



Politechnika Łódzka

# Program studiów

<b>Wydział:</b>	Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej
<b>Kierunek:</b>	Matematyka stosowana
<b>Poziom kształcenia:</b>	studia pierwszego stopnia (licencjat)
<b>Forma kształcenia:</b>	studia stacjonarne
<b>Rok akademicki:</b>	2026/27

# Spis treści

Informacje podstawowe	3
Efekty uczenia się (w odniesieniu do PRK)	4
Matryca modułów zajęć w odniesieniu do efektów uczenia się i treści programowych	5
ECTS - przedmioty	13
Wskaźniki ECTS	17
Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się	18
Praktyki zawodowe	19
Charakterystyka kierunku	20
Plan studiów	23

## Informacje podstawowe

Nazwa kierunku studiów:	Matematyka stosowana
Poziom studiów:	studia pierwszego stopnia (licencjat)
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Forma studiów:	studia stacjonarne
Czas trwania studiów (liczba semestrów):	6
Liczba ECTS konieczna do ukończenia studiów:	180
Łączna liczba godzin zajęć:	2270
Liczba punktów ECTS jaką student uzyskuje w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	91
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	licencjat
Kod ISCED:	0541
Język studiów:	polski

### Przyporządkowanie kierunku do dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia się

Dyscyplina	Udział procentowy
Matematyka	100%

## Efekty uczenia się (w odniesieniu do PRK)

Lp.	Kod efektu uczenia się	Treść efektu uczenia się	Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
1	<b>1MAS1</b>	Posiada zaawansowaną wiedzę z podstaw matematyki, analizy matematycznej i struktur algebraicznych, z uwzględnieniem ich rozwoju oraz powiązań z innymi dziedzinami nauki oraz rozumie ich zastosowania w rozwiązywaniu złożonych problemów teoretycznych i praktycznych.	P6U_W, P6U_U	P6S_WG, P6S_UU
2	<b>1MAS2</b>	Posiada zaawansowaną wiedzę matematyczną służącą do modelowania zjawisk opisywanych przez różne dziedziny nauki. Zna podstawowe uwarunkowania prawne do wykorzystania jej w sposób odpowiedzialny oraz rozumie powiązane zagadnienia z zakresu przedsiębiorczości i zarządzania projektami.	P6U_W	P6S_WG, P6S_WK
3	<b>1MAS3</b>	Zna podstawy gromadzenia, przechowywania, przetwarzania i analizy danych oraz wie, jak dobierać narzędzia informatyczne do określonych wymagań, z uwzględnieniem zastosowań właściwych dla dyscypliny matematyka.	P6U_W	P6S_WG
4	<b>1MAS4</b>	Potrafi przeprowadzać analizę i wnioskowanie statystyczne na podstawie danych oraz interpretować otrzymane wyniki.	P6U_U	P6S_UW, P6S_UK, P6S_UU
5	<b>1MAS5</b>	Posługuje się współczesnym językiem programowania i pakietami obliczeń matematycznych w procesie rozwiązywania problemów.	P6U_U	P6S_UW
6	<b>1MAS6</b>	Potrafi wykorzystać wiedzę matematyczną do opisu, analizy oraz formułowania wniosków w zakresie zagadnień teoretycznych i aplikacyjnych.	P6U_U, P6U_K	P6S_UW, P6S_UK, P6S_UU, P6S_KK
7	<b>1MAS7</b>	Potrafi usystematyzować, opracować i zaprezentować zagadnienia z zakresu matematyki wyższej lub jej zastosowań, również w oparciu o pracę w zespole, przyjmując w nim różne role; potrafi uczestniczyć w debacie.	P6U_U	P6S_UW, P6S_UK, P6S_UO
8	<b>1MAS8</b>	Potrafi komunikować się w mowie i w piśmie w języku obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, z uwzględnieniem terminologii specjalistycznej, typowej dla dyscypliny matematyka.	P6U_U	P6S_UW, P6S_UK
9	<b>1MAS9</b>	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, w tym także poprzez kontakt i dyskusję z ekspertami lub w drodze konsultacji społecznych.	P6U_K	P6S_KK, P6S_KO
10	<b>1MAS10</b>	Jest gotów działać w sposób przedsiębiorczy oraz ma świadomość dylematów etycznych i wyzwań społecznych wynikających ze współczesnego uprawiania matematyki i wykonywania pracy zawodowej w kontekście rozwoju techniki i informatyki.	P6U_K	P6S_KK, P6S_KO, P6S_KR

