośredniej współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym regionu i kraju.

W obszarze kształcenia misja WIMiFT jest ściśle powiązana z misją Uczelni. Bezpośrednim celem kształcenia na WIMiFT jest przygotowanie wysokokwalifikowanych specjalistów w zakresie zagadnień inżynierskich w ścisłym związku z prowadzonymi badaniami naukowymi i we współpracy z przyszłymi pracodawcami. Podejście takie pozwala na rozwój gospodarczy poprzez transfer nowoczesnych technologii oraz innowacji. W ramach kształcenia na kierunku ETI absolwenci uzyskują kompetencje w zakresie technologii informatycznych, inżynierii materiałów (w tym nowoczesnych materiałów funkcjonalnych i biomateriałów), nanotechnologii, optoelektroniki, symulacji komputerowych (procesów technologicznych i właściwości fizykochemicznych materiałów) oraz inżynierii kwantowej.

Program studiów na kierunku ETI jest zgodny z misją Uczelni i Wydziału i opiera się na następujących strategicznych celach kształcenia:

- przygotowanie kadry technicznej do podejmowania wyzwań w obszarze gospodarki, badań naukowych i funkcjonowania w społeczeństwie,
- transfer zaawansowanej wiedzy technicznej i informatycznej do przemysłu,
- rozwój współpracy dydaktycznej i badawczej w regionie, kraju oraz na arenie międzynarodowej,
- ugruntowanie wysokiej pozycji zarówno Uczelni jak i Wydziału w zakresie prac badawczych oraz kształcenia,
- bezpośredni rozwój infrastruktury i kadry naukowo-dydaktycznej Wydziału, będących gwarantami realizacji strategicznych celów kształcenia.

Stosowane na WIMiFT procedury zapewnienia jakości kształcenia, wykwalifikowana kadra badawczo-dydaktyczna i infrastruktura Wydziału gwarantują zachowanie wysokiego poziomu kształcenia. Realizowany program studiów na kierunku ETI jest efektem bezpośredniej współpracy: pracowników, studentów i innych interesariuszy zewnętrznych Wydziału, a przede wszystkim jest konsekwencją prowadzonych prac badawczych. W wybranych aspektach wiedzy techniczno-informatycznej w procesie kształcenia wykorzystywani są specjaliści pracujący na innych wydziałach Uczelni. Studia na kierunku ETI pozwalają pozyskać wiedzę z zakresu: informatyki, programowania proceduralnego i obiektowego, systemów informatycznych i baz danych, inżynierii materiałowej, materiałów funkcjonalnych, biomateriałów, nanotechnologii, optoelektroniki, inżynierii kwantowej oraz symulacji komputerowych. W toku kształcenia na kierunku ETI student nabywa umiejętności gromadzenia, przetwarzania i przekazywania informacji w zakresie informatyki, nauki o materiałach inżynierskich oraz techniki. Ponadto, potrafi zwymiarować i narysować podstawowe elementy konstrukcji inżynierskich, zaprojektować układy elektroniczne, optoelektroniczne, mechatroniczne i pomiarowe a także potrafi stosować narzędzia

analityczne lub numeryczne do rozwiązywania problemów technicznych i przygotować oprogramowanie sterujące układami z wykorzystaniem urządzeń kontrolno-pomiarowych. Absolwent kierunku ETI rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych potrafi realizować zadania samodzielnie, jak również współpracować w zespole oraz ma świadomość przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć informatycznych i technicznych.

Jednym ze strategicznych celów kształcenia na kierunku ETI jest przygotowanie absolwenta do pracy zawodowej. Absolwenci kierunku ETI znajdują zatrudnienie między innymi:

- w branży informatyczno-technologicznej związanej z prognozowaniem procesów technologicznych,
- w sektorze badawczo-rozwojowym (B+R),
- w instytucjach wytwarzających i serwisujących wyspecjalizowaną aparaturę pomiarową, diagnostyczną i badawczą,
- w firmach projektowych, handlowych i produkcyjnych,
- w instytucjach naukowo-badawczych i szkolnictwie wyższym.

Studenci kierunku ETI mogą dodatkowo zwiększać swoje kompetencje w ramach współpracy z instytucjami zewnętrznymi, a także w ramach staży realizowanych między innymi w ramach w programu Erasmus+ (mają możliwość uczestniczenia w wymianie studentów z uczelniami w Niemczech, Francji i Portugalii). Ponadto, dane dotyczące absolwentów kierunku ETI uzyskane z systemu ELA (Ogólnopolski system monitorowania Ekonomicznych Losów Absolwentów szkół wyższych <https://ela.nauka.gov.pl>), potwierdzają stosunkowo krótki czas poszukiwania pracy (średnio 4 miesiące po uzyskaniu dyplomu), a jednocześnie pokazują uposażenie na średnim poziomie, ale z wyraźną tendencją zwyżkową w miarę wzrostu czasu zatrudnienia.

