



Politechnika Łódzka

Program studiów

Wydział:	Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej
Kierunek:	Mathematical Methods in Data Analysis
Poziom kształcenia:	studia pierwszego stopnia (inżynier)
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	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	6
ECTS - przedmioty	16
Wskaźniki ECTS	20
Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się	21
Praktyki zawodowe	22
Charakterystyka kierunku	23
Plan studiów	26

Informacje podstawowe

Nazwa kierunku studiów:	Mathematical Methods in Data Analysis
Poziom studiów:	studia pierwszego stopnia (inżynier)
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Forma studiów:	studia stacjonarne
Czas trwania studiów (liczba semestrów):	7
Liczba ECTS konieczna do ukończenia studiów:	210
Łączna liczba godzin zajęć:	2653
Liczba punktów ECTS jaką student uzyskuje w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	106
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	inżynier
Kod ISCED:	0542
Język studiów:	angielski

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	1MDA1	Zna i rozumie zagadnienia z zakresu nauk podstawowych, w szczególności podstawowych działów matematyki i metod statystycznej analizy danych, pozwalające na opis i modelowanie problemów, w tym interdyscyplinarnych.	P6U_W	P6S_WG
2	1MDA2	W zaawansowanym stopniu zna i rozumie algorytmy i metody obliczeniowe, w tym algorytmiczne metody algebry liniowej oraz metody statystyczne - istotne w eksploracji danych.	P6U_W	P6S_WG
3	1MDA3	Zna i rozumie pozatechniczne uwarunkowania prowadzenia działalności związanej również z analizą danych, w szczególności dotyczące aspektów ekonomicznych, prawnych i etycznych.	P6U_W	P6S_WK
4	1MDA4	Zna i rozumie podstawowe zagadnienia nauki z zakresu szerszego niż analiza danych, w tym wybrane procesy zachodzące w cyklu życia obiektów i systemów technicznych, zna powiązane z tym dylematy cywilizacyjne.	P6U_W	P6S_WG, P6S_WK
5	1MDA5	Potrafi przeanalizować złożony problem i zaproponować jego rozwiązania, dokonując krytycznej analizy i oceny istniejących rozwiązań oraz właściwego doboru metod i narzędzi, wykazując się przy tym kreatywnością w łączeniu wiedzy z zakresu matematyki i innych, specyficznych dla danego problemu dyscyplin, implementując rozwiązanie zgodnie z wymaganą specyfikacją.	P6U_U	P6S_UW
6	1MDA6	Potrafi sformułować ocenę dostępnego matematycznego modelu danych, zaproponować jego modyfikacje spełniające zdefiniowane wymagania, komunikując się w miarę potrzeb ze specjalistami; Potrafi planować i przeprowadzać symulacje komputerowe oraz przetwarzać dane eksperymentalne i porównywać wyniki z odpowiednimi modelami matematycznymi.	P6U_U	P6S_UW, P6S_UK, P6S_UO, P6S_UU
7	1MDA7	Potrafi posługiwać się podstawowymi metodami i algorytmami eksploracji danych oraz wykorzystywać odpowiednie systemy informatyczne (zarówno statystyczne jak i bazodanowe) w wydobywaniu wiedzy z danych.	P6U_U	P6S_UW
8	1MDA8	Potrafi komunikować się w języku angielskim na poziomie co najmniej C1 oraz w innym języku obcym na wybranym poziomie biegłości wg . Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, zgodnie z wymaganiami programowymi. Potrafi pracować indywidualnie oraz w ramach debaty i współpracy w grupie. Świadomie planuje i realizuje samokształcenie, dokonując jego krytycznej oceny.	P6U_U	P6S_UK, P6S_UO
9	1MDA9	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w oparciu o zasady prawne, etyczne i społeczne. Jest gotów do aktywnej interakcji ze społeczeństwem i wyzwaniem dnia dzisiejszego oraz do działania w sposób przedsiębiorczy.	P6U_K	P6S_KO, P6S_KR

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
10	1MDA10	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, w tym założeń, wywodów i danych przedstawianych na ich poparcie, do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów oraz do zasięgania opinii ekspertów.	P6U_K	P6S_KK, P6S_KO

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

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
1	Study Skills for University	Organizacja studiów w IFE, zapoznanie studentów z podstawowymi narzędziami i technikami niezbędnymi w procesie studiowania oraz zasadami kultury akademickiej. Przedstawienie ogólnej koncepcji kształcenia na danym kierunku.								x		
2	C1 Business Communication for Engineers 1	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na poziomie C1 lub C2; tematy istotne w środowisku akademickim i zawodowym absolwentów uczelni wyższych; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie kluczowych umiejętności interpersonalnych wymaganych w miejscu pracy.								x		x
3	C2 Business Communication for Engineers 1	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na poziomie C1 lub C2; tematy istotne w środowisku akademickim i zawodowym absolwentów uczelni wyższych; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie kluczowych umiejętności interpersonalnych wymaganych w miejscu pracy.								x		x
4	Introduction to Logic and Discrete Mathematics	Elementy logiki zdań i predykatów. Kwantyfikatory. Zbiory, ich własności i operacje na zbiorach. Dowody dedukcyjne i indukcyjne. Ciągi zdefiniowane rekurencyjnie. Rekurencje liniowe pierwszego i drugiego rzędu. Elementy kombinatoryki: wariacje i kombinacje z powtórzeniami i bez powtórzeń.	x				x					x
5	Information Technologies	Ochrona danych, archiwizacja, szyfrowanie, chmura danych. Aplikacje biurowe w zastosowaniach zawodowych. Podstawy działania Internetu i sieci lokalnych. Problemy bezpieczeństwa i prywatności w Internecie. Tematy opcjonalne: Podstawy wirtualizacji, Podstawy zastosowania narzędzi sztucznej inteligencji.				x						
6	Physics	Wielkości fizyczne i jednostki, pomiar w fizyce, układy współrzędnych, ruch prostoliniowy, ruch w dwóch i trzech wymiarach, zasady dynamiki Newtona, praca, energia, moc, pęd i zderzenia, obroty wokół stałej osi, drgania, fale, ładunki i pola elektryczne, potencjał elektryczny. Tematy opcjonalne: grawitacja, pojemność elektryczna i kondensatory, prąd i rezystancja, obwody prądu stałego.	x				x					
7	Engineering Drawing	Elementy projektowania uniwersalnego, zasady szkicowania, przygotowywania rysunków w rzutowaniu izometrycznym, ukośnym, rzutowaniu prostokątnym europejskim i amerykańskim, rysowanie przekrojów, zasady wymiarowania oraz koncepcja tolerancji i pasowań.					x					
8	Linear Algebra in Data Analysis	Układy liniowe i ich rozwiązywanie, postać rozwiązania. Macierze, operacje na nich, odwrotność, związki z układami liniowymi. Przestrzenie liniowe i pojęcia z nimi związane, przekształcenia liniowe. Rzut ortogonalny i jego zastosowanie w zagadnieniu regresji liniowej.	x	x				x				
9	Mathematical Analysis I	Zagadnienia dotyczące aksjomatów ciała liczb rzeczywistych, kresów podzbiorów prostej rzeczywistej, ciągów i szeregów liczbowych, granic funkcji rzeczywistej jednej zmiennej rzeczywistej. Ponadto program wprowadza podstawy rachunku różniczkowego i całkowego funkcji rzeczywistej jednej zmiennej rzeczywistej, a także omawia typowe zastosowania poznanej teorii, w tym zastosowania o charakterze inżynierskim.	x				x					x