## Matryca modułów zajęć w odniesieniu do efektów uczenia się i treści programowych

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
1	Algebra liniowa z elementami geometrii analitycznej	Elementarne pojęcia algebry liniowej skupiające się wokół rzeczywistych przestrzeni wektorowych i odwzorowań liniowych przestrzeni kartezjańskich, stanowiące podstawę do poznania i badania bardziej zaawansowanych zagadnień matematyki wyższej. Elementy geometrii analitycznej w przestrzeni euklidesowej.										
2	Analiza matematyczna I	Aksjomaty i podstawowe własności zbioru liczb rzeczywistych $\mathbb{R}$ ; kresy podzbiorów zbioru $\mathbb{R}$ . Ciągi liczb rzeczywistych, ciągi zbieżne i rozbieżne oraz ich własności, granica górna i dolna ciągu. Funkcje elementarne. Granica i ciągłość funkcji rzeczywistych zmiennej rzeczywistej. Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej z przykładami zastosowań. Funkcje pierwotne.										
3	Komputerowe obliczenia matematyczne	Prezentacja wybranych narzędzi do matematycznych obliczeń numerycznych lub symbolicznych (języki programowania i pakiety CAS). Elementy języka Python: składnia, instrukcje sterujące, funkcje użytkownika, itp. Pakiety i biblioteki poszerzające możliwości obliczeniowe. Wybrane algorytmy matematyczne. Rysowanie wykresów funkcji.										
4	Wstęp do matematyki dyskretnej i rachunku prawdopodobieństwa	Elementy kombinatoryki (zasada włączania-wyłączania, zasada szufladkowa, podstawowe pojęcia kombinatoryki: permutacje, kombinacje, wariacje). Elementy prawdopodobieństwa dyskretnego (własności, twierdzenie Bayesa, wartość oczekiwana, wariancja, dyskretne rozkłady prawdopodobieństwa).										
5	Wstęp do logiki i teorii mnogości	W zakresie logiki matematycznej: logiczne wartościowanie zdań i operacje na zdaniach, tautologie, kwantyfikatory i ich własności, zasadę indukcji matematycznej. W zakresie podstaw teorii mnogości: operacje na zbiorach, relacje i funkcje, częściowe porządki, relacje równoważności, obrazy i przeciwobrazy funkcji. Równoliczność zbiorów i moc zmiennu.	x					x				
6	Elementy grafiki inżynierskiej	Wybrane zagadnienia związane z tworzeniem i edycją rysunku technicznego w środowisku CAD. Formaty arkuszy, metody zapisu grafiki komputerowej oraz podstawy obsługi programu AutoCAD, w tym rysowanie precyzyjne, podstawowe konstrukcje geometryczne, praca z warstwami i blokami. Prezentacja reguł zgodnych z normami technicznymi, tworzenie i edycja stylów wymiarowych oraz stosowanie pisma technicznego. Rysunek techniczny urządzenia w postaci rzutu 2D, przygotowanie plików do wydruku.										
7	Algorytmy i podstawy programowania	Algorytm – pojęcie, własności. Podstawowa strukturyzacja algorytmów: pętle, rekurencja, warunkowanie, warunek stopu – w odniesieniu do składni języka Python. Typy danych dostępne w pakietach numpy i pandas. Zarys ogólnej klasyfikacji typów: proste i złożone, statycznie i dynamicznie alokowane. Wybrane struktury danych: lista, zbiór, kolejka, słownik (mapa), stos – realizacja w j. Python. Rekurencja vs podejście iteracyjne – porównanie. Grafy jako struktury przechowujące dane i ich reprezentacja w pamięci komputera – macierze sąsiedztwa, listy sąsiadujących wierzchołków i inne. Wybrane algorytmy grafowe (DFS, BFS, Dijkstra). Porównanie skuteczności gotowych algorytmów z samodzielną implementacją. Algorytmy zachłanne – wybrane przykłady. Algorytmy inspirowane naturą – przykłady i zastosowania.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
8	Algebra	Podstawowe pojęcia i twierdzenia algebry abstrakcyjnej będące wstępem do badania takich struktur algebraicznych jak grupa, pierścień, ciało. Prezentacja wybranych własności i przykładów takich struktur.										
9	Etyka zawodowa i ochrona własności intelektualnej	Obszary badań i główne problemy etyki. Kodeksy zawodowe i standardy etyczne. Koncepcja społecznej odpowiedzialności. Znaczenie ochrony własności intelektualnej w prawie międzynarodowym, europejskim i krajowym. Wybrane zagadnienia z zakresu ochrony własności przemysłowej. Etyczne aspekty przestrzegania zasad BHP, rola regulaminów i procedur BHP w kulturze organizacyjnej, odpowiedzialność zawodowa za bezpieczeństwo własne i współpracowników.										
10	Podstawy ekonomii i przedsiębiorczości	Podstawowe pojęcia w ekonomii. Rynek, popyt, podaź. Elementy teorii przedsiębiorstwa: funkcja produkcji, zachowanie firmy na rynku konkurencyjnym, monopol i oligopol, funkcje kosztów i zysków. Formy prawne prowadzenia działalności gospodarczej w Polsce. Elementy teorii równowagi rynkowej. Główne nurty ekonomii, specyfika makroekonomii Podstawowe pojęcia i kategorie makroekonomiczne: agregacja, dochód narodowy, konsumpcja, inwestycje, eksport, import. Inflacja i bezrobocie. Podstawowe zasady funkcjonowania rynku pracy. Rola państwa w gospodarce. Wzrost gospodarczy. Komentowanie bieżących zdarzeń dotyczących polskiej i światowej gospodarki. Komerjalizacja wyników badań i transfer technologii.										
11	Język angielski B2 moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.									x	
12	Język angielski B2+ moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
13	Język angielski C1 moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
14	Język niemiecki B2 moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
15	Podstawy probabilistyki i teorii miary	Podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa: przestrzeń probabilistyczna, ciało i sigma- ciało zdarzeń, miara i miara probabilistyczna, miara Lebesgue'a. Podstawowe własności prawdopodobieństwa, zmienne losowe i ich charakterystyki liczbowe, funkcje tworzące; wybrane zagadnienia całki Lebesgue'a i Lebesgue'a-Stieltjesa, niezależność sigma-ciał zdarzeń i zmiennych losowych oraz rozkłady warunkowe, twierdzenie Bayesa; lematy Borela-Cantellego, różne rodzaje zbieżności dla ciągów zmiennych losowych, nierówności probabilistyczne, nierówność Kołmogorowa, mocne i słabe prawa wielkich liczb, centralne twierdzenia graniczne.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
16	Analiza matematyczna II	Pogłębienie rozumienia pojęcia całki, jej własności i zastosowań, ze szczególnym uwzględnieniem związków z różniczkowaniem, interpretacji geometrycznych i praktycznych metod całkowania. Rozwinięcie umiejętności analizy zbieżności szeregów liczbowych i funkcyjnych, rozpoznawanie i opisywanie funkcji za pomocą rozwinięć w szeregi. Wprowadzenie do topologii przestrzeni euklidesowej, kształtujące intuicję i rozumienie pojęć związanych z granicą, ciągłością i strukturą przestrzenną zbiorów.										
17	Język angielski B2 moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
18	Język angielski B2+ moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
19	Język angielski C1 moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
20	Język niemiecki B2 moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
21	Matematyczne podstawy analizy danych	Matematyczny opis głównych zagadnień i metod analizy (eksploracji) danych, w tym podstawowych modeli uczenia maszynowego. Statystyczne ujęcie analizy danych jednowymiarowych (identyfikacja rozkładu próby) i wielowymiarowych (modelowanie zależności między współrzędnymi próby, w zależności od ich typu - tzn. regresja, klasyfikacja, analiza wariancji; a także grupowanie według podobieństwa).										
22	Analiza matematyczna III	Elementy topologii przestrzeni metrycznych. Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych wraz z jego zastosowaniami do poszukiwania ekstremów i ekstremów warunkowych. Wybrane zagadnienia rachunku całkowego funkcji wielu zmiennych.										
23	Podstawy statystyki	Wprowadzenie do metod i modeli wnioskowania statystycznego, obejmujące estymację parametryczną (estymacja największej wiarygodności, estymacja bayesowska), przedziały ufności, a także testowanie hipotez statystycznych.										
24	Introduction to Financial and Insurance Mathematics	Wartość pieniądza w czasie. Oprocentowanie proste i złożone. Równoważne stopy procentowe. Renty pewne. Analiza kredytowa. Analiza inwestycji finansowych. Obligacje i ich wycena. Czas trwania Macaulaya. Podstawowe renty życiowe.										
25	Matematyka dyskretna	Rekurencje i wybrane metody ich rozwiązywania. Funkcje tworzące. Metody sumowania ciągów skończonych. Nielelementarne metody kombinatoryki. Ciągi i liczby szczególne. Elementy teorii liczb.										
26	Język angielski B2 moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
27	Język angielski B2+ moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
28	Język angielski C1 moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
29	Język niemiecki B2 moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
30	Systemy baz danych	Bazy danych - pojęcia podstawowe, modele danych. Relacyjny model bazy danych. Schematy zapytań języka SQL. Postaci normalne schematu bazy danych. Architektura systemu zarządzania bazą danych. Podstawy języka T-SQL. Wyzwalacze, funkcje i procedury.										
31	Matematyka ubezpieczeń życiowych	Teoria przeżywalności, tablice trwania życia. Jednorazowa składka netto dla podstawowych, klasycznych ubezpieczeń na życie. Renty życiowe. Składka okresowa.										
32	Estymacja i szeregi czasowe	Nieparametryczne estymatory gęstości rozkładu, krzywej regresji, intensywności szkód, prawdopodobieństwa ruiny, itp. konstruowane za pomocą metody Nadaraya-Watsona, k-najbliższych sąsiadów, rozwinięć ortogonalnych, funkcji sklepanych, itp. Omówione zostaną optymalne rzędy zbieżności estymatorów w różnych metrykach i dobór parametru wygładzającego na podstawie próby wstępnej; ponadto algorytmy samouczące dla niektórych estymatorów, jak również algorytmy korekty dla estymatorów, które nie są właściwie zdefiniowane. Podstawowe modele szeregów czasowych, stacjonarność w węższym i szerszym sensie, własności łańcuchów Markowa, modele autoregresyjne oraz estymacja parametrów w tych modelach.										
33	Podstawy analizy funkcjonalnej	Wprowadzenie w teorię przestrzeni Banacha i Hilberta oraz teorię operatorów liniowych i ograniczonych na tych przestrzeniach.										
34	Analiza matematyczna IV	Wprowadzenie do zagadnień analizy zespolonej, w tym szeregów Taylora i Laurenta oraz wzorów całkowych Cauchy'ego. Zapoznanie z podstawowymi metodami analizy fourierowskiej, transformacji Fouriera i Laplace'a umożliwiającymi opis i analizę zjawisk okresowych. Poznanie i rozumienie geometrii i interpretacji całek krzywoliniowych i powierzchniowych oraz opanowanie klasycznych twierdzeń analizy wektorowej (Greena, Gaussa i Stokesa) wraz z zastosowaniami.										
35	Modelowanie i wycena instrumentów finansowych	Zasady funkcjonowania rynków finansowych. Analiza i wybrane metody wyceny instrumentów finansowych.		x				x	x			