2. Opis działań na rzecz doskonalenia programu studiów oraz zapewniania jakości kształcenia

Wydziałowe procedury stosowane do zapewnienia jakości kształcenia na WIMiFT Politechniki Poznańskiej opracowano na podstawie ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz.U. poz. 1668 z dnia 20 lipca 2020, Uchwały Nr 45/2020-2024 Senatu Akademickiego PP z dnia 31 maja 2021 dotyczącej Uczelnianego Systemu Kształcenia oraz zarządzenia JM Rektora PP Nr 21 z dnia 02 czerwca 2021 w sprawie zasięgania opinii studentów, doktorantów na temat procesu kształcenia i absolwentów na temat procesu kształcenia oraz hospitacji zajęć dydaktycznych. Podstawowym zadaniem mającym na celu zapewnienie jakości kształcenia jest ustawiczne doskonalenie programu studiów, rozwój infrastruktury i kadry dydaktycznej Wydziału oraz realizacja polityki promocyjno-informacyjnej.

W procedurach zapewnienia jakości kształcenia na WIMiFT udział biorą nauczyciele akademicki prowadzący zajęcia dydaktyczne na kierunkach studiów koordynowanych przez wydział, dziekan oraz prodziekan ds. kształcenia. Na WIMiFT działają także: Wydziałowa Komisja ds. Kształcenia (WKK), Wydziałowy Zespół ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia (WZZJK), Wydziałowy Zespół Zadaniowy ds. Efektów Uczenia się (WZZEU) na kierunku ETI, Zespół Zadaniowy ds. Absolwentów (ZZA) oraz Wydziałowa Komisja Oceniająca Nauczycieli Akademickich (WKONA), które pełnią także określone role w wydziałowych procedurach zapewnienia jakości kształcenia. Członkowie tych komisji i zespołów są powoływani w każdej kadencji przez dziekana i zatwierdzani przez Radę Wydziału. Wszystkie procedury zapewnienia jakości kształcenia są ogólnodostępne na stronie internetowej WIMiFT. Wydziałowe procedury zapewnienia jakości kształcenia obejmują:

A. procedury podstawowe:

1. monitoring programów studiów,
 2. ocena procesu kształcenia i jego efektów:
 - ocena jakości kształcenia i zapewnienie jakości kadry dydaktycznej,
 - ocena jakości kształcenia na podstawie ankiet uczelnianych w systemie eAnkieta,
 - ocena jakości kształcenia na podstawie ankiet wydziałowych,
 - ocena jakości kształcenia na podstawie hospitacji,
 - ocena planów i zmian w programach studiów przez Samorząd Studentów,
 - ocena pracy dziekanatu Wydziału i Centrum Spraw Studenckich
 - zgłaszanie zmian przez przedstawicieli Rady Interesariuszy Zewnętrznych.
 3. procedury oceniania studentów:
 - egzaminy i zaliczenia ustne,
 - egzaminy dyplomowe,
 - procedura rozwiązywania sytuacji konfliktowych na Wydziale,
 - procedura zgłaszania zmian.
- B. procedury pomocnicze z grupy „Zasoby nauki”:
1. ocena bazy laboratoryjnej,
 2. ocena systemów informatycznych,
 3. ocena zasobów bibliotecznych.
- C. procedury pomocnicze z grupy „Informacja”:
1. monitorowanie karier absolwentów,
 2. analiza danych o kandydatach na studia,
 3. analiza informacji z punktów A i B.

WZZEU na kierunku ETI, wsparty przez planistkę zajęć na Wydziale, odpowiedzialny jest za przygotowywanie programu studiów oraz ewentualnych zmian w programie. Zmiany programu studiów mogą wynikać bezpośrednio z ich doskonalenia z uwagi na praktyczną realizację procesu dydaktycznego, bieżących potrzeb otoczenia społeczno-gospodarczego i rynku pracy, rozwoju kadry badawczo-dydaktycznej oraz infrastruktury Wydziału. W realizacji doskonalenia programu studiów wykorzystywane są procedury zawarte w wydziałowych procedurach zapewnienia jakości kształcenia (monitorowanie karier absolwentów, konsultacje z interesariuszami zewnętrznymi, zgłoszenie konieczności dokonania zmian). WZZEU na kierunku ETI przedstawia do zaopiniowania opracowane zmiany w programie studiów: WKK, interesariuszom zewnętrznym oraz Wydziałowej Radzie Samorządu Studenckiego (WRSS). Po uzyskaniu pozytywnych rekomendacji zmiany w programie studiów dyskutowane są oraz zatwierdzane w formie głosowania na Radzie Wydziału, a w przypadku pozytywnej decyzji Rady Wydziału zmodyfikowany program studiów kierowany jest do Senackiej Komisji ds. Kształcenia w celu dalszego procedowania przez Senat Uczelni.