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
10	C1 Business Communication for Engineers 2	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne; tematy istotne w środowisku akademickim i zawodowym absolwentów szkół wyższych; doskonalenie umiejętności rozumienia i produktywności języka; rozwijanie niezbędnych umiejętności interpersonalnych wymaganych w miejscu pracy.								x		x
11	C2 Business Communication for Engineers 2	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na poziomie C1 lub C2; tematy istotne w środowisku akademickim i zawodowym absolwentów uczelni wyższych; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie kluczowych umiejętności interpersonalnych wymaganych w miejscu pracy.								x		x
12	Computer Aided Design	Techniki konstrukcyjne obiektów wykorzystywane w projektowaniu wspomagany komputerowo; podstawowe obiekty wektorowe i ich cechy w środowisku CAD; warstwy, narzędzia wymiarowania oraz zasady organizacji rysunku technicznego; przygotowanie kompletnego projektu technicznego zgodnie z zasadami poprawności rysunkowej i normami.					x					
13	Introduction to Programming	Myślenie algorytmiczne, algorytmizacja rozwiązania problemu. Podstawowe konstrukcje programistyczne i struktury danych. Implementacja wybranych algorytmów.		x			x					
14	Civic Knowledge and Engagement I	Rozwijanie kompetencji społecznych wykraczających poza kierunkowe efekty uczenia się, niezbędne u świadomego, empatycznego i wykształconego obywatela Polski, Europy i świata. Realizacja różnych aktywności na rzecz rozwoju własnego, Uczelni oraz lokalnych społeczności.									x	
15	Probability Theory for Data Analysts	Podstawowe pojęcia teorii prawdopodobieństwa. Przykłady kombinatoryczne. Zmienne losowe typu dyskretnego i ciągłego. Wybrane rozkłady prawdopodobieństwa. Wartość oczekiwana i wariancja. Zastosowania w analizie danych - histogram, wyznaczanie macierzy kowariancji i wybranych charakterystyk liczbowych na podstawie danych, dystrybuenta empiryczna.	x	x				x				
16	Mathematical Analysis II	Analiza matematyczna funkcji więcej niż jednej zmiennej; ciągi i szeregi funkcyjne, zbieżność jednostajną i punktową oraz zagadnienia dotyczące zamiany operatorów granicy, całki i pochodnej; szereg Fouriera i metody jego wyznaczania; zbiory w przestrzeni euklidesowej wraz z ich podstawowymi własnościami oraz funkcje wielu zmiennych, w tym ich dziedzina, ciągłość i granica; pochodne kierunkowe, gradient oraz macierz Hessego; ekstrema funkcji wielu zmiennych, zarówno lokalne, jak i globalne, a także twierdzenie o funkcji uwikłanej; całki zależne od parametru oraz całki podwójne, w tym obszary normalne, twierdzenie Fubniego oraz twierdzenie o zamianie zmiennych.	x				x					x
17	Introduction to Numerical Analysis	Numeryczne rozwiązywanie klasycznych problemów matematycznych z uwzględnieniem szacowania błędów wynikających z obliczeń numerycznych; wybrane algorytmy algebry liniowej; metody znajdowania pierwiastków równań; wyznaczanie ekstremów funkcji; przybliżanie funkcji za pomocą wielomianów; szacowanie wartości sum szeregów liczbowych; całkowanie.		x			x	x				

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
18	Modern Physics	Podstawy optyki: podstawowe własności światła, fale elektromagnetyczne, odbicie i załamanie, interferencja i dyfrakcja. Mechanika kwantowa: dualizm falowo-korpuskularny, równanie Schrödingera, funkcja falowa i jej interpretacja probabilistyczna, proste układy kwantowe. Struktura atomowa: modele atomu, skwantowane poziomy energii, orbitale elektronowe, widma atomowe. Fizyka jądrowa: budowa jądra atomowego, promieniotwórczość, rozpady jądrowe, procesy rozszczepienia i syntezy jądrowej. Szczególna teoria względności: postulaty szczególnej teorii względności, dylatacja czasu, skrócenie długości, równoważność masy i energii. Kosmologia: struktura wielkoskalowa Wszechświata, rozszerzanie się Wszechświata, teoria Wielkiego Wybuchu.	x				x					
19	German A2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
20	German B1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
21	German B2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
22	Spanish A2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
23	Spanish B1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
24	Spanish B2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
25	French A2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
26	French B1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
27	French B2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
28	Italian A1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
29	Italian A2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
30	German A1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
31	Spanish A1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
32	French A1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
33	Polish A1 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
34	Polish A2 block I	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.										x
35	Interdisciplinary Problem-Based Learning Project	Realizacja projektu problemowego podczas zajęć warsztatowych. Zespoły 4-5 osobowe — studenci różnych kierunków. Tematyka projektów — użytkowa, niezwiązana ściśle z określonym kierunkiem studiów. Zajęcia rozwijają u studentów kompetencje miękkie (m.in. kreatywność, współpracę w zespole, zarządzanie czasem, rozwiązywanie problemów) a także umiejętność korzystania z narzędzi wspomagających pracę projektową.					x			x		x
36	Civic Knowledge and Engagement II	Rozwijanie kompetencji społecznych wykraczających poza kierunkowe efekty uczenia się, niezbędne u świadomego i wykształconego obywatela Polski, Europy i Świata. Realizacja różnych aktywności na rzecz rozwoju własnego oraz Uczelni.									x	