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
36	Programowanie w analizie danych	Przegląd wybranych pakietów-bibliotek w Pythonie wykorzystywanych w analizie danych (numpy i pandas). Dane jako tablice (ndarrays) lub złożone kolekcje tablic – przegląd użytecznych typów danych w Pythonie. Dostęp do aktualnego stanu zmiennych w trybie interaktywnym; ocena wymagań pamięciowych planowanej analizy. Właściwe dla Pythona metody obliczeniowe – wstępne przetwarzanie danych; zapis binarny i odczyt z pliku wyników przeprowadzonej analizy. Wizualizacja wyników analizy w oparciu o pakiet matplotlib; możliwości przyrostowej, stopniowej prezentacji; zapis plików graficznych. Przykładowe rozwiązania elementarnych problemów analizy i klasyfikacji danych w oparciu o zestawy własnych procedur i funkcji. Ocena efektywności (w tym czasu pracy) zapisanych algorytmów w zależności od rozmiaru danych; elementy programowania funkcyjnego w projektach analizy danych. Wybrane elementy pakietu scikit-learn – porównanie możliwości i efektywności funkcji bibliotecznych z własnymi implementacjami.			x		x	x	x			
37	Algorytmy algebry liniowej	Wybrane zagadnienia algebry i ich zastosowanie do metod obliczeniowych, w tym do algorytmów rozwiązywania układów równań liniowych, znajdowania szczególnych rozkładów macierzy (np. SVD). Praktyczne zadania z implementacji wybranych algorytmów w zadanym języku programowania.										
38	Wprowadzenie do analizy numerycznej	Algorytmy wyznaczania pierwiastków funkcji: metoda bisekcji, metoda Newtona-Raphsona. Metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych: metoda Eulera i Rungego-Kutty. Całkowanie numeryczne: metody prostokątów, trapezów, Simpsona, kwadratury Gaussa. Metody optymalizacyjne: metoda spadku gradientowego, mnożniki Lagrange'a.										
39	Wybrane zagadnienia miary i kategorii	Prezentacja i analiza porównawcza wybranych faktów dotyczących sigma-ciał zbiorów mierzalnych w sensie Lebesgue'a i o własności Baire'a oraz funkcji mierzalnych względem tych i innych sigma-ciał.										
40	Podstawy kryptografii i teorii informacji	Wprowadzenie w podstawowe idee i narzędzia matematyczne współczesnej kryptografii oraz teorii informacji. Analiza powiązań pomiędzy teorią liczb, algebrą, rachunkiem prawdopodobieństwa a bezpieczeństwem informacji, a także matematyczne podstawy kodowania i detekcji błędów.										
41	Wstęp do równań różniczkowych	Wybrane zagadnienia dotyczące równań różniczkowych zwyczajnych (na przykład: twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności, wybrane równania rzędu pierwszego, układy równań) oraz cząstkowych (na przykład: równanie przewodnictwa cieplnego, falowe i Laplace'a-Poissona) wraz z zastosowaniami.										
42	Testowanie hipotez statystycznych	Wybrane zagadnienia z zakresu testowania hipotez statystycznych, w tym pojęcia testów parametrycznych i nieparametrycznych, błędów pierwszego i drugiego rodzaju oraz mocy testu, a także przegląd podstawowych testów statystycznych.										
43	Język angielski B2 moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
44	Język angielski B2+ moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
45	Język angielski C1 moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
46	Język niemiecki B2 moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.										
47	Wprowadzenie do uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji	Modele uczenia maszynowego i odmiany procesu uczenia. Algorytmy sztucznej inteligencji inspirowane naturą, techniki optymalizacji stochastycznej. Algorytmy grupujące (DBSCAN, metody hierarchiczne, K-Means). Techniki oceny modeli grupujących. Algorytmy uczenia zespołowego, teoria drzew decyzyjnych i lasów losowych. Wybrane techniki regresji i klasyfikacji. Ocena jakości modeli predykcyjnych. Wprowadzenie do sieci neuronowych. Inżynieria promptów i wykorzystanie modeli sztucznej inteligencji bazujące na dużych modelach językowych (LLM).										
48	Ubezpieczenia na życie - kalkulacja składek	Teoria przeżywalności, tablice trwania życia. Składka pojedyncza netto dla podstawowych, klasycznych ubezpieczeń na życie. Renty życiowe. Składka okresowa dla pakietu ubezpieczeniowego. Rezerwy netto.										
49	Analiza rozmyta	Wprowadzenie do teorii zbiorów rozmytych. Zastosowania teorii zbiorów rozmytych w testowaniu hipotez statystycznych, kontroli jakości i matematyce finansowej.										
50	Elementy programowania liniowego i badań operacyjnych	Zadanie programowania liniowego i istnienie jego rozwiązań. Algorytm sympleks jako ogólne narzędzie rozwiązywania zadań optymalizacji liniowej. Wybrane zadania optymalizacji liniowej i dyskretnej (zadanie transportowe, zagadnienie minimalnego przepływu, problem optymalnego przydziału zadań) i algorytmy ich rozwiązywania. Metody CPM i PERT budowy optymalnego harmonogramu przedsięwzięcia. Wykorzystanie wybranych narzędzi programistycznych do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.										
51	Wstęp do optymalizacji nieliniowej z zastosowaniami	Wybrane zagadnienia optymalizacji warunkowej z różnego typu ograniczeniami, w tym z wykorzystaniem wypukłości. Zastosowania omówionych problemów optymalizacyjnych.										
52	Wielowymiarowa analiza danych	Modele nauczania nadzorowanego w problemach regresji i klasyfikacji. Modele nauczania nienadzorowanego w problemach grupowania, znajdowania wartości odstających i redukcji wymiaru.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