Nadzór nad realizacją programu studiów na kierunku ETI na WIMiFT prowadzą: WZZEU dla kierunku ETI oraz WKK. W skład WZZEU wchodzi doświadczeni nauczyciele akademicy, prodziekan ds. kształcenia oraz przedstawiciele studentów. WZZEU dla kierunku ETI opracowuje i modyfikuje efekty uczenia się w oparciu o charakterystyki Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz weryfikuje spójność treści programowych i programu studiów na podstawie opisów kart przedmiotów. Wszelkie informacje i opinie dotyczące programu studiów na kierunku ETI oraz zakresu materiału (treści programowych) przekazywane są bezpośrednio do WZZEU dla kierunku ETI. W ocenie osiąganych efektów uczenia się na kierunku ETI uczestniczą: nauczyciele akademicy, prodziekan ds. kształcenia, dziekan i Rada Wydziału. Podstawą procesu oceniania studentów jest Regulamin studiów pierwszego i drugiego stopnia Politechniki Poznańskiej.

Ocena jakości kształcenia i kwalifikacji kadry dydaktycznej dokonywana jest poprzez analizę: danych zawartych w ankietach ogólnouczelnianych (system eAnkieta), wydziałowych ankietach i hospitacjach zlecanych na podstawie rekomendacji WZZJK, ankietach dotyczących przebiegu studiów analizowanych przez ZZA, a także informacji zawartych w arkuszu oceny nauczyciela akademickiego. eAnkieta jest wewnętrznym systemem Uczelni do okresowej (semestralnej) kontroli jakości kształcenia poprzez uzyskanie informacji zwrotnej od studentów o realizowanych zajęciach dydaktycznych i ich prowadzących. Zakres pytań jest jednolity dla całej Politechniki Poznańskiej. Procedura hospitacji zajęć dydaktycznych jest określona w Uchwale Nr 45/2020-2024 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 1 maja 2021 oraz zarządzeniu JM Rektora PP nr 21 z dnia 02 czerwca 2021 w sprawie zasięgania opinii studentów, doktorantów i absolwentów oraz hospitacji zajęć dydaktycznych. WZZJK w porozumieniu z prodziekanem ds. kształcenia opracowuje plan hospitacji do 30 października w przypadku semestru zimowego i do 30 marca w przypadku semestru letniego. Za przygotowanie planu hospitacji odpowiada przewodniczący WZZJK. Głównymi przesłankami decydującymi o wyborze osób i przedmiotów poddanych procedurze są: wyniki oceny zajęć przez studentów (ankiety) oraz wyniki okresowej oceny nauczycieli akademickich oraz innych okoliczności (np. realizacja danej formy zajęć po raz pierwszy, planowane zatrudnienie na innym stanowisku, zgłoszenie sytuacji konfliktowych). W planie hospitacji zawarte są dane dotyczące zajęć (poziom kształcenia, tryb studiów, kierunek, specjalność, semestr, nazwa przedmiotu, forma zajęć, miejsca ich prowadzenia oraz nazwiska hospitowanych pracowników). Za wybór osoby hospitującej odpowiedzialny jest Dyrektor instytutu będący przełożonym pracownika, który otrzymuje plan hospitacji po jego zatwierdzeniu przez WZZJK. Pracownicy dziekanatu WIMiFT oraz Centrum Spraw Studenckich podlegają okresowej ocenie, która zarządzana jest przez prodziekana ds. kształcenia w porozumieniu z WZZJK (ankietowanie ma charakter zdalny).

WZZJK proponując nauczycieli akademickich (przedmioty i formy zajęć) do ankietowania i hospitacji bierze pod uwagę: czas od poprzedniej ewaluacji prowadzącego, planowany awans nauczyciela akademickiego, opinię bezpośrednich przełożonych oraz studentów (także na podstawie danych uzyskanych z ankiet) i WRSS. Dodatkowo, ZZA organizuje ankiety wśród absolwentów po ostatnim semestrze studiów pierwszego i drugiego stopnia kształcenia i opracowuje raporty dla każdego stopnia kształcenia kierunku ETI. Ocena jakości kształcenia na podstawie ankiet wydziałowych, przeprowadzanych anonimowo, ma na celu monitorowanie i poprawę jakości kształcenia na poszczególnych kierunkach studiów. Ankietowaniem zajmują się członkowie WZZJK (dopuszczalne jest ankietowanie w trybie zdalnym z wykorzystaniem platformy eKursy), a wyniki opracowywane są przez prodziekana ds. kształcenia i wykorzystywane są m.in. jako jeden z elementów oceny jakości kadry dydaktycznej. Wyniki ankiet, przekazywane są przez prodziekana ds. kształcenia, dyrektorom instytutów oraz indywidualnie nauczycielowi akademickiemu podlegającemu ankietowaniu, który ma możliwość wyciągnięcia odpowiednich wniosków dotyczących poprawy sposobu prowadzenia zajęć dydaktycznych, jeśli to jest konieczne.