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
37	Databases and Data Warehouses	Podstawy projektowania i implementacji relacyjnych baz danych, w tym modelowanie danych, normalizację oraz praktyczne wykorzystanie języków bazodanowych do operacji na danych, transakcji i programowania po stronie bazy; matematyczne podstawy relacyjnych baz danych oraz zasady zarządzania bazą; przygotowanie danych do celów analitycznych oraz projektowanie i budowa wielowymiarowych modeli hurtowni danych.		x			x		x			
38	Mathematics of Data	"Kłątwa wymiarowości", redukcja wymiarów, algorytm PCA, szukanie wektorów własnych dla macierzy symetrycznych (ilorazy Rayleigha), klastrowanie/grupowanie: algorytm k-średnich oraz DBSCAN, regresja logistyczna, maksymalizacja funkcji największej wiarygodności, szukanie współczynników regresji za pomocą metody spadku gradientowego, analiza dyskryminacyjna, LDA i QDA, macierz kowariancji, naiwny klasyfikator Bayesowski, algorytm k-najbliższych sąsiadów (knn), drzewa decyzyjne, entropia informacyjna Shannona, regresja liniowa, regularyzacja grzbietowa (ridge) oraz Lasso		x			x	x				
39	Applied Statistics	Pojęcie losowości oraz ciągi pseudolosowe i metody ich generowania. Wybrane rozkłady prawdopodobieństwa oraz dystrybuanta empiryczna. Wybrane metody wizualizacji danych. Analiza zależności w danych. Wybrane metody dopasowania modeli do danych. Wybrane metody estymacji nieznanymi parametrów. Wprowadzenie do testowania hipotez statystycznych. Zastosowania wybranych metod statystycznych.	x	x			x	x				
40	Algorithms and Data Models	Podstawowe algorytmy, które stanowią elementy składowe bardziej zaawansowanych technik analizy danych. Definicja i właściwości algorytmów. Klasyfikacja typów zmiennych: proste i złożone, statyczne i dynamiczne. Wybrane struktury danych: lista, kolejka, słownik, sterta – oraz ich implementacja. Rekurencja a iteracja – porównanie poprzez implementację wybranych metod sortowania. Grafy i ich reprezentacja w językach programowania – macierze incydencji, listy sąsiadów itp. Modele danych – graf jako struktura danych, wybrane modele probabilistyczne, baza danych jako model. Drzewa i drzewa poszukiwań binarnych. Wybrane biblioteki grafowe i implementacja klasycznych algorytmów grafowych (DFS, BFS, Dijkstra) w przykładowych problemach eksploracyjnych. Porównanie algorytmów prefabrykowanych z własnymi implementacjami. Algorytmy zachłanne – wybrane przykłady. Metody heurystyczne i ewolucyjne: algorytm genetyczny, A*. Wprowadzenie do uczenia maszynowego – neuron McCullocha-Pittsa. Algorytmy inspirowane naturą – przykłady i zastosowania.		x			x	x				
41	German A2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
42	German B1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
43	German B2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
44	Spanish A2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
45	Spanish B1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
46	Spanish B2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
47	French A2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
48	French B1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
49	French B2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
50	Italian A1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
51	Italian A2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
52	Polish A1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
53	Polish A2 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
54	German A1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
55	Spanish A1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
56	French A1 block II	Wybrane struktury leksykalne i gramatyczne na różnych poziomach zaawansowania; tematy istotne z punktu widzenia mobilności akademickiej w ramach programu Erasmus+; doskonalenie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie niezbędnych kompetencji interpersonalnych wymaganych w środowisku międzynarodowym.								x		x
57	Civic Knowledge and Engagement III	Rozwijanie kompetencji społecznych wykraczających poza kierunkowe efekty uczenia się, niezbędne u świadomego, empatycznego i wykształconego obywatela Polski, Europy i świata. Realizacja różnych aktywności na rzecz rozwoju własnego, Uczelni oraz lokalnych społeczności.									x	
58	Team Project - Applied Models of Data Analysis	Projekt zespołowy rozwiązujący problemy analizy danych wielowymiarowych łączące zagadnienia pozyskiwania z bazy danych, wstępnego przetwarzania oraz metod analizy takich jak analiza korespondencji, analiza dyskryminacyjna, analiza regresji, analiza wariacji, analiza skupień, reguły asocjacyjne, elementy wnioskowania bayesowskiego, etc. 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 (Etyka zawodowa i ochrona własności intelektualnej).		x	x		x	x	x			
59	Differential Equations in Modeling	Wybrane zagadnienia dotyczące równań różniczkowych zwyczajnych, w tym twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań, twierdzenia o przedłużaniu rozwiązań, wybrane równania pierwszego rzędu, układy równań liniowych oraz układy równań autonomicznych; wybrane metody numeryczne stosowane do równań różniczkowych zwyczajnych, zilustrowane odpowiednimi przykładami; analiza wybranych modeli matematycznych opisujących zjawiska występujące w różnych dziedzinach, takich jak nauki przyrodnicze, psychologia, fizyka czy technika.	x				x	x				
60	Testing Statistical Hypotheses	Usystematyzowanie wiedzy z zakresu wnioskowania statystycznego oraz podstaw estymacji punktowej i przedziałowej dla dwóch próbek pochodzących z rozkładu normalnego. Omówienie pojęcia mocy testu statystycznego oraz lematu Neymana-Pearsona wraz z jego zastosowaniami. Analiza testu istotności dla wskaźnika struktury oraz testu porównania dwóch frakcji. Przedstawienie testów zgodności chi-kwadrat Pearsona i Fishera oraz testu niezależności chi-kwadrat. Omówienie testu normalności Shapiro-Wilka oraz testu Kołmogorowa-Smirnowa. Analiza testów istotności dla współczynników korelacji. Przegląd przykładowych testów statystycznych dla rozkładów wielowymiarowych. Zastosowanie testów statystycznych w modelach regresyjnych.		x			x	x				