53	Modelowanie ryzyk w działalności banku i ubezpieczyciela	Wybrane zagadnienia związane z modelowaniem ryzyk towarzyszących działalności banku i ubezpieczyciela (w tym ryzyko kredytowe i ryzyko niewypłacalności ubezpieczyciela). Praktyczne zagadnienia dotyczące funkcjonowania instytucji finansowych i ubezpieczeniowych oraz podstawowych produktów przez nie oferowanych., w tym dotyczące bezpieczeństwa przy korzystaniu z nich - rola Bankowego Funduszu Gwarancyjnego.										
54	Moduł sumatywny	Powtórzenie, ugruntowanie i rozszerzenie najważniejszych poznanych komponentów teoretycznych i aplikacyjnych z zakresu dyscypliny matematyka, z możliwym uwzględnieniem zagadnień specjalistycznych z obszaru matematyki aktuarialnej lub analizy danych. Wybrane zagadnienia zarządzania projektami, analizy cyklu życia urządzenia, produktu lub procesu oraz podstawowe zasady cyberbezpieczeństwa.										
55	Seminarium dyplomowe	Doskonalenie treści merytorycznych związanych z przygotowywaną pracą dyplomową i kluczowymi efektami kształcenia. Rozwijanie umiejętności wystąpień publicznych w ramach prezentacji wybranych fragmentów pracy dyplomowej. Zapoznanie studentów z tematyką badań naukowych prowadzonych w Instytucie Matematyki. Wybrane zagadnienia przygotowujące do egzaminu kompetencyjnego.										
56	Historia i filozofia odkryć matematycznych	Chronologiczne omówienie wybranych faktów dotyczących historii matematyki, wraz z rysem historycznym danego odkrycia i jego znaczenia dla rozwoju współczesnej cywilizacji. Wybrane aspekty filozofii matematyki.										
57	Praktyka zawodowa	Wykorzystanie matematyki stosowanej i technologii informatycznych do rozwiązywania problemów analitycznych w biznesie. Udział w pracach zespołowych obejmujących wykorzystanie matematyki stosowanej w środowisku biznesowym lub technologicznym.						x	x		x	x
58	Matematyka ubezpieczeń majątkowych	Model indywidualny i łączny ryzyka, model dyskretny i ciągły wypłacalności zakładu, prawdopodobieństwo ruiny w skończonym i nieskończonym horyzoncie. System bonus-malus określania składki ubezpieczeniowej, teoria zaufania, model Bichsela, model heterogeniczny. Metoda chain ladder oraz inne metody oszacowania rezerw typu IBNR.										
59	Praca dyplomowa	Samodzielne pogłębianie kompetencji matematycznych pod kierunkiem promotora, w tym rozwijanie umiejętności prowadzenia rozmów dedukcyjnych oraz implementację modeli matematycznych w zagadnieniach praktycznych lub teoretycznych, z możliwym wykorzystaniem narzędzi i metod informatycznych. Student dokonuje przeglądu literatury, formułuje cele pracy, identyfikuje zadania szczegółowe oraz dobiera odpowiednie metody i narzędzia do ich realizacji. Końcowy etap przygotowania pracy dyplomowej obejmuje opracowanie spójnego tekstu przedstawiającego uzyskane wyniki lub prowadzone rozmowy.										
60	Metody heurystyczne w zagadnieniach optymalizacyjnych	Problemy P, NP i NP-trudne, złożoność obliczeniowa algorytmów, maszyna Turinga. Przykłady problemów NP-trudnych: TSP, QAP, SAT, VRP, pokrycie wierzchołkowe, kolorowanie grafu; Wybrane metody heurystyczne: metody zachłanne, algorytm genetyczny, symulowane wyżarzanie, przeszukiwanie wieloliniowe, algorytm tabu, optymalizacja chmurą cząstek, algorytm mrówkowy i inne.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	IMAS1	IMAS2	IMAS3	IMAS4	IMAS5	IMAS6	IMAS7	IMAS8	IMAS9	IMAS10
61	Wybrane zagadnienia statystyki matematycznej	Przegląd wybranych zagadnień ze statystyki matematycznej, koncentrujący się na metodach estymacji, w tym estymacji największej wiarygodności, oraz na testowaniu hipotez statystycznych.										
62	Wybrane zagadnienia teorii miary i całki	Przegląd wybranych zagadnień teorii miary i całki, ze szczególnym uwzględnieniem głębszego zrozumienia pojęcia sigma-ciała generowanego przez rodzinę zbiorów, regularności miary oraz twierdzeń granicznych.										
63	Podstawy programowania w VBA	Wprowadzanie formuł, korzystanie z funkcji wbudowanych, kontrola poprawności danych oraz organizacja i import różnych formatów danych z możliwością ich sortowania i filtrowania. Sposoby adresowania komórek, użycie operacji specjalnych kopiowania oraz rejestrowania makr. Składnia, funkcje, podprogramy, zmienne, instrukcje sterujące oraz wykorzystanie kontrolek interfejsu użytkownika.										
64	Stosowana algebra liniowa	Prezentacja wybranych narzędzi algebry liniowej w analizie numerycznej, teorii równań różniczkowych, analizie danych oraz teorii procesów losowych: forma Jordana, Dunforda-Jordana, rozkład wartości osobliwych (SVD), twierdzenie Perrona-Frobeniusa, własności macierzy dodatnich i M-macierzy, a także zastosowania transformacji liniowych w modelowaniu dynamicznym i statystycznym.										
65	Obliczeniowe aspekty nierówności funkcyjnych	Numeryczna weryfikacja i wizualizacja zagadnień z zakresu nierówności funkcyjnych przy użyciu metod komputerowych oraz symulacyjnych, m.in. wykorzystanie metody Monte Carlo do empirycznego sprawdzania zachodzenia wybranych nierówności funkcyjnych, takich jak podaddytywność czy podmnożliwość. Analiza pojęć wypukłości i wklęsłości z perspektywy twierdzenia minimaxowego. Wprowadzenie do teorii gier stochastycznych, w których pojawiają się nierówności funkcyjne, symulacja rozgrywek oraz identyfikacja i ocena strategii optymalnych.										