Cykliczna ocena bazy laboratoryjnej oraz systemów informatycznych na WIMiFT dokonywana jest przez dziekana w porozumieniu z prodziekanem ds. kształcenia i WZZEU. Ocena przygotowywana jest na podstawie informacji przekazywanych przez opiekuna pracowni lub wyznaczonego przez dziekana pracownika wydziału, a także na podstawie opinii nauczycieli akademickich, studentów oraz WZZEU dla kierunków realizowanych na Wydziale. Wymagane jest, aby kompleksową ocenę bazy laboratoryjnej przeprowadzić raz na 4 lata, a w przypadku zgłoszenia konieczności zamian ocena konkretnego laboratorium realizowana jest w terminie do 30 dni od daty decyzji prodziekana ds. kształcenia.

Ocena zasobów bibliotecznych dokonywana jest przez dziekana w porozumieniu z prodziekanem ds. kształcenia, WZZEU i WZZJK, a także przez członków Rady Bibliotecznej Politechniki Poznańskiej z WIMiFT, na podstawie zgłoszenia konieczności zmian. Ocena przygotowywana jest na podstawie opinii nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia dydaktyczne na Wydziale, opinii studentów wyrażonych w ankietach, opinii pracownika biblioteki wydziałowej oraz informacji posiadanych przez dziekana i prodziekana ds. kształcenia, a także WZZJK. Pracownikom dydaktycznym Wydziału zwraca się także uwagę na coroczną akcję uzupełnienia bazy literaturowej przez Bibliotekę Centralną Politechniki Poznańskiej, co wymaga terminowego wypełnienia stosownego formularza i przesłanie do odpowiedniego organu.

3. Opis prowadzonej działalności naukowej w dyscyplinie lub dyscyplinach

Kształcenie na poziomach kwalifikacji 6 - 8 PRK wymaga wysoko wykwalifikowanej kadry badawczo-dydaktycznej, która prowadzi badania naukowe na wysokim, światowym poziomie. O jakości naukowej kadry badawczo-dydaktycznej WIMiFT świadczy uzyskana w 2022 roku kategoria A+ w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

W ramach dominującej dyscypliny inżynieria materiałowa, na kierunku ETI wyróżnia się następujące główne obszary priorytetowe badań, będące jednocześnie kierunkami rozwoju dyscypliny:

1. Zastosowanie metod obliczeniowych

Wyróżniony obszar obejmuje modelowanie materiałowe wykorzystujące teorię funkcjonału gęstości (DFT, ang. density functional theory), należy do metod kwantowo-mechanicznych i charakteryzuje się wykorzystaniem funkcjonałów zależnych od przestrzennie zmiennej gęstości elektronowej (zamiast funkcji falowej) do opisu stanu układu. Metoda ta jest szeroko stosowana w fizyce, chemii oraz naukach o materiałach. Dzięki metodom wykorzystującym DFT możliwe jest modelowanie szerokiego zakresu właściwości materiałów, takich jak właściwości strukturalne, elektronowe, transportowe i spektroskopowe dla różnych typów materiałów, w tym cząsteczek, jak również powierzchni i objętości ciał stałych. Główne ograniczenie tej metody wynika z kosztów obliczeniowych, które rosną wraz z rozmiarem układu. Modelowanie jest głównie realizowane przy użyciu pakietu programów komputerowych do obliczeń struktury elektronowej i modelowania materiałów w nanoskali, opartego na DFT, falach płaskich i pseudopotencjałach. Ponadto, w wyróżnionym obszarze prowadzone badania dotyczą zjawiska tarcia w skali molekularnej. Wykorzystywane metody Dynamiki Molekularnej i symulacji Monte Carlo bazują na programach napisanych w językach C++ i Python. W pracach wymagających zastosowań systemów algebry komputerowej (CAS) wykorzystywane są pakiety takie jak np. SageMath i biblioteka języka Python - Sympy. Do analizy danych wykorzystywany jest język Python wraz ze specjalistycznymi bibliotekami takimi jak np.: Pumpy, Pandas, Matplotlib i Seaborn oraz biblioteki uczenia maszynowego i głębokiego (scikit-learn, tensorflow). Wizualizacja 2D i 3D badanych układów wykonywana jest za pomocą środowiska Processing. Stosowane metody i narzędzia umożliwiają badanie przepływów w skali molekularnej w układach ograniczonych fizycznymi ścianami lub w układach objętościowych.