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
61	Numerical Methods and Optimisation	Algorytmy wyznaczania pierwiastków (metoda bisekcji, algorytm Newtona-Raphsona), układy fizyczne i biologiczne (oscylator harmoniczny, model Malthusa, Lotki-Volterra, SIR), numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych (metoda Eulera i Rungego-Kutta), całkowanie numeryczne (metoda prostokątów, trapezów, Simpsona, kwadratury Gaussa), metoda najszybszego spadku, mnożniki Lagrange'a		x			x	x				
62	Basics of Economics and Financial Mathematics	Podstawowe zagadnienia z zakresu ekonomii oraz matematyki finansowej; analiza wartości pieniądza w czasie, ogólne zasady wyceny podstawowych instrumentów finansowych oraz elementarne metody oceny efektywności inwestycji; stosowanie prostych narzędzi matematycznych do opisu i analizy zjawisk gospodarczych oraz procesów finansowych w skali mikro- i makroekonomicznej.	x		x		x					
63	Multivariate Data Analysis	Metody analizy danych wielowymiarowych oraz ich zastosowanie w modelowaniu i wnioskowaniu statystycznym; techniki eksploracji danych, redukcji wymiarowości, klasyfikacji, predykcji oraz grupowania; zasady przygotowania danych do analizy, budowy modeli oraz oceny ich jakości; interpretacja wyników analiz i ich prezentacja w kontekście problemów praktycznych.		x			x		x			
64	Capstone Module	Projekt zespołowy, który obejmuje zagadnienia związane z kierunkiem studiów, uwzględnia elementy zarządzania projektami (definiowania problemu, poszukiwania rozwiązania i realizację projektu w grupach 3-5 osobowych). Zagadnienia merytoryczne dostosowane są do aktualnych trendów i technologii, w szczególności zagadnień istotnych społecznie lub potencjalnie możliwych do realizacji w przyszłej pracy zawodowej. Wybrane zagadnienia zarządzania projektami, analizy cyklu życia urządzenia, produktu lub procesu, transferu technologii i komercjalizacji wyników badań oraz podstawowe zasady cyberbezpieczeństwa.				x	x	x	x			
65	Graph Theory & Social Networks	Podstawy teorii grafów (m.in. przechodzenie grafów, drzewa, skojarzenia i pokrycia, kolorowanie). Grafy losowe. Modelowanie i analiza sieci społecznych. Przegląd i implementacja wybranych algorytmów grafowych.		x			x	x				
66	Time Series and Prediction	Podstawowe pojęcia analizy szeregów czasowych oraz opis danych losowych w czasie, ich własnościach i interpretacja; kluczowe charakterystyki szeregów czasowych, pojęcie stacjonarności oraz identyfikacja i rola trendu, sezonowości i innych składowych strukturalnych; praktyczne metody analizy danych, takie jak wygładzanie, uzupełnianie braków, identyfikacja obserwacji odstających oraz modelowanie za pomocą procesów autoregresyjnych i średniej ruchomej, w szczególności modeli ARIMA i ich rozszerzeń; podstawy modelowania zmienności, kryteria doboru modeli oraz zagadnienia prognozowania szeregów czasowych.		x			x	x				
67	Machine Learning and AI	Podstawowe koncepcje uczenia maszynowego oraz sztucznej inteligencji, ze szczególnym uwzględnieniem metod analizy danych i budowy modeli predykcyjnych; różne paradygmaty uczenia oraz algorytmy wykorzystywane w zadaniach klasyfikacji, regresji i grupowania; zasady przygotowania danych, procesu uczenia modeli oraz oceny ich jakości; łączenie metod i budowa bardziej złożonych rozwiązań opartych na modelach uczących się.		x			x		x			

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
68	Methods of Data Reporting and Visualisation	Zasady efektywnego raportowania i wizualizacji danych; dobór odpowiednich wykresów do rodzaju danych i celu analizy oraz przygotowania danych do wizualizacji; m.in. wykresy punktowe, słupkowe, kołowe, histogramy, wykresy gęstości, dystrybuantę empiryczną, wykresy pudełkowe, korelogramy, mapy ciepła oraz kartogramy; analiza wartości odstających, wizualizacja trendów oraz przedziałów ufności; zasady struktury raportu analitycznego oraz przykładowe zagadnienia biznesowe.					x		x			
69	Mobility Semester	Student wybiera przedmioty z oferty uczelni zagranicznej.										
70	Diploma Seminar	Przygotowanie do napisania pracy dyplomowej, egzaminu kompetencyjnego oraz egzaminu dyplomowego poprzez: opracowanie planu pracy, analizę literatury, prezentację głównych wyników oraz wybranych fragmentów pracy oraz doskonalenie treści merytorycznych związanych z kluczowymi efektami uczenia się. Doskonalenie umiejętności wystąpień publicznych, niezbędna podczas egzaminu dyplomowego.					x					x
71	Final Project	Kierowane przez promotora samodzielne pogłębianie wiedzy i umiejętności w zakresie metod analizy danych, prowadzące do przygotowania przez studenta oryginalnej i spójnej pracy dyplomowej, spełniającej formalne i merytoryczne wymagania.	x				x					x
72	Data Storytelling and Business Intelligence	Zrozumienie kontekstu rzeczywistych danych w problemie biznesowym poprzez łączenie metod matematycznych z trendami danych biznesowych, określenie odpowiedniego typu wykresu, rozpoznanie i wyeliminowanie bałaganu na wykresach, budowanie struktury opowiadania historii za pomocą danych i podkreślanie kluczowych punktów w każdym problemie, umiejętność tworzenia narracji za pomocą danych w celu przekształcenia nieskutecznego wykresu w skuteczny wykres, ze zwróceniem uwagi na kontekst każdego problemu biznesowego.					x		x			
73	Selected Problems of Algebra	Arytmetyka modularna, funkcja i twierdzenie Eulera, protokół Diffiego-Hellmana, testy pierwszości (Fermat, Miller-Rabin, Lucas-Lehmer), sito pierwszości (Eratostenes, Atkin), enkrypcja RSA, kryptografia krzywych eliptycznych.		x			x					
74	Selected Problems of Applied Statistics	Przestrzeń statystyczna. Estymatory i ich własności. Przedziały ufności. Testowanie hipotez statystycznych.	x				x					
75	Advanced Algorithms in Data Science	Modele zespołowe (np. Random Forest), algorytmy wzmocnienia gradientowego (AdaBoost, Gradient Boosting, XGBoost, lightGBM, CatBoost), algorytmy wykrywania wartości odstających (Isolation Forest, Local Outlier Factor, DBSCAN), algorytmy grupowania danych (np. DBSCAN, hierarchical clustering).			x	x	x		x			
76	Towards Big Data	Zrozumienie cech dużych zbiorów danych, cyklu życia analizy dużych zbiorów danych, pokonywanie ograniczeń pamięci ze zwróceniem uwagi na różne techniki przetwarzania równoległego i budowania modeli w problemach dużych zbiorów danych, obsługa zaawansowanych metod analitycznych w problemach dużych zbiorów danych (klastrowanie, role asocjacyjne, drzewo decyzyjne, las losowy, maszyna wektorów nośnych, szeregi czasowe, modele regresji i analiza tekstu), znajomość rozwiązań Big Data w chmurze, obsługa problemów dużych zbiorów danych w bazach danych.		x			x		x			