## ECTS - przedmioty

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
1	Algebra liniowa z elementami geometrii analitycznej	7			7	
2	Analiza matematyczna I	11			11	
3	Komputerowe obliczenia matematyczne	2				
4	Wstęp do matematyki dyskretnej i rachunku prawdopodobieństwa	3			3	
5	Wstęp do logiki i teorii mnogości	7			7	
6	Elementy grafiki inżynierskiej	3		3		
7	Algorytmy i podstawy programowania	5				
8	Algebra	5			5	
9	Etyka zawodowa i ochrona własności intelektualnej	2	2			
10	Podstawy ekonomii i przedsiębiorczości	2	2			
11	Język angielski B2 moduł I	2		2		
12	Język angielski B2+ moduł I	2		2		
13	Język angielski C1 moduł I	2		2		
14	Język niemiecki B2 moduł I	2		2		
15	Podstawy probabilistyki i teorii miary	6			6	
16	Analiza matematyczna II	5			5	
17	Język angielski B2 moduł II	2		2		
18	Język angielski B2+ moduł II	2		2		
19	Język angielski C1 moduł II	2		2		
20	Język niemiecki B2 moduł II	2		2		

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
21	Matematyczne podstawy analizy danych	6				
22	Analiza matematyczna III	6		6	6	
23	Podstawy statystyki	6			6	
24	Introduction to Financial and Insurance Mathematics	5			5	5
25	Matematyka dyskretna	5			5	
26	Język angielski B2 moduł III	2		2		
27	Język angielski B2+ moduł III	2		2		
28	Język angielski C1 moduł III	2		2		
29	Język niemiecki B2 moduł III	2		2		
30	Systemy baz danych	3				
31	Matematyka ubezpieczeń życiowych	4				
32	Estymacja i szeregi czasowe	6			6	
33	Podstawy analizy funkcjonalnej	3			3	
34	Analiza matematyczna IV	4			4	
35	Modelowanie i wycena instrumentów finansowych	3		3		
36	Programowanie w analizie danych	5		5		
37	Algorytmy algebry liniowej	3		3		
38	Wprowadzenie do analizy numerycznej	5		5		
39	Wybrane zagadnienia miary i kategorii	3		3		
40	Podstawy kryptografii i teorii informacji	5		5		
41	Wstęp do równań różniczkowych	4			4	

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
42	Testowanie hipotez statystycznych	4			4	
43	Język angielski B2 moduł IV	3		3		
44	Język angielski B2+ moduł IV	3		3		
45	Język angielski C1 moduł IV	3		3		
46	Język niemiecki B2 moduł IV	3		3		
47	Wprowadzenie do uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji	4				
48	Ubezpieczenia na życie - kalkulacja składek	3		3		
49	Analiza rozmyta	3		3		
50	Elementy programowania liniowego i badań operacyjnych	3		3		
51	Wstęp do optymalizacji nieliniowej z zastosowaniami	3		3		
52	Wielowymiarowa analiza danych	3		3		
53	Modelowanie ryzyk w działalności banku i ubezpieczyciela	4		4	4	
54	Moduł sumatywny	8		8		
55	Seminarium dyplomowe	3			3	
56	Historia i filozofia odkryć matematycznych	2	2			
57	Praktyka zawodowa	6				
58	Matematyka ubezpieczeń majątkowych	6			6	
59	Praca dyplomowa	10		10		
60	Metody heurystyczne w zagadnieniach optymalizacyjnych	3		3		
61	Wybrane zagadnienia statystyki matematycznej	3		3		
62	Wybrane zagadnienia teorii miary i całki	3		3		