2. Zaawansowane spiekane materiały konstrukcyjne i funkcjonalne

Główne obszary badań dotyczą szerokiej gamy spiekanych materiałów metalicznych, kompozytowych, ceramicznych i nanomateriałów o właściwościach mechanicznych i fizyko-chemicznych, znacznie przewyższających materiały konwencjonalne. Badane układy spiekane

stwarzają potencjalną perspektywę rozwoju innowacyjnych technologii materiałowych uwzględniających zaawansowane technologie wytwórcze. Obszar priorytetowy w powyższym zakresie obejmuje w pierwszej kolejności badania oraz wytwarzanie spiekanych mikro- i nanostruktur funkcjonalnych. Metoda spiekania pozwala na precyzyjną kontrolę stechiometrii i czystości. Niekonwencjonalne metody wytwarzania materiałów spiekanych i ich konsolidacji zapewniają unikatowy zespół właściwości użytkowych i funkcjonalnych. Zainteresowania naukowe kadry badawczo-dydaktycznej w zakresie inżynierii materiałowej dotyczą bionanomateriałów charakteryzujących się wysoką odpornością na korozję, zwiększoną wytrzymałością, a także dobrą biokompatybilnością, materiałów porowatych, w tym pianek metalicznych otrzymywanych ze stopów o dobrej biogodności oraz struktur porowatych sprzyjających szybkiemu i głębokiemu narastaniu tkanki kostnej, skutkujących lepszym posadowieniem implantu w kości. Innym istotnym wątkiem pozostają badania obejmujące struktury kompozytowe na osnovach metalicznych wzmacnianych cząstkami faz twardych i supertwardych, a także układy perowskitowe i układy wysokoentropowe. Nowo rozwijanym kierunkiem badawczym są technologie wytwarzania materiałów do produkcji i magazynowania energii, w tym układów zdolnych odwracalnie absorbować wodór (nowe źródła energii i absorbery gazów), a także technologie wytwarzania stopów i związków międzymetalicznych oraz nowych materiałów na elektrody o znacznie większej pojemności magazynowania wodoru i lepszej stabilności pracy oraz materiały dla ogniw z elektrolitem stałym uwzględniające opracowanie samych materiałów i technologii ich wytwarzania.

3. Badania nanomateriałów i nanoukładów

Intencją badań podejmowanych w zakresie nanomateriałów i nanoukładów wysiłków, pozostaje ukierunkowane działanie zmierzające do opracowywania technologii nowych materiałów, na poziomie molekularnym o zaprojektowanej strukturze, właściwościach i potencjalnych zastosowaniach. Tematyka budzi zainteresowanie wielu dziedzin nauki, obejmujących m.in.: inżynierię materiałową, fizykę, chemię, biotechnologię, medycynę. Otwiera to tym samym wiele obszarów aplikacyjnych wpływających potencjalnie na rozwój i innowacyjność gospodarki w wielu aspektach jej funkcjonowania. Prowadzone badania w obszarze nanomechaniki i nanotribologii, ukierunkowane pozostają na badania właściwości mechanicznych układów molekularnych oraz nanostruktur za pomocą spektroskopii sił atomowych, a także badania mechanizmów tarcia w skali nanometrowej. W zakresie obszaru fotofizyki i fotochemii molekularnej główne zainteresowanie pozostaje skupione na układach dla fotowoltaiki w oparciu o nowoczesne materiały na bazie organiczno-nieorganicznych perowskitów, które zapewni mogą oczekiwaną wydajność komórki fotowoltaicznej. Wiąże się to m.in. z rozwinięciem technologii cienkich, transparentnych elektrod węglowych stosowanych w fotowoltaice oraz w ogniwach litowo-jonowych. Przewiduje się również kontynuowanie badań barwników porfiryńowych i ich pochodnych jako potencjalnych fotouczulaczy molekularnych dla terapii/diagnostyki fotodynamicznej, a także badań hybrydowych koniugatów typu oligomery RNA/DNA oraz nanocząstek metalicznych z barwnikami organicznymi dla aplikacji w nowoczesnej medycynie. Niewątpliwie kluczowymi w ujęciu ogólnym tego obszaru, pozostają również badania powierzchni w nanoskali. Należy tym samym wyróżnić dodatkowo zagadnienia badań właściwości strukturalnych oraz elektronowych powierzchni i nanostruktur ciał stałych – w szczególności podstawowych relacji pomiędzy wielkością, orientacją i strukturą nanoobiektów a ich właściwościami fizyko-chemicznymi w nanoskali. Istotnym aspektem jest także wytwarzanie i badanie nanostruktur krzemków i germanków metali, niskowymiarowych struktur cząsteczek

organicznych oraz grafenu i materiałów grafeno-podobnych pod kątem ich zastosowań w elektronice o dużej skali integracji.