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1MDA1	1MDA2	1MDA3	1MDA4	1MDA5	1MDA6	1MDA7	1MDA8	1MDA9	1MDA10
77	Internship	Wykorzystanie zdobytej wiedzy teoretycznej i praktycznych metod analizy danych w rozwiązywaniu realnych problemów biznesowych lub technologicznych. Doskonalenie umiejętności pracy w zespole oraz odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w oparciu o wysokie standardy etyczne, prawne i społeczne.								x	x	

ECTS - przedmioty

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
1	Study Skills for University	1	1			1
2	C1 Business Communication for Engineers 1	3		3		3
3	C2 Business Communication for Engineers 1	3		3		3
4	Introduction to Logic and Discrete Mathematics	4			4	4
5	Information Technologies	3				3
6	Physics	3				3
7	Engineering Drawing	2				2
8	Linear Algebra in Data Analysis	7			7	7
9	Mathematical Analysis I	7			7	7
10	C1 Business Communication for Engineers 2	2		2		2
11	C2 Business Communication for Engineers 2	2		2		2
12	Computer Aided Design	3				3
13	Introduction to Programming	5				5
14	Civic Knowledge and Engagement I	1	1			1
15	Probability Theory for Data Analysts	7			7	7
16	Mathematical Analysis II	6			6	6
17	Introduction to Numerical Analysis	3			3	3
18	Modern Physics	3				3
19	German A2 block I	3		3		3
20	German B1 block I	3		3		3

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
21	German B2 block I	3		3		3
22	Spanish A2 block I	3		3		3
23	Spanish B1 block I	3		3		3
24	Spanish B2 block I	3		3		3
25	French A2 block I	3		3		3
26	French B1 block I	3		3		3
27	French B2 block I	3		3		3
28	Italian A1 block I	3		3		3
29	Italian A2 block I	3		3		3
30	German A1 block I	3		3		3
31	Spanish A1 block I	3		3		3
32	French A1 block I	3		3		3
33	Polish A1 block I	3		3		3
34	Polish A2 block I	3		3		3
35	Interdisciplinary Problem-Based Learning Project	5	5	5		5
36	Civic Knowledge and Engagement II	1	1			1
37	Databases and Data Warehouses	5				5
38	Mathematics of Data	6			6	6
39	Applied Statistics	5			5	5
40	Algorithms and Data Models	5			5	5
41	German A2 block II	3		3		3

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
42	German B1 block II	3		3		3
43	German B2 block II	3		3		3
44	Spanish A2 block II	3		3		3
45	Spanish B1 block II	3		3		3
46	Spanish B2 block II	3		3		3
47	French A2 block II	3		3		3
48	French B1 block II	3		3		3
49	French B2 block II	3		3		3
50	Italian A1 block II	3		3		3
51	Italian A2 block II	3		3		3
52	Polish A1 block II	3		3		3
53	Polish A2 block II	3		3		3
54	German A1 block II	3		3		3
55	Spanish A1 block II	3		3		3
56	French A1 block II	3		3		3
57	Civic Knowledge and Engagement III	1	1			1
58	Team Project - Applied Models of Data Analysis	6		6	6	6
59	Differential Equations in Modeling	4			4	4
60	Testing Statistical Hypotheses	6			6	6
61	Numerical Methods and Optimisation	4			4	4
62	Basics of Economics and Financial Mathematics	2				2

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
63	Multivariate Data Analysis	4			4	4
64	Capstone Module	9		9	9	9
65	Graph Theory & Social Networks	4			4	4
66	Time Series and Prediction	5			5	5
67	Machine Learning and AI	4				4
68	Methods of Data Reporting and Visualisation	2				2
69	Mobility Semester	30		30	30	30
70	Diploma Seminar	3			3	3
71	Final Project	15		15	15	15
72	Data Storytelling and Business Intelligence	2				2
73	Selected Problems of Algebra	2		2		2
74	Selected Problems of Applied Statistics	2		2		2
75	Advanced Algorithms in Data Science	2		2		2
76	Towards Big Data	2				2
77	Internship	6				6

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)	84/210 (40%)
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	9
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	140/210 (66.67%)

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.

Praktyki zawodowe

Praktyka zawodowa 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

Mathematical Methods in Data Analysis (MMDA) jest kierunkiem studiów I stopnia (inżynierskim) prowadzonym w języku angielskim, ukierunkowanym na zdobycie szerokiej wiedzy matematycznej i umiejętności analitycznych niezbędnych w analizie danych oraz nowoczesnych technik modelowania i podejmowania decyzji opartych na danych. Studia trwają 7 semestrów i obejmują zestaw przedmiotów o charakterze matematycznym, statystycznym i informatycznym, przygotowując absolwenta do wykonywania zadań analitycznych w zróżnicowanych środowiskach zawodowych.