<b>Lp.</b>	<b>Nazwa przedmiotu</b>	<b>ECTS</b>	<b>Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych</b>	<b>Przedmioty obieralne</b>	<b>Przedmioty profilowe</b>	<b>Zajęcia w języku obcym</b>
63	Podstawy programowania w VBA	3		3		
64	Stosowana algebra liniowa	3		3		
65	Obliczeniowe aspekty nierówności funkcyjnych	3		3		

# Wskaźniki ECTS

Nazwa	Wartość
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia)	54/180 (30%)
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	6
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć powiązanych z badaniami prowadzonymi na uczelni w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie	100/180 (55.56%)

## Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się

Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się wymaga zastosowania zróżnicowanych form oceniania studentów, adekwatnych do kategorii wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, których te efekty dotyczą. Dobór odpowiednich narzędzi zależy również od specyfiki przedmiotu oraz formy prowadzenia zajęć i jest każdorazowo opisany w kartach poszczególnych przedmiotów. Osiągnięcie wymaganych efektów uczenia się sprawdza się za pomocą:

1. prac pisemnych (egzaminy, kolokwia, sprawozdania, eseje, projekty, plakaty, praca dyplomowa, itp.);
2. wypowiedzi ustnych (ustne sprawdziany wiedzy, wystąpienia publiczne np. wygłoszenie referatu, prezentacji, itp.);
3. zadań praktycznych i/lub projektowych (zespołowych i indywidualnych);
4. obserwacji i oceny aktywności studentów podczas zajęć;
5. samooceny i oceny wzajemnej studentów (zwłaszcza w przypadku projektów zespołowych);
6. egzaminu kompetencyjnego i egzaminu dyplomowego.

Weryfikacja może mieć charakter formujący (częstkowy, wielokrotnie w toku zajęć) i/lub sumujący (ocena końcowa). Końcowy wynik weryfikacji podawany jest w skali ocen aktualnie obowiązującej.

Kierownik przedmiotu lub prowadzący zajęcia na pierwszych zajęciach z przedmiotu zobowiązany jest do omówienia karty przedmiotu oraz do sformułowania i udokumentowanego podania do wiadomości studentów metod weryfikacji i warunków przeprowadzania sprawdzianów uzyskania efektów uczenia się.

## **Praktyki zawodowe**

Praktyka zawodowa na kierunku matematyka stosowana trwa 6 tygodni. Zasady i formy odbywania praktyki zawodowej reguluje obowiązujące w tym zakresie Zarządzenie Rektora Politechniki Łódzkiej (aktualnie jest to Zarządzenie nr 66/2021 z dnia 29 października 2021 r.). Za zaliczoną praktykę zawodową student otrzymuje 6 ECTS.

# Charakterystyka kierunku

## Sylwetka absolwenta

Absolwent kierunku matematyka stosowana posiada zaawansowaną wiedzę matematyczną oraz umiejętności analityczne niezbędne do rozwiązywania złożonych problemów teoretycznych i praktycznych, także z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi informatycznych. Dysponuje solidnymi podstawami z zakresu logiki matematycznej, teorii mnogości, matematyki dyskretnej, analizy matematycznej, algebry, rachunku prawdopodobieństwa, statystyki oraz elementów informatyki i technik obliczeniowych, co umożliwi mu w szczególności kontynuację kształcenia na studiach II stopnia na kierunkach matematycznych, informatycznych (w tym związanych z data science), ekonomicznych oraz interdyscyplinarnych.

Absolwent posiada ponadto umiejętności w obszarach:

- matematyki finansowej i ubezpieczeniowej – potrafi analizować wybrane procesy finansowe oraz ubezpieczeniowe, obliczać składki i rezerwy ubezpieczeniowe, a także oceniać ryzyko kredytowe,
- analizy i eksploracji danych – zna algorytmy i metody statystyczne pozwalające na wydobywanie wiedzy z danych, potrafi korzystać z systemów baz danych oraz narzędzi analitycznych.

Absolwent będzie posiadać również wstępne kompetencje w zakresie zastosowań sztucznej inteligencji, z możliwym udziałem tych technik w analizie danych finansowych, ocenie ryzyka ubezpieczeniowego oraz modelowaniu procesów decyzyjnych. Będzie potrafił stosować metody uczenia maszynowego w analizie dużych zbiorów danych oraz wspierać procesy predykcyjne i optymalizacyjne. Absolwent przygotowany jest do pracy zarówno indywidualnej, jak i zespołowej, również w środowisku wielodyscyplinarnym, w tym międzynarodowym, wymagającym precyzji i logicznego rozumowania.

## Związek kierunku studiów ze strategią uczelni

Kształcenie studentów na kierunku matematyka stosowana w pełni nawiązuje do misji i strategii przyjętej przez Politechnikę Łódzką, wpisując się zarówno w cele edukacyjne, jak i rozwój współpracy z otoczeniem gospodarczym. Program studiów został opracowany z uwzględnieniem aktualnych potrzeb gospodarki krajowej i regionalnej oraz rzeczywistego zapotrzebowania rynku pracy, co potwierdzają dane pozyskane od współpracujących z kierunkiem podmiotów gospodarczych. Osoby kończące kierunek matematyka stosowana są i będą poszukiwane na rynku pracy w długim horyzoncie czasowym, co dodatkowo podkreśla praktyczny wymiar kształcenia realizowanego w ramach strategii uczelni.