4. Technologie materiałów funkcjonalnych, wielofunkcyjnych i materiałów o projektowanych właściwościach.

Wyróżniony obszar obejmuje swoim zakresem opracowanie technologii i badania nowych materiałów, których właściwości zmieniają się w polu elektrycznym, magnetycznym, elektromagnetycznym, polu naprężeń lub w funkcji temperatury. Badania dotyczą tzw. materiałów inteligentnych, których główne zastosowania to elementy czynne dla elektroniki i mikroelektroniki, sensory, katalizatory reakcji i procesów, aktywatory i konwertery. Dla powyższego obszaru przewiduje się dalsze skoncentrowanie wysiłków na charakterystyce materiałów funkcjonalnych. Kierunkowe działania obejmują zarówno charakteryzację materiałów monokrystalicznych z rodziny wieloskładnikowych roztworów stałych o strukturze perowskitu (znajdujących zastosowanie jako podłoża w procesie wytwarzania warstw epitaksjalnych) oraz materiałów elektrodowych (dla technologii ogniw paliwowych). Do dalszych zawężeń zaliczają się również badania struktury oraz właściwości oscylacyjnych i optycznych wielofunkcyjnych kryształów, cienkich warstw krystalicznych, materiałów mikro-krystalicznych oraz kompozytów polimerowych domieszkowanych jonami ziem rzadkich do zastosowań w optoelektronice i fotonice. Odrębną grupę stanowią kompozyty nanomateriałów węglowych z drewnem i celulozą dla potencjalnych zastosowań do ochrony środowiska. Działania dodatkowe skupiają się na charakteryzacji polimerów, cieczy jonowych, zawartych w matrycach polimerowych i nanokompozytów polimerowych wykorzystywanych w dziedzinie telekomunikacji, mikrolitografii oraz przemyśle ogniw polimerowych, a także cienkowarstwowych struktur organicznych osadzanych na podłożach stałych oraz heterostruktur półprzewodnikowych do zastosowań w optoelektronice i fotowoltaice. Kolejnym istotnym obszarem, pozostaje charakteryzacja struktur węglowych w postaci grafenu, grafitu, nanorurek oraz mikro- i nanostruktur diamentowych wytwarzanych metodą HF CVD, a także badania zmodyfikowanych elektrod węglowych do wytwarzania wodnych kondensatorów elektrochemicznych. W obszarze charakteryzacji znajdują również miejsce badania śladów węglowych występujących w produktach zużycia elementów maszyn w wyniku tarcia, jak również badania materiałów farmaceutycznych (leki nowej generacji), układów biomimetycznych oraz biomateriałów występujących w organizmie człowieka lub stosowanych w dziedzinach medycyny, takich jak stomatologia czy ortopedia. W obszarze technologicznym wyróżnić można natomiast prace zmierzające do wytworzenia cienkowarstwowych, półprzewodnikowych sensorów fizycznych, głównie sensorów pola magnetycznego działających w oparciu o efekt Halla oraz efekt nadzwyczajnego magnetooporu z wykorzystaniem ultra cienkich warstw półprzewodnikowych oraz grafenu. Innym ważnym aspektem badań są prace nad optymalizacją (m.in. miniaturyzacją) sensorów śladowych stężeń gazów dla zastosowań w monitorowaniu procesów przemysłowych, w medycynie i biologii oraz detekcji zanieczyszczeń środowiska o dużym potencjale wdrożeniowym badań. Uzupełnieniem wyróżnionego obszaru badań pozostaje wytwarzanie mikro- i nanostruktur obejmujące charakterystykę procesów agregacji molekularnej w dwuwymiarowych warstwach otrzymywanych techniką Langmuira i Langmuira-Blodgett (LB) oraz wylewania strefowego tworzonych przez barwniki organiczne. Zaplanowane w powyższy sposób działania pozwalają na badanie procesów adsorpcji i organizacji molekularnej supermagnetycznych nanocząstek w modelowych błonach biologicznych wytwarzanych metodą Langmuira i LB z nasyconych i nienasyconych fosfolipidów. Materiały te są wykorzystywane do zastosowań w medycynie molekularnej, jak również badań barwników organicznych i materiałów

o właściwościach ciekłokrystalicznych dla zastosowań w optoelektronice i fotonice oraz technice laserowania randomicznego, a także termotropowych ciekłych kryształów i nanocząstek dyspergowanych dla potencjalnych zastosowań w optoelektronice.