Absolwent posiada gruntowną wiedzę teoretyczną z matematyki i jej zastosowań w analizie danych, w tym w szczególności z zakresu algebry liniowej stosowanej, analizy matematycznej, rachunku prawdopodobieństwa, statystyki oraz metod numerycznych i optymalizacji. Program studiów obejmuje również specjalistyczne zagadnienia związane z teorią danych, takie jak statystyka stosowana, wielowymiarowa analiza danych, modelowanie matematyczne czy metody prognozowania. Taka struktura programu zapewnia absolwentowi solidne podstawy teoretyczne umożliwiające konstrukcję, ocenę i interpretację modeli analizy danych w kontekście rzeczywistych problemów inżynierskich i biznesowych.

Integralną częścią kształcenia są również kompetencje informatyczne i umiejętność wykorzystania narzędzi cyfrowych, które umożliwiają praktyczne wykorzystanie nabytej wiedzy. Studenci zdobywają umiejętności programowania i analizy danych w kontekście baz danych, algorytmów i struktur danych, a także uczą się wykorzystywać systemy informatyczne, narzędzia statystyczne oraz techniki wizualizacji i raportowania danych. W toku studiów realizowane są projekty interdyscyplinarne oraz zadania praktyczne, które rozwijają umiejętność zastosowania metod matematycznych i statystycznych do analizy dużych zbiorów danych oraz podejmowania decyzji opartych na wynikach analiz.

Ponadto absolwent rozwija kompetencje miękkie, takie jak umiejętność pracy zespołowej, komunikacji wyników analizy oraz formułowania wniosków w języku angielskim, co podnosi jego potencjał do działania w międzynarodowym środowisku zawodowym. Program studiów przewiduje także zajęcia rozwijające zdolności interpersonalne oraz projektowe, co sprzyja kształtowaniu postawy analitycznego i krytycznego myślenia przy rozwiązywaniu złożonych problemów.

Kompetencje absolwenta obejmują zdolność stosowania metod eksploracji danych, algorytmów klasyfikacji, modelowania stochastycznego oraz technik wizualizacji i raportowania. Absolwent potrafi efektywnie wykorzystywać podejścia matematyczne i statystyczne do interpretacji danych, dobierać odpowiednie narzędzia analityczne oraz projektować rozwiązania zgodne z wymaganiami rynku pracy. Dzięki temu absolwent jest przygotowany do samodzielnego rozwiązywania problemów analitycznych, podejmowania decyzji w środowisku biznesowym oraz adaptacji do dynamicznych zmian technologicznych.

Absolwent kierunku MMDA może podejmować zatrudnienie na stanowiskach takich jak analityk danych, analityk rynku oraz projektant i programista baz danych zarówno w sektorze prywatnym (np. sektor bankowy, ubezpieczeniowy, medyczny, IT), jak i publicznym. Ponadto posiada przygotowanie merytoryczne do kontynuowania kształcenia na studiach II stopnia w obszarach matematyki stosowanej, statystyki, informatyki lub dziedzin pokrewnych analizie danych, co stwarza możliwości dalszego rozwoju naukowego lub zawodowego.

Związek kierunku studiów ze strategią uczelni

Program studiów na kierunku MMDA jest spójny z kluczowymi celami Strategii Politechniki Łódzkiej, której fundamentem jest budowanie uczelni badawczej o wysokim potencjale edukacyjnym i społecznym, zdolnej odpowiedzieć na dynamiczne potrzeby rynku pracy oraz wspierać rozwój gospodarczy poprzez współpracę, innowacje i kształcenie na najwyższym poziomie.

Strategia Uczelni określa jako jeden z jedenastu obszarów kluczowych kształcenie (EDUCATION), którego celem jest rozwój modelu kształcenia przygotowującego absolwentów do efektywnego funkcjonowania w zmieniających się warunkach społeczno-gospodarczych oraz na rynku pracy, poprzez stałe doskonalenie oferty dydaktycznej i dostosowywanie jej do aktualnego stanu wiedzy oraz trendów technologicznych. Program kierunku MMDA realizuje te cele w sposób bezpośredni, kształcąc kompetencje w zakresie analizy danych, modelowania matematycznego, statystyki oraz praktycznego wykorzystania narzędzi informatycznych, co odpowiada potrzebom rynku pracy charakteryzującego się rosnącym zapotrzebowaniem na specjalistów potrafiących wydobywać i interpretować dane oraz wspierać procesy decyzyjne w oparciu o informacje ilościowe.

Ponadto Strategia Politechniki Łódzkiej wskazuje także na znaczenie internacjonalizacji (INTERNATIONALIZATION) poprzez rozwój mobilności oraz umiędzynarodowienie oferty edukacyjnej i naukowej. Program kierunku MMDA, prowadzony w języku angielskim, pozwala na przyciąganie studentów z różnych krajów oraz rozwój kompetencji komunikacyjnych absolwentów w środowisku

międzynarodowym, co wpisuje się w strategiczne cele Uczelni dotyczące zwiększenia jej rozpoznawalności i reputacji w świecie akademickim i rynku pracy.

Kierunek ten wspiera również obszar innowacji i transferu technologii (INNOVATION) poprzez kształcenie absolwentów zdolnych do stosowania nowoczesnych metod analitycznych i technik eksploracji danych w praktyce. Taka wiedza i umiejętności są kluczowe dla rozwoju innowacyjnych rozwiązań w przemyśle, sektorze usług, przedsiębiorstwach technologicznych oraz instytucjach badawczych, przyczyniając się do synergii między sferą nauki i biznesu – kolejnego strategicznego obszaru Uczelni.

Realizacja programu studiów sprzyja także oddziaływaniu na otoczenie społeczno-gospodarcze (IMPACT), co jest jednym z priorytetowych kierunków strategii. Zdobywane kompetencje w zakresie analizy danych umożliwiają absolwentom uczestnictwo w projektach odpowiadających na lokalne i globalne wyzwania oraz współpracę z przedsiębiorstwami poszukującymi ekspertów do przetwarzania i analizy informacji, a także wspierają działalność badawczą i naukową Uczelni poprzez interdyscyplinarne projekty.