Instytut Matematyki stwarza studentom odpowiednie warunki do wszechstronnego rozwoju intelektualnego, umożliwiając zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do podjęcia interesującej i przyszłościowej pracy zawodowej opartej na kompetencjach w zakresie zastosowań matematyki. Instytut aktywnie współpracuje z otoczeniem gospodarczym, realizując wspólne projekty oraz monitorując zmieniające się trendy i potrzeby rynku pracy, co jest zgodne z jednym z kluczowych obszarów strategicznych Politechniki Łódzkiej – wpływem na otoczenie społeczno-gospodarcze. Główna koncepcja kształcenia opiera się na wyróżniającym potencjale naukowym i dydaktycznym Instytutu Matematyki oraz Wydziału Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej, w skład którego Instytut wchodzi. Politechnika Łódzka uzyskała w 2022 r. ponownie kategorię naukową A w dyscyplinie matematyka, co doskonale wpisuje się w misję uczelni i sprzyja kształceniu studentów na najwyższym poziomie, w zgodzie z założeniami strategicznymi dotyczącymi nauki, innowacji i doskonałości dydaktycznej. Kierunek został zaplanowany tak, aby w centrum programu studiów znalazło się solidne klasyczne kształcenie matematyczne, uzupełnione o dwa kluczowe obszary zastosowań: matematykę finansową i ubezpieczeniową oraz matematyczne metody analizy danych. W programie uwzględniono aktywne metody kształcenia, wspierane technologiami informatycznymi, co umożliwi studentom zdobycie wiedzy i umiejętności w zaawansowanych działach zastosowań matematyki, współpracę z otoczeniem gospodarczym oraz wymianę doświadczeń z innymi kierunkami w Polsce i za granicą. Instytut Matematyki wyznaczył jako jeden ze strategicznych celów współpracę w zakresie doradztwa i realizacji projektów o charakterze badawczo-rozwojowym, dzięki czemu uzyskuje również bieżący feedback dotyczący aktualności programu kształcenia na kierunku matematyka stosowana i oczekiwań rynku pracy. Wszystkie te działania są w pełni zgodne z długoterminową strategią Politechniki Łódzkiej.

## Cele kształcenia oraz możliwości zatrudniania i kontynuacji studiów

Najważniejszymi celami kształcenia na kierunku matematyka stosowana są:

- Rozwój zaawansowanych kompetencji matematycznych – zapewnienie studentom solidnych podstaw teoretycznych z logiki, teorii mnogości, analizy matematycznej, algebry, rachunku prawdopodobieństwa, statystyki, matematyki dyskretnej, niezbędnych do rozwiązywania złożonych problemów teoretycznych i praktycznych oraz do kontynuacji edukacji na studiach II stopnia,

- Kształcenie umiejętności analitycznych i obliczeniowych – przygotowanie studentów do samodzielnego modelowania zjawisk, analizy złożonych procesów oraz krytycznej oceny wyników, z wykorzystaniem nowoczesnych technik i narzędzi informatycznych,
- Przygotowanie do zastosowań matematyki w finansach, ubezpieczeniach i analizie danych – rozwinięcie kompetencji w zakresie matematyki finansowej i ubezpieczeniowej, analizy ryzyka, eksploracji danych, modelowania statystycznego oraz pracy z bazami danych i narzędziami analitycznymi,
- Wprowadzenie do metod sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego – wyposażenie studentów w podstawy teoretyczne i praktyczne niezbędne do stosowania technik AI w analizie dużych zbiorów danych, modelowaniu procesów decyzyjnych, prognozowaniu i optymalizacji,
- Kształtowanie kompetencji zawodowych i społecznych – rozwój umiejętności pracy indywidualnej i zespołowej, w tym w środowiskach interdyscyplinarnych, a także doskonalenie precyzyjnego i logicznego formułowania wypowiedzi, myślenia krytycznego oraz odpowiedzialności za jakość wykonywanych zadań,
- Przygotowanie do praktycznego wykorzystania matematyki w nowoczesnym środowisku technologicznym – kształcenie w zakresie efektywnego wykorzystania narzędzi informatycznych w zastosowaniach wybranych metod matematycznych, w tym wykorzystania oprogramowania obliczeniowego, systemów baz danych i środowisk programistycznych w rozwiązywaniu realnych problemów naukowych i biznesowych.

Przykładowe obszary zatrudnienia:

- instytucje finansowe (banki, fundusze inwestycyjne, towarzystwa ubezpieczeniowe),
- działy analityczne przedsiębiorstw i organizacji,
- firmy konsultingowe,
- sektor IT: analityka danych, inżynieria danych.

Przykładowe stanowiska pracy:

analityk danych, analityk finansowy, specjalista ds. ubezpieczeń, doradca finansowy, matematyk, statystyk, specjalista ds. modeli i analiz, itp.

Absolwent kierunku matematyka stosowana, dzięki szerokim kompetencjom teoretycznym i praktycznym, ma bardzo dobre przygotowanie do kontynuacji studiów II stopnia na kierunkach matematycznych, informatycznych (w tym związanych z data science), ekonomicznych oraz interdyscyplinarnych.

Zdobyte umiejętności modelowania procesów finansowych i ubezpieczeniowych, analizy ryzyka, eksploracji danych oraz zastosowań uczenia maszynowego otwierają drogę do specjalistycznych studiów II stopnia m.in. z matematyki aktuarialnej, ekonometrii, analityki biznesowej, statystyki stosowanej czy inżynierii finansowej. Dzięki kompetencjom obliczeniowym i doświadczeniu w pracy z narzędziami analitycznymi absolwent może również rozwijać się w kierunkach z pogranicza matematyki i informatyki.

### **Opis przebiegu i wyniku konsultacji proponowanego programu studiów z otoczeniem społeczno-gospodarczym**

Instytut Matematyki od wielu lat prowadzi współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w szczególności z przedstawicielami sektora finansowego, ubezpieczeniowego oraz analizy danych. Współpraca ta obejmuje m.in. okresowe konsultacje i przeglądy programów studiów realizowanych na kierunku matematyka stosowana.

Pierwsza analiza dotycząca planowanych modyfikacji programu studiów została przeprowadzona w listopadzie 2024 r. Potwierdzono wówczas aktualność i adekwatność efektów uczenia się do potrzeb rynku pracy, jednocześnie wskazując potrzebę dalszego wzmocnienia kompetencji praktycznych studentów, w szczególności w obszarach związanych z modelowaniem ryzyka oraz wykorzystaniem narzędzi analizy danych i sztucznej inteligencji.

W związku z wdrożeniem obowiązujących regulacji dotyczących projektowania i doskonalenia programów studiów, w listopadzie 2025 r. przeprowadzono kolejne konsultacje z przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego, reprezentującymi sektor finansowy i analityki danych.

Przedstawiciele otoczenia gospodarczego podkreślili wysoką jakość przygotowania matematycznego absolwentów oraz ich profil kompetencyjny łączący elementy matematyki stosowanej, aktuarialnej i analizy danych. Wskazano, że taki profil jest szczególnie ceniony na rynku pracy. Jednocześnie zwrócono uwagę na potrzebę dalszego wzmocnienia kompetencji praktycznych poprzez rozszerzenie treści dotyczących modelowania ryzyka kredytowego, metod statystycznych oraz programowania z wykorzystaniem powszechnie stosowanych narzędzi (Python, R, SQL). Podkreślono również zasadność wprowadzenia treści w zakresie podstaw sztucznej inteligencji.