5. Zaawansowane technologie w inżynierii powierzchni

Wyróżniony kierunek obejmuje badania dotyczące szeroko pojętej inżynierii powierzchni w tym metody modyfikacji warstwy wierzchniej materiałów celem poprawy ich właściwości użytkowych. Analizowane metody oraz opracowywane technologie modyfikacji wyrobów użytkowych, stwarzają realne perspektywy rozwoju innowacyjnych technologii dla wielu sektorów gospodarki oraz przemysłu w tym również ciężkiego, takich jak górnictwo, energetyka, budowa maszyn, lotnictwo czy kosmonautyka. Zakres obszaru badań uwzględnia modyfikację powierzchni technikami wiązkowymi i wytwarzanie powłok metodami natryskowymi. W ujęciu szczegółowym odnosi to się do wytwarzania warstw modyfikowanych funkcjonalnych o zróżnicowanych względem podłoża właściwościach przy użyciu metod przetopu laserowego, a także wytwarzania powłok metodami natryskowymi w szerokim ujęciu skierowane na przemysł maszynowy. Badania te realizowane są w ramach wieloletniej współpracy z sektorem przemysłowym w zakresie wsparcia badawczego jak również wiedzy eksperckiej w zakresie projektów inwestycyjnych i wdrożeniowych firm z całego kraju, znajdujące również zastosowania w biomateriałach i modyfikacji implantów kostnych. Dodatkowym działaniem pozostaje zwrócenie uwagi na metody modyfikacji powierzchni przy użyciu technik gazowych oraz hybrydowych obróbki z analizą i wytwarzaniem warstw borowanych i boronawęglanych w technologiach gazowych, a także analizą i wytwarzaniem warstw modyfikowanych przy użyciu technologii hybrydowych.

6. Inżynieria i technologie kwantowe

Wyróżniony kierunek priorytetowy obejmuje badania prowadzone w zakresie przejść zegarowych dla zastosowań w optycznych zegarach atomowych i jądrowych, sensorów kwantowych oraz przejść do chłodzenia laserowego metodami precyzyjnej spektroskopii laserowej (podwójnego rezonansu „laser – mikrofała” na strumieniu swobodnych atomów, fluorescencji indukowanej przez laser w katodzie wnękowej oraz rezonansu magnetycznego z detekcją optyczną). Uszczegółowienie podejmowanych działań uwzględnia zagadnienia fizyki kwantowej w materiałach kwantowych w tym badania zmierzające do wykorzystania swobodnych atomów terbu i holmu w charakterze materiału kwantowego. W szczególności dotyczy to pomiarów czynników Landego, wyznaczanie stałych struktury nadsubtelnej oraz wyznaczanie wartości energii poziomów elektronowych przez identyfikację poziomów w niesklasyfikowanych liniach widmowych, a także propozycje układów poziomów elektronowych do konkretnych aplikacji w dziedzinie technologii kwantowych (chłodzenie laserowe, elektromagnetycznie wymuszona przezroczystość – dla atomu terbu). Dodatkowe uzupełnienie stanowią działania semi-empiryczne badań struktury subtelnej i nadsubtelnej atomów kobaltu i lutetu oraz parametryzacja prawdopodobieństw przejść i czasów życia poziomów elektronowych tych pierwiastków w celu zaproponowania odpowiednich układów chłodzenia, zarówno dla kobaltu, jak i lutetu, w kontekście wytwarzania kondensatu Bosego-Einsteina. Odrębnym zagadnieniem pozostają optyczne zegary atomowe, dla których eksperymentalne i teoretyczne badania struktury nadsubtelnej atomu manganu, a także badania pomocnicze nad realizacją optycznego zegara nuklearnego na izotopie ^{229}Th (w oparciu o powierzchniowo domieszkowane transparentne podłoża, takie jak np. CaF_2), czy też próby wyznaczania metodą pół-empiryczną prawdopodobieństw przejść i czasów życia poziomów elektronowych w atomie chromu. W celu zaproponowania przejścia zegarowego

w zakresie podczerwieni oraz schematów jego detekcji badania te, stanowią uzupełnienie rozwijanej w ramach dyscypliny tematyki. Dla zagadnień inżynierii w wyróżnionym obszarze ujęto technologie i materiały do budowy sensorów kwantowych obejmujące prace zmierzające do wyznaczanie zależności sygnału rezonansu magnetycznego z detekcją optyczną (ODMR), a także widm fluorescencji centrów barwnych NV- w diamentach od długości fali wzbudzenia laserowego – optymalizacja czułości metody ODMR pod kątem aplikacji w technologiach kwantowych (sensory kwantowe, procesory kwantowe).

Pracownicy WIMiFT są aktywnymi naukowcami publikującymi wyniki prac w wysoko punktowanych czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR), przykładowo w następujących czasopismach: Advanced Functional Materials (IF: 19,0; MEiN: 200), Journal of the American Chemical Society (IF: 16,4; MEiN: 200), Nature Communications (IF: 16,6; MEiN: 200), Journal of Materials Chemistry A (IF: 11,9; MEiN: 200), Carbon (IF: 11,3; MEiN: 140), Physical Review Letters (IF: 9,2; MEiN: 200), Science of the Total Environment (IF: 10,8; MEiN: 200), Green Chemistry (IF: 10,2; MEiN: 200).

Treści kształcenia na kierunku ETI są ściśle powiązane z badaniami prowadzonymi na WIMiFT. Program studiów uwzględnia przygotowanie studentów pierwszego stopnia do prowadzenia badań oraz umożliwia studentom drugiego stopnia udział w badaniach.

4. Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia

Od kandydata na kierunek ETI oczekuje się predyspozycji do rozwiązywania zagadnień informatycznych, technicznych oraz zainteresowania naukami ścisłymi. Warunki rekrutacji na studia ustalane są na dany rok akademicki. Rekrutacja kandydatów na studia drugiego stopnia na kierunek ETI odbywa się według wspólnych zasad obowiązujących w Politechnice Poznańskiej, na podstawie uchwały Senatu Akademickiego, w sprawie warunków i trybu przyjmowania na studia na II stopień kształcenia w danym roku akademickim. W uchwale określone jest: postępowanie kwalifikacyjne, limity rekrutacyjne, wymagane dokumenty, wzory dokumentów, harmonogram rekrutacji i zasady potwierdzania efektów uczenia się. Z pominięciem postępowania kwalifikacyjnego na studiach na II stopniu kształcenia na Politechnice Poznańskiej, w tym na kierunek ETI, przyjmowani są laureaci i finaliści olimpiad stopnia centralnego oraz laureaci konkursów międzynarodowych i ogólnopolskich. Warunki i tryb przyjmowania laureatów i finalistów olimpiad stopnia centralnego oraz laureatów konkursów międzynarodowych i ogólnopolskich ustalane są na dany rok akademicki oraz zapisane są w odpowiedniej uchwale Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej. Rekrutacja studentów nie będących obywatelami polski przeprowadzana jest zgodnie z zasadami podanymi corocznie w zarządzeniu Rektora Politechniki Poznańskiej. Niezbędne dokumenty do przyjęcia na studia drugiego stopnia opisane zostały w Art. 69 Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. 2018 poz. 1668). Kandydaci mogą zapoznać się ze szczegółami dotyczącymi rekrutacji na PP na stronie internetowej www.put.poznan.pl/pl/rekrutacja.

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

Harmonogram realizacji programu studiów (O – ogółem, W – wykład, C – ćwiczenia, L – laboratorium, P – projekt, ECTS – liczba punktów ECTS, E – egzamin).

Lp.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin					ECTS	E
		O	W	C	L	P		

SEMESTR I								
1	Zarządzanie zasobami ludzkimi z wykorzystaniem uczenia maszynowego	30	30				2	
2	Programowanie obiektowe	45	15		30		3	
3	Aplikacje internetowe	60	30		30		4	E
4	Budowa aparatury badawczej	45	30			15	2	
5	Zarządzanie strategiczne	30	15			15	2	
6	Termodynamika	45	30	15			3	E
7	Systemy światłowodowe	45	30			15	3	E
8	Symulacje komputerowe MES	45	15		30		3	
9	Materiały funkcjonalne	45	30	15			3	E
10	Materiały porowate unikatowe właściwości, zastosowania i metody wytwarzania	30	15		15		2	
11	Podstawowe szkolenie BHP	4	4					
12	Algorytmy kwantowe	45	30		15		3	
Razem w semestrze I:		469	274	30	120	45	30	4
SEMESTR II								
13	Pracownia specjalistyczna magisterska	75			75		4	
14	Przedmiot obieralny I A. Metody badań nieniszczących B. Systemy i wzorce metrologiczne	30	30				2	
15	Przedmiot obieralny II A. Komputerowe wspomaganie w inżynierii materiałowej B. Projektowanie właściwości materiałów	30	15		15		2	
16	Bioinformatyka	30	15		15		3	E
17	Komunikacja kwantowa	30	15			15	2	
18	Sterowanie aparaturą badawczą	30	15			15	3	E
19	Modele niedeterministyczne i uczenie maszynowe w analizie danych	30	30				2	
20	Grafika komputerowa	45	15		30		3	
21	Przedsiębiorczość	30	15			15	2	
22	Seminarium przeddyplomowe	15				15	1	
23	Sieci neuronowe i uczenie głębokie	30			30		2	
24	Język obcy specjalistyczny A. Język angielski B. Język niemiecki	30		30			2	
25	Wybrane metody i zastosowania nanotechnologii	30	15		15		2	
26	Wyszukiwanie literatury naukowej	2				2		
Razem w semestrze II:		437	165	30	180	62	30	2
SEMESTR III								
27	Przedmiot obieralny III A. Informatyka medyczna B. Biofizyka – nowoczesne metody fizyczne wspierające rozwój biologii	30	30				2	

28	Przedmiot obieralny humanistyczny A. Negocjacje w biznesie B. Komunikacja w biznesie	30	15	15			2	
29	Seminarium dyplomowe magisterskie	15				15	2	
30	Pracownia dyplomowa magisterska	75			75		12	
31	Praca dyplomowa magisterska	75				75	12	
Razem w semestrze III:		225	45	15	75	90	30	
Razem:		1131	484	75	375	197	90	6

6. Karty opisu przedmiotów (karty ECTS) są publikowane na stronie internetowej Politechniki Poznańskiej.

DZIEKAN
Wydziału Inżynierii Materiałowej
i Fizyki Technicznej

dr hab. Mirosław Szybowicz, prof. PP