Nie mniej istotne jest również powiązanie programu z obszarem studentów (STUDENTS) zawartym w strategii, który obejmuje wspieranie studentów w zdobywaniu kompetencji zgodnych z oczekiwaniami rynku pracy. Studia na kierunku MMDA dostarczają studenckiej społeczności solidnych umiejętności praktycznych i teoretycznych oraz promują aktywność naukową i interdyscyplinarne podejście do rozwiązywania problemów, co bezpośrednio wpisuje się w strategiczne dążenia do tworzenia środowiska edukacyjnego sprzyjającego wszechstronnemu rozwojowi studentów.

Podsumowując, program kierunku MMDA konsekwentnie realizuje założenia Strategii Politechniki Łódzkiej poprzez kształcenie wysoko wykwalifikowanych specjalistów, rozwój kompetencji odpowiadających aktualnym i przyszłym potrzebom rynku pracy, umiędzynarodowienie oferty edukacyjnej oraz wspieranie innowacyjności i współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym.

Cele kształcenia oraz możliwości zatrudniania i kontynuacji studiów

Celem kształcenia na kierunku MMDA jest przygotowanie absolwentów studiów pierwszego stopnia do profesjonalnego i odpowiedzialnego wykonywania zadań związanych z analizą danych, modelowaniem matematycznym oraz wykorzystaniem metod statystycznych i informatycznych w rozwiązywaniu problemów praktycznych. Program studiów łączy elementy matematyki stosowanej, statystyki, informatyki oraz nauk technicznych.

Kształcenie ukierunkowane jest na zdobycie przez studentów solidnych podstaw teoretycznych z zakresu analizy matematycznej, algebry liniowej, rachunku prawdopodobieństwa, statystyki matematycznej i stosowanej, a także metod numerycznych i optymalizacyjnych. Równocześnie celem studiów jest rozwój umiejętności praktycznego stosowania tej wiedzy w analizie rzeczywistych danych, w tym danych wielowymiarowych i dużych zbiorów danych.

Istotnym celem kształcenia jest również rozwijanie kompetencji informatycznych, obejmujących programowanie, algorytmikę, pracę z bazami danych oraz wykorzystanie specjalistycznych narzędzi i systemów analitycznych. Program studiów kładzie nacisk na umiejętność samodzielnego i zespołowego rozwiązywania problemów analitycznych, krytycznej oceny wyników analiz oraz komunikowania wniosków w sposób precyzyjny i zrozumiały, w tym w języku angielskim.

Ponadto kształcenie sprzyja kształtowaniu postaw takich jak odpowiedzialność zawodowa, gotowość do ciągłego doskonalenia kompetencji oraz zdolność adaptacji do dynamicznie zmieniających się warunków technologicznych i organizacyjnych rynku pracy.

Absolwent kierunku MMDA posiada kwalifikacje umożliwiające podjęcie pracy w szerokim spektrum sektorów gospodarki, w których wykorzystywane są metody analizy danych i modelowania matematycznego. Może on znaleźć zatrudnienie m.in. na stanowiskach takich jak analityk danych, analityk statystyczny, analityk rynku, specjalista ds. przetwarzania danych, projektant lub administrator baz danych, a także na stanowiskach wspierających procesy decyzyjne w przedsiębiorstwach.

Zdobytą wiedza i umiejętności znajdują zastosowanie w sektorze IT, finansowym, bankowym i ubezpieczeniowym, w przemyśle, logistyce, medycynie, administracji publicznej oraz w firmach konsultingowych i badawczo-rozwojowych. Absolwent jest przygotowany do pracy w zespołach interdyscyplinarnych oraz do współpracy z ekspertami z różnych dziedzin, w szczególności tam, gdzie kluczową rolę odgrywa analiza danych i podejmowanie decyzji opartych na wynikach obliczeń i modeli.

Ukończenie studiów pierwszego stopnia na kierunku MMDA daje absolwentowi możliwość kontynuowania kształcenia na studiach drugiego stopnia na Politechnice Łódzkiej lub innych uczelniach krajowych i zagranicznych.

Absolwent posiada odpowiednie przygotowanie merytoryczne do podjęcia studiów magisterskich w zakresie matematyki stosowanej, statystyki, analizy danych, informatyki, data science, sztucznej inteligencji oraz kierunków pokrewnych o profilu matematyczno-informatycznym, w tym studiów wymagających wcześniejszego nabycia kompetencji inżynierskich.

Zdobyte kompetencje stanowią również solidną podstawę do dalszego rozwoju naukowego, w tym udziału w projektach badawczych, a w perspektywie – podjęcia kształcenia i badań w szkołach doktorskich, szczególnie w obszarach związanych z analizą danych, modelowaniem matematycznym i metodami obliczeniowymi.

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

Opis przebiegu konsultacji i opinia podsumowująca: Program studiów Mathematical Methods in Data Analysis został poddany konsultacjom z przedstawicielami sektora bankowego, sektora technologii finansowych oraz branży analitycznej (m.in. mBank, epruf, USP Zdrowie). Konsultacje miały na celu ocenę zgodności efektów kształcenia z potrzebami rynku pracy oraz aktualnymi trendami w obszarze data science i analityki biznesowej.

Partnerzy zewnętrzni jednoznacznie zaopiniowali program pozytywnie, podkreślając jego nowoczesny charakter, solidne osadzenie w dyscyplinie naukowej matematyka oraz wyraźne ukierunkowanie na praktyczne zastosowania metod matematycznych i statystycznych w analizie danych. Szczególnie wysoko oceniono silny komponent statystyki, modelowania matematycznego, testowania hipotez oraz uczenia maszynowego, wsparty intensywnym wykorzystaniem języków programowania takich jak Python, R oraz SQL.