W opinii interesariuszy istotne jest także dalsze zwiększanie komponentu praktycznego oraz biznesowego programu studiów, w tym rozwijanie zagadnień związanych z funkcjonowaniem instytucji finansowych, instrumentów finansowych oraz procesami zarządzania ryzykiem. Zwrócono uwagę na znaczenie praktycznego wykorzystania metod statystycznych w analizie danych oraz budowie modeli decyzyjnych.

Rekomendowane kierunki dalszego doskonalenia programu obejmują:

zwiększenie udziału projektów realizowanych przez studentów, obejmujących pełny cykl pracy analitycznej (od identyfikacji problemu, przez analizę danych i budowę modelu, po interpretację wyników i prezentację wniosków), co wzmacnia kompetencje praktyczne i przygotowanie do pracy projektowej,  
rozszerzenie wykorzystania przykładów praktycznych opartych na rzeczywistych problemach gospodarczych, we współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym,  
utrzymanie równowagi pomiędzy treściami aktuarialnymi a zagadnieniami analizy danych, zapewniającej elastyczność ścieżek rozwoju zawodowego studentów.

Podsumowując, przedstawiciele otoczenia społeczno-gospodarczego ocenili program studiów jako nowoczesny i dobrze odpowiadający potrzebom rynku pracy, umożliwiający rozwój kompetencji w obszarze matematyki stosowanej, analizy danych i modelowania ryzyka. Program uzyskał pozytywną ocenę.

### **Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia**

Wg obowiązującej Uchwały Rekrutacyjnej w Politechnice Łódzkiej.

### **Jednostka organizująca kształcenie**

Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej

## Plan studiów

### Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Algebra liniowa z elementami geometrii analitycznej	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Analiza matematyczna I	Ćwiczenia: 60 Wykład: 60	11	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Komputerowe obliczenia matematyczne	Zajęcia laboratoryjne: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Wstęp do matematyki dyskretnej i rachunku prawdopodobieństwa	Ćwiczenia: 30 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Wstęp do logiki i teorii mnogości	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
<b>Suma</b>	<b>315</b>	<b>30</b>		

### Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Elementy grafiki inżynierskiej	Zajęcia projektowe: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Algorytmy i podstawy programowania	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Algebra	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	5	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Etyka zawodowa i ochrona własności intelektualnej	Wykład: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Podstawy ekonomii i przedsiębiorczości	Wykład: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Język obcy moduł 1		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 moduł z grupy				
Język angielski B2 moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Podstawy probabilistyki i teorii miary	Ćwiczenia: 45 Wykład: 45	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Analiza matematyczna II	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	5	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Wychowanie fizyczne 1	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
<b>Suma</b>	<b>420</b>	<b>30</b>		

## Semestr 3

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Język obcy moduł 2		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 moduł z grupy				

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Język angielski B2 moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Matematyczne podstawy analizy danych	Zajęcia projektowe: 60	6	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Analiza matematyczna III	Ćwiczenia: 30 Wykład: 45	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Podstawy statystyki	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 30	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Introduction to Financial and Insurance Mathematics	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Matematyka dyskretna	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Wychowanie fizyczne 2	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
<b>Suma</b>	<b>390</b>	<b>30</b>		

## Semestr 4

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Język obcy moduł 3		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Student wybiera 1 moduł z grupy				
Język angielski B2 moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Systemy baz danych	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Matematyka ubezpieczeń życiowych	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Estymacja i szeregi czasowe	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 60	6	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Podstawy analizy funkcjonalnej	Ćwiczenia: 15 Wykład: 30	3	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Analiza matematyczna IV	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Blok obieralny I		8	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 2 przedmioty z grupy (8 ECTS)				
Modelowanie i wycena instrumentów finansowych	Ćwiczenia: 15 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Programowanie w analizie danych	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Algorytmy algebry liniowej	Zajęcia projektowe: 30 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Wprowadzenie do analizy numerycznej	Zajęcia projektowe: 45 Wykład: 15	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wybrane zagadnienia miary i kategorii	Ćwiczenia: 15 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Podstawy kryptografii i teorii informacji	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
<b>Suma</b>	<b>450</b>	<b>30</b>		

## Semestr 5

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Wstęp do równań różniczkowych	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Testowanie hipotez statystycznych	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Język obcy moduł 4		3	Egzamin	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 moduł z grupy				
Język angielski B2 moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Wprowadzenie do uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Wychowanie fizyczne 3	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Blok obieralny 2		3	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Ubezpieczenia na życie - kalkulacja składek	Zajęcia projektowe: 45 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Analiza rozmyta	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Elementy programowania liniowego i badań operacyjnych	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wstęp do optymalizacji nieliniowej z zastosowaniami	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wielowymiarowa analiza danych	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Modelowanie ryzyk w działalności banku i ubezpieczyciela	Zajęcia projektowe: 60	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Moduł sumatywny	Zajęcia projektowe: 90	8	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
<b>Suma</b>	<b>435</b>	<b>30</b>		

## Semestr 6

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Seminarium dyplomowe	Seminarium: 60	3	Zaliczenie na ocenę + egzamin	Przedmioty obowiązkowe

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	<b>Obligatoryjność</b>
Historia i filozofia odkryć matematycznych	Wykład: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Praktyka zawodowa	Praktyka: 0	6	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Matematyka ubezpieczeń majątkowych	Ćwiczenia: 45 Wykład: 45	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Praca dyplomowa	Praca dyplomowa: 0	10	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Blok obieralny 3		3	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Metody heurystyczne w zagadnieniach optymalizacyjnych	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wybrane zagadnienia statystyki matematycznej	Zajęcia projektowe: 45 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wybrane zagadnienia teorii miary i całki	Zajęcia projektowe: 45 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Podstawy programowania w VBA	Zajęcia laboratoryjne: 45 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Stosowana algebra liniowa	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Obliczeniowe aspekty nierówności funkcyjnych	Zajęcia laboratoryjne: 45 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
<b>Suma</b>	<b>240</b>	<b>30</b>		