Zdaniem interesariuszy zewnętrznych, program skutecznie kształtuje kompetencje absolwenta poszukiwane na rynku pracy: analityczne myślenie oparte na aparacie matematycznym, umiejętność budowy i walidacji modeli, pracy z danymi rzeczywistymi oraz interpretacji wyników w kontekście decyzyjnym. Dodatkowym atutem jest prowadzenie studiów w języku angielskim, co zwiększa konkurencyjność absolwentów i przygotowuje ich do funkcjonowania w międzynarodowym środowisku zawodowym.

Za szczególnie wartościowe uznano również włączenie do programu zagadnień takich jak wizualizacja danych i data storytelling, które – zdaniem pracodawców – są często niedoceniane, a mają kluczowe znaczenie dla skutecznej komunikacji wyników analiz z biznesem. Pozytywnie oceniono także obecność tematów z obszaru AI, Big Data, teorii grafów i sieci społecznych, jako elementów poszerzających perspektywę analityczną studentów.

Wśród sugestii rozwojowych dominowały rekomendacje o charakterze uzupełniającym, a nie krytycznym. Wskazywano na zasadność:

- zwiększenia liczby projektów praktycznych (również krótkich form projektowych realizowanych w ramach ćwiczeń),
- silniejszego akcentu na biznesowe rozumienie danych, zwłaszcza w kontekście sektora bankowego i zarządzania ryzykiem,
- stopniowego włączania pracy z narzędziami branżowymi (frameworki analityczne, Git, narzędzia BI, podstawy pracy zespołowej i projektowej),
- rozszerzenia elementów pracy na realnych zbiorach danych oraz pełnym cyklu życia modeli analitycznych.

Podsumowując, konsultacje potwierdziły, że program Mathematical Methods in Data Analysis jest aktualny, spójny i dobrze dopasowany do potrzeb rynku, a jego absolwenci będą posiadać solidne podstawy matematyczne oraz praktyczne kompetencje analityczne.

Zgłoszone uwagi mają charakter rozwojowy i wskazują potencjalne kierunki dalszego wzmocnienia już wysoko ocenianego programu, bez podważania jego ogólnej koncepcji i jakości.

Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia

Wedłu obowiązującej Uchwały Rekrutacyjnej w Politechnice Łódzkiej.

Jednostka organizująca kształcenie

Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej/CKM

Plan studiów

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Study Skills for University	Ćwiczenia: 30	1	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Business Communication for Engineers 1		3	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
The student chooses one module from the group.				
C1 Business Communication for Engineers 1	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
C2 Business Communication for Engineers 1	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Introduction to Logic and Discrete Mathematics	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Information Technologies	Zajęcia laboratoryjne: 45	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Physics	Ćwiczenia: 15 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Engineering Drawing	Ćwiczenia: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Linear Algebra in Data Analysis	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Mathematical Analysis I	Ćwiczenia: 45 Wykład: 30	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Suma	435	30		

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Business Communication for Engineers 2		2	Egzamin	Obowiązkowa grupa
The student chooses one module from the group.				
C1 Business Communication for Engineers 2	Ćwiczenia: 30	2	Egzamin	Przedmioty do wyboru
C2 Business Communication for Engineers 2	Ćwiczenia: 30	2	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Computer Aided Design	Zajęcia laboratoryjne: 45	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Introduction to Programming	Zajęcia laboratoryjne: 45 Wykład: 15	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Civic Knowledge and Engagement I	Seminarium: 3 Wykład: 3	1	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Physical Education 1	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Probability Theory for Data Analysts	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Mathematical Analysis II	Ćwiczenia: 45 Wykład: 30	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Introduction to Numerical Analysis	Zajęcia laboratoryjne: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Modern Physics	Zajęcia laboratoryjne: 20 Wykład: 20	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Suma	406	30		

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Foreign Language Block I		3	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
The student chooses one module from the group.				
German A2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
German B1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
German B2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Spanish A2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Spanish B1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Spanish B2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French A2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French B1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French B2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Italian A1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Italian A2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
German A1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Spanish A1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French A1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Polish A1 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Polish A2 block I	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Interdisciplinary Problem-Based Learning Project	Zajęcia projektowe: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Civic Knowledge and Engagement II	Seminarium: 3 Wykład: 3	1	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Physical Education 2	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Databases and Data Warehouses	Zajęcia laboratoryjne: 45 Wykład: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Mathematics of Data	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Applied Statistics	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	5	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Algorithms and Data Models	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Suma	381	30		

Semestr 4

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Foreign Language Block II		3	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
The student chooses one module from the group.				
German A2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
German B1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
German B2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Spanish A2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Spanish B1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Spanish B2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French A2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French B1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French B2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Italian A1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Italian A2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Polish A1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Polish A2 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
German A1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Spanish A1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
French A1 block II	Ćwiczenia: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Civic Knowledge and Engagement III	Seminarium: 3 Wykład: 3	1	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Team Project - Applied Models of Data Analysis	Zajęcia projektowe: 40	6	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Physical Education 3	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Differential Equations in Modeling	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Testing Statistical Hypotheses	Ćwiczenia: 15 Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Numerical Methods and Optimisation	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Basics of Economics and Financial Mathematics	Ćwiczenia: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Multivariate Data Analysis	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Suma	421	30		

Semestr 5

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Capstone Module	Zajęcia projektowe: 90	9	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Graph Theory & Social Networks	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Elective Courses 1		6	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
As part of the elective block in Semester 5 (Elective Courses 1), a student may choose up to two courses from first-cycle (Bachelor's degree) study programs at PŁ (in any language of instruction).				
Time Series and Prediction	Ćwiczenia: 15 Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	5	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Machine Learning and AI	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Methods of Data Reporting and Visualisation	Zajęcia laboratoryjne: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Suma	420	30		

Semestr 6

During the mobility semester, the student selects courses from the course offerings of the host (foreign) university.

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Mobility Semester	Suma godzin kontaktowych: 375	30	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Suma	375	30		

Semestr 7

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Diploma Seminar	Seminarium: 45	3	Zaliczenie na ocenę + egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Final Project	Praca dyplomowa: 0	15	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Data Storytelling and Business Intelligence	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Elective Courses 2		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Selected Problems of Algebra	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Selected Problems of Applied Statistics	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Advanced Algorithms in Data Science	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Towards Big Data	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Internship	Praktyka: 0	6	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Suma	195	